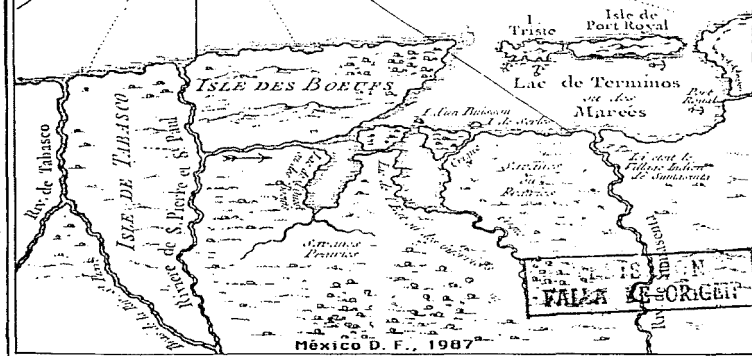


MODELO ECOLÓGICO
DE LA PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS
TERRESTRALES DEL LITORAL DEL SUR DEL
GOLFO DE MÉXICO
TESIS DE DOCTORADO EN CIENCIAS DEL MAR
(OCEANOGRAFÍA BIOLÓGICA Y PESQUERA)

Guillermo Soberón-Chávez

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 UNIDAD ACADÉMICA DE LOS CICLOS PROFESIONALES
 Y DE POSGRADO DEL COLEGIO DE CIENCIAS Y
 HUMANIDADES

BAYE DE **CANPECHE**
 INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA



México D. F., 1987



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CONTENIDO

BRESUMEN	1
INTRODUCCION	2
Planteamiento.....	2
Hipótesis.....	7
Objetivos.....	7
Desarrollo de la Investigación.....	8
AREA DE ESTUDIO	10
METODOLOGIA	14
Modelos Diagramáticos.....	14
Mecanismos de Producción.....	14
Manglares.....	15
Modelos Matemáticos.....	15
Programas de Computación.....	16
Integración del Modelo.....	16
Validación.....	16
RESULTADOS	16
Modelos Diagramáticos.....	18
Mecanismos de Producción.....	21
Manglares.....	27
Modelos Matemáticos.....	28
Intercambio entre los Subsistemas.....	35
Resultado del Modelo.....	36
Validación.....	40
DISCUSION	47
Mecanismos de Producción.....	47
Resultados del Modelo.....	48
Intercambio entre los Subsistemas.....	54
CONCLUSIONES	58
AGRADECIMIENTOS	60
LITERATURA CITADA	61
ANEXOS	69

RESUMEN

En sistemas ecológicos costeros, los modelos constituyen una herramienta útil para el análisis, la integración, la síntesis y consecuentemente la predicción ecológica del sistema y sus recursos bióticos. La producción natural de los recursos pesqueros demersales en el área de interacciones ecológicas Sonda de Campeche-Laguna de Términos, depende de la dinámica de variables físicas de esta zona costera que actúan modulando al ecosistema y condicionando la dinámica de las comunidades bióticas. Los cambios en dirección e intensidad de las interacciones ecológicas entre las aguas protegidas y la plataforma continental, producen cambios en la diversidad, distribución, abundancia y persistencia de los recursos, de manera que resulta necesario realizar modelos ecológicos para comprender estos fenómenos y establecer análisis diagramáticos, matemáticos y de computación para validar las abstracciones o simplificaciones conceptuales del ecosistema, de manera que pueda intentarse una predicción del ambiente y sus recursos bióticos. Este enfoque conduce a presentar modelos diagramáticos para habitats críticos de la región, destacando las relaciones funcionales entre los componentes estructurales de los subsistemas. Posteriormente se desarrollan expresiones matemáticas que describen el comportamiento de los mecanismos de producción y las tasas de cambio de los componentes, así mismo implementan los programas de computación para realizar los cálculos de las expresiones desarrolladas. Los resultados así obtenidos se comparan con resultados experimentales reales para validar los modelos ecológicos. Posteriormente se hace un balance de materia del área de estudio, primero por subsistemas y posteriormente analizando los flujos de interacción entre los distintos subsistemas. Lo cual conduce a plantear una discusión sobre perspectivas de predicciones que pueden aplicarse en estrategias de uso y administración de la zona costera.

INTRODUCCION

Planteamiento

Puede haber diferentes alternativas de manejo de la zona costera, pero cualquier opción debe sustentarse en fuertes bases ecológicas. En la zona costera, la diversidad, la distribución, la abundancia y la persistencia de los recursos pesqueros en la zona costera están controlados ecológicamente por variables físicas. Las más evidentes son la descarga fluvial, la meteorología y el clima, la amplitud de mareas, el área de vegetación litoral, la superficie de lagunas costeras y estuarios, la variación del nivel del mar y la dinámica de las corrientes litorales, entre otras (Fig. 1).

Con este enfoque, ha habido avance del conocimiento integral de la zona costera del Sur del Golfo de México, que han orientado esta hipótesis (Soberón-Chávez y Yáñez-Arancibia, 1985; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985a; Deegan *et al.*, 1986; y Soberón-Chávez *et al.*, 1986a). Por ejemplo, en la primera etapa de estos estudios se encontró que el comportamiento de la abundancia y la distribución de los recursos demersales presenta un patrón específico que pudo ser descrito en base al comportamiento de factores medioambientales como: descarga fluvial, extensión superficial de lagunas costeras y estuarios, extensión de vegetación costera, variaciones del nivel del mar y amplitud de mareas; los cuales fueron definidos como mecanismos de producción. Con base a los tipos de mecanismos de producción que actúan en las diferentes áreas del litoral mexicano del Golfo de México se definieron tres regiones. Estas tres regiones son: Región I- Tamaulipas, Región II- Sur del Golfo de México y Región III- Península de Yucatán (Fig. 2).

La continuidad de estas investigaciones conduce a plantear la necesidad de realizar un estudio del Sur del Golfo de México a nivel de análisis de sistema, seleccionándose como área piloto la Laguna de Términos y la Sonda de Campeche frente a ella. Dado que dicha área es la zona de contacto entre las regiones II y III antes mencionadas, además que la región presenta una alta intensidad de estudios multidisciplinarios.

El *análisis de sistemas* es el estudio formal de cualquier sistema, o de las propiedades generales del sistema, y el *holismo* es el enfoque filosófico de estudiar los atributos y el comportamiento, en forma total a macroescala, de algunos sistemas complicados (Yáñez-Arancibia, 1986). Un *sistema* es un conjunto de unidades más pequeñas, los *elementos* (componentes o compartimentos), que están conectados a través de *relaciones*. Los ecosistemas pertenecen a lo que se denomina *sistemas complejos* y cuentan con las siguientes características según Straskraba y Gnauck (1985):

1. Complejidad- la cantidad y tipo de relaciones entre los elementos del sistema así como entre el sistema y sus alrededores es muy grande.

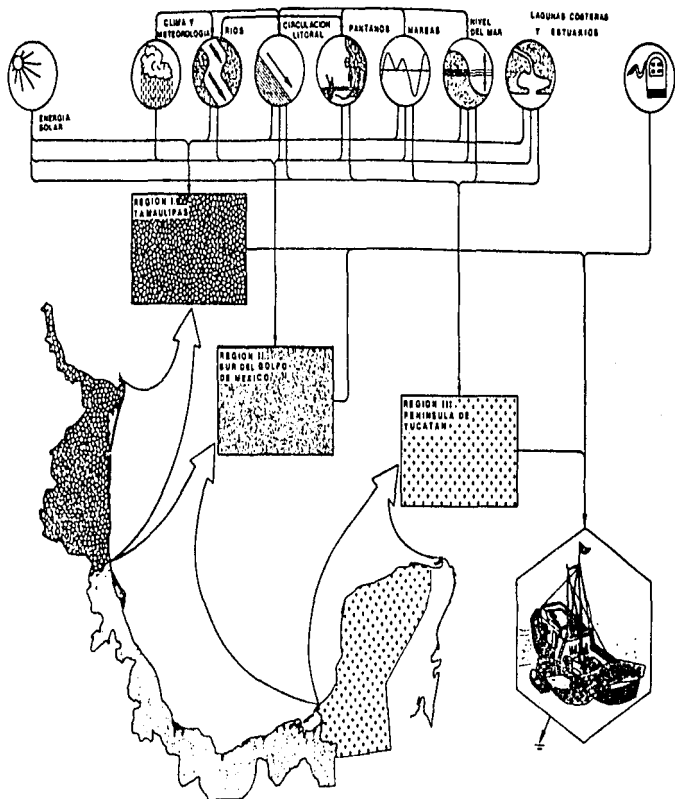


Fig 2 Modelo diagramático del litoral Mexicano del Golfo de México. Se comparan las variables físicas que controlan el recurso pesquero en cada una de las tres regiones definidas (tomado de Soberón-Chávez y Yáñez-Arancibia 1983)

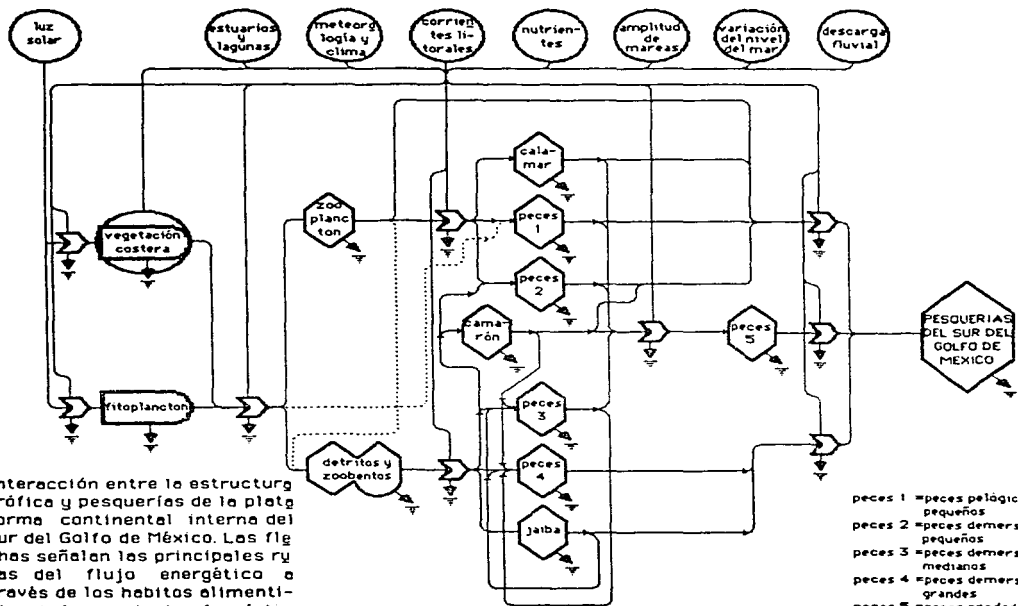


Fig. 1. Interacción entre la estructura trófica y pesquerías de la plataforma continental interna del sur del Golfo de México. Las flechas señalan los principales rútas del flujo energético a través de los hábitos alimenticios de los conjuntos faunísticos de cada bloque.

- peces 1 = peces pelágicos pequeños
- peces 2 = peces demersales pequeños
- peces 3 = peces demersales medianos
- peces 4 = peces demersales grandes
- peces 5 = peces predadores demerso-pelágicos

2. **Integridad**- el sistema posee propiedades que emergen solo como resultado de interrelaciones entre los elementos del sistema.
3. **Estabilidad Multidimensional**- los sistemas no-lineales y no-estacionarios tienen varias áreas estables, con su numero dependiendo en los puntos de bifurcación del sistema.
4. **Controlable**- el sistema es capaz de cambiar de un estado a otro en un período de tiempo finitos. El estado es controlable si se puede influenciar en forma orientada hacia una meta.
5. **Observable**- el estado previo puede ser concluido del presente.
6. **Capacidad de almacenamiento y estabilización**- la transición de un estado a otro no ocurre exponencialmente sino que se caracteriza por un proceso de desarrollo transicional.
7. **Procesamiento y almacenaje de información**- los ecosistemas tienen la capacidad de compartir la información recibida según su forma de acción. Así como interconectarla con información almacenada produciendo nueva información.
8. **Diferencias cualitativas entre elementos del sistema**
9. **Las estructuras en los ecosistemas** están determinadas por condiciones físicas, condiciones químicas dadas por las cantidades y distribución de sustancias orgánicas e inorgánicas, condiciones biológicas y estructura temporal.
10. **Las funciones en los ecosistemas** están relacionadas al flujo de materia y energía, a interrelaciones entre los elementos del sistema así como a las interrelaciones entre el ecosistema y su ambiente.

La abstracción es la base del análisis de sistemas, requiere de la simplificación de la realidad. Un modelo nunca es igual que la realidad, en efecto constituye su propia ficción (Straskraba y Gnauck, 1965). Existen dos tipos principales de *modelos ecológicos* estos son: *modelos analíticos* y *modelos simulados* o *numéricos* (Yáñez-Arancibia, 1986). Los modelos analíticos son recomendables cuando el sistema es relativamente sencillo, pudiendo ser representado por ecuaciones simples, que son analizables utilizando técnicas matemáticas estándar. Los ecólogos, generalmente se enfrentan a sistemas complejos y por ello las técnicas analíticas no son adecuadas. Es por ello más común la utilización de modelos de simulación numéricos, los cuales requieren una metodología de computación mayor (Hitching, 1983). Las etapas lógicas en la construcción de un modelo se muestran en la Figura 3.

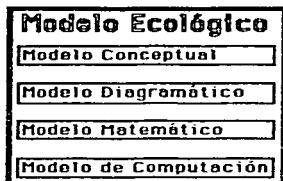


Fig. 3. Etapas lógicas en el desarrollo de un modelo ecológico.

El *modelo conceptual* no es más que la formulación de ideas de como parece ser el sistema ecológico, sobre la base lógica, o experiencias empíricas, o datos que fueron colectados para otros propósitos. El *modelo diagramático* es el diagrama de las ideas del modelo conceptual, puestas en compartimentos racionales, considerando las entradas y las salidas de cada compartimento. H. T. Odum (1975) señala la importancia de este modelo diagramático como una interfase importante entre los conceptos mentales y la simulación por computadora. Por su parte el *modelo matemático* se basa en las relaciones indicadas en el modelo diagramático, en los modelos numéricos este modelo se hace en base a ecuaciones diferenciales. Finalmente el *modelo de computación* es simplemente el diseñar un programa de computación que resuelva las ecuaciones desarrolladas por el modelo matemático. Una referencia importante para estos cuatro aspectos es el libro de Hall y Day (1977).

La Laguna de Términos y la Sonda de Campeche frente a ella forman un excelente ecosistema para estudiar las interacciones físico-biológicas por las siguientes razones: 1) por su localización tropical la estacionalidad de la temperatura y la iluminación solar no es tan marcada como en latitudes mayores; 2) existen dos bocas que conectan la laguna con la plataforma, los vientos, corrientes costeras regionales y la descarga de los ríos, causan un flujo neto hacia la laguna por la boca oriental (Boca de Puerto Real) y hacia la plataforma por la boca occidental (Boca del Carmen), lo que provoca fuertes gradientes semi permanentes de salinidad, turbidez, tipos de sedimentos y concentración de nutrientes; y 3) los habitats del sistema son diversos, incluyendo manglares, pastos sumergidos, pastizales de pantano, arrecifes de oston, áreas de alta sedimentación y baja salinidad en la zona oligohalina. Por otro lado, la plataforma continental también muestra gran diferencia ecológica entre la zona carbonatada al oriente de la laguna y la zona de influencia terrígena al occidente de la laguna (Yañez-Arancibia y Day, 1982; Yañez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1983; Yañez-Arancibia *et al.*, 1983). El efecto del medio ambiente puede ser en cada caso sistemáticamente estudiado.

Hipótesis

Este trabajo se desarrolla en torno a la siguiente hipótesis: "La producción natural de los recursos pesqueros demersales en el Sur del Golfo de México está controlada por variables físicas de la zona costera, particularmente aquellas que modulan al ecosistema en las interacciones estuario-plataforma continental; si la dirección e intensidad de las interacciones del marco ecológico y físico ambiental cambian, los recursos cambian en su diversidad, distribución, abundancia y persistencia." De esta manera si las relaciones de funcionalidad entre los componentes estructurales del sistema ecológico pueden ser simuladas, expresadas matemáticamente, computarizadas para su análisis, cuantificadas las respuestas de manipulación y validado el modelo frente a datos experimentales reales entonces la hipótesis queda probada.

Objetivos

Los objetivos centrales de este trabajo son los siguientes:

1. Realizar modelos diagramáticos de los diferentes subsistemas de la Laguna de Términos y la Sonda de Campeche que muestren las relaciones funcionales entre los principales componentes estructurales de los distintos subsistemas o habitats ecológicos.
2. Buscar funciones polinomiales que simulen el comportamiento anual de las variables físicas que se consideren como mecanismos de producción
3. Desarrollar expresiones matemáticas que describan las tasas de cambio de los componentes estructurales de los subsistemas ecológicos considerando las relaciones entre los mismos y el comportamiento de las funciones matemáticas del punto 2.
4. Diseñar programas de computación que realicen los cálculos de las expresiones desarrolladas en el punto anterior, en intervalos de 1 semana por 1 año (48 semanas). Esto incluye la realización de un programa por cada subsistema para integrarlos posteriormente en un sólo programa de toda al área (ecosistema) de estudio.
5. Comparar los resultados obtenidos por medio del modelo con los datos experimentales de campañas de muestreo en la Laguna de Términos y de cruceros oceanográficos en la Sonda de Campeche, para la validación del modelo.
6. Realizar manipulaciones con el modelo para evaluar el impacto que pudieran tener en el área de estudio, diferentes estrategias de uso y administración de la zona costera.

Desarrollo de la Investigación

El proceso de construir el modelo de un ecosistema requiere dedicación. Quien lo construya debe reunir información y conocimientos referentes al sistema y mostrarlos dentro de un marco bien definido. En este proceso se identifican los aspectos menos comprendidos, las fallas y los aspectos que requieren estudio adicional (Lugo y Morris, 1982).

Hall y Day (1977) han probado estrategias de investigación viables en el análisis de sistemas ecológicos. Como complemento, Kitching (1983) considera los siguientes pasos en la realización de un modelo ecológico:

1. **Definición del Problema.** Este punto puede tener una gran variedad de formas, pueden ser problemas sencillos, pero generalmente el modelador está más interesado en aspectos generales de causa y efecto, en especial para fines de uso, administración y manejo. En el caso de este trabajo el interés básico es entender la forma de la matriz de interacciones de factores bióticos y abióticos del Sur del Golfo de México que afecta la producción de los recursos pesqueros demersales en la zona.
2. **Identificación del Sistema** El primer problema con el que se enfrenta el modelador de ecosistemas es la necesidad de definir el sistema que va a modelar, así como el nivel de resolución al que quiere llegar (i. e. organismos individuales, poblaciones enteras, niveles tróficos o aún unidades mayores en el ecosistema). En este trabajo el sistema incluye a la Laguna de Términos y la Conda de Campeche frente a ella y el nivel de resolución es a niveles tróficos.
3. **Decisión del Tipo de Modelo** Básicamente se pueden mencionar dos tipos de modelos; analíticos y numéricos o simulados. Los primeros son recomendables cuando el sistema y el problema son relativamente sencillos, pudiendo ser representado por ecuaciones simples, que son analizables utilizando técnicas matemáticas estándar y pueden dar lugar a estructuras elegantes. Los ecólogos, generalmente se enfrentan a sistemas complejos y por ello las técnicas analíticas no son adecuadas. Es por ello más común la utilización de modelos de simulación numéricos, los cuales requieren una metodología de computación mayor. Para abordar este trabajo se optó por un modelo numérico o simulado.
4. **Formulación Matemática.** existe una gran variedad de técnicas matemáticas, pero la utilizada más comúnmente es la técnica de cálculo infinitesimal, donde las tasas de los procesos dinámicos se pueden representar con ecuaciones diferenciales. En este trabajo se utilizan ecuaciones diferenciales para la formulación matemática.

5. **Metodos de Computación.** Existen dos tipos básicos de computadoras: analógicas y digitales. Una maquina analógica es un instrumento diseñado para un fin específico con el propósito de imitar la dinámica del sistema. Las computadoras digitales son el tipo más común y han tenido un gran auge en la última década. De hecho la mayoría de las instituciones cuentan unicamente con este tipo de maquinas. Una vez seleccionada el tipo de maquina se requiere escoger el tipo de lenguaje de programación para utilizar. Existe una gran variedad de lenguajes y su selección depende en gran medida de la familiaridad del programador con la lógica y operación del lenguaje particular. En este trabajo se utiliza como lenguaje de programación "Basic".
6. **Programación.** El primer paso es identificar el flujo lógico del programa, para lo cual es recomendable la utilización de diagramas de flujo para escribirlo posteriormente en el lenguaje seleccionado. El segundo paso, ya escrito el programa es corregirlo. Este proceso es conocido como "debugging" (del ingles "quitar bichos"), e incluye el proceso de identificar y corregir errores de sintaxis y/o estructura en el programa escrito.
7. **Estimación de Parámetros.** Una vez que el programa funciona correctamente es necesario estimar los parámetros y constantes de las estructuras matemáticas diseñadas para describir el sistema. Estos parámetros deben ser realistas en base al comportamiento del sistema en estudio. Esta estimación requiere de procedimientos estadísticos, consulta de datos de entidades oficiales (i. e., datos meteorológicos, descarga fluvial), determinaciones experimentales y/o consulta de bibliografía.
8. **Validación.** La evaluación del grado de certeza con que simula el modelo al sistema real es un punto importante. Para esto se requiere de la realización de pruebas que muestren que tan significativas son las respuestas. Este proceso es también importante puesto que evalúa no sólo al modelo sino el grado de conocimiento que se tenga del sistema, siendo un mecanismo de retroalimentación en el proceso de estudio y conocimiento del mismo. Entre mayor sea el conocimiento del sistema mejor será el modelo que se realice.
9. **Experimentación.** Este ultimo paso no es parte intrínseca de la elaboración del modelo, sino su aprovechamiento. Después que los pasos 1 a 8 se han realizado y el modelador cuenta con un modelo acertado del sistema en estudio, entonces se puede utilizar como una herramienta de investigación. Este proceso involucra la manipulación de valores dentro del modelo para obtener la respuesta del sistema a las perturbaciones naturales o inducidas.

AREA DE ESTUDIO

La Laguna de Términos es una laguna costera grande, con alrededor de 2,500 km² (incluyendo pantanos y lagunas internas asociadas), somera (profundidad media de 3.5 m), localizada al sur del Golfo de México en Campeche. Se encuentra en la frontera entre dos provincias geológicas; al Este se encuentra la Península de Yucatán, que se caracteriza por su baja precipitación, sedimentos calcáreos y ausencia de ríos; al Oeste se encuentran las tierras bajas de Tabasco, un área de alta precipitación y sedimentos de origen fluvial. El sistema deltaico Grijalva-Usumacinta (el más grande en México y el segundo más grande en el Golfo de México) desemboca alrededor de 70 km al Oeste de la laguna. Tres ríos principales —en parte conectados al Grijalva-Usumacinta— desembocan en la Laguna de Términos, el Candelaria, el Chumpan y el Palizada (un distributario del Grijalva-Usumacinta). La descarga fluvial total al interior de la laguna es mayor a 6×10^9 m³/año. La parte curoeste de la laguna recibe más del 50% del aporte de agua dulce. Los vientos prevaletentes, las corrientes litorales y la descarga fluvial, causan un flujo neto de entrada del mar en la boca este (Boca de Puerto Real) y un flujo neto de salida por la boca oeste (Boca del Carmen). Este patron de circulación provoca un gradiente fisicoquímico semi-permanente que contribuye a la formación de 4 ó 5 subsistemas en la laguna. Estos son: **Boca de Puerto Real y Litoral Interno de Isla del Carmen**, con marcada influencia marina, presencia de vegetación bentónica, bosques de manglar y sedimentos arenosos mezclados con alto contenido de CaCO₃ y poca materia orgánica; **Cuenca Central**, es una zona de transición con macroalgas bentónicas y sedimentos lodosos; **Sistemas Fluvio-Lagunares**, con fuerte influencia fluvial, bosques de manglar, con sedimentos finos de bajo contenido de CaCO₃, este subsistema a su vez se divide en dos partes, la parte Este se caracteriza por la presencia de pastos sumergidos, mientras que la parte Oeste tiene aguas más turbias y abundantes bancos ostrícolas; y **Boca del Carmen**, zona variable debido a la influencia fluvial y marina, se caracteriza por sus aguas turbias, presencia de restos de manglares en el agua y sedimentos finos (Fig. 4 y Tabla 1). Los detalles descriptivos de esta síntesis pueden ser ampliados en Ayala-Castañares (1963), Phleger y Ayala-Castañares (1971), Yáñez-Arancibia y Day (1982), Yáñez-Arancibia, *et al.*, (1983).

La Sonda de Campeche, frente a Laguna de Términos, tiene una extensión aproximada de 129,500 km² y una profundidad máxima de 200 m. Existe un gradiente fisicoquímico semi-permanente, debido principalmente a la localización de las descargas fluviales; en la parte Este estas descargas son poco importantes, siendo marcadas solo en el río Champoton, mientras que al Oeste descarga la Laguna de Términos y el sistema Grijalva-Usumacinta, por sus ramales Grijalva y San Pedro y San Pablo. Esto causa la presencia de dos subsistemas llamados **Zona A** y **Zona B**. La **Zona A** es una zona con influencia fluvial, con aguas turbias, ausencia de plantas bentónicas y sedimentos finos con poco CaCO₃ y alto contenido orgánico. La **Zona B** un área típicamente marina, con

aguas claras, vegetación bentónica y sedimentos arenosos con alto contenido de CaCO_3 y poca materia orgánica (Fig. 4 y Tabla 1). Los detalles descriptivos de esta síntesis pueden ser analizados en Sánchez-Gil *et al.* (1981), Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil (1983), Yáñez-Arancibia *et al.* (1985b).

Existen tres épocas climáticas en la región. De junio a septiembre se presentan lluvias diarias. De octubre a marzo es la época de tormentas de invierno o "nortes". Estas tormentas son generalmente fuertes, con vientos de hasta 72 nudos, y asociadas con chubascos ligeros durante noviembre, diciembre y enero. La época de secas es de febrero a mayo. La precipitación anual promedia 1680 mm. Las temperaturas del agua varían entre 27 y 33°C. (Phleger y Ayala Castañares, 1971; Yáñez-Arancibia y Day, 1982; Sánchez-Gil *et al.*, 1981; Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1983, Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985b).

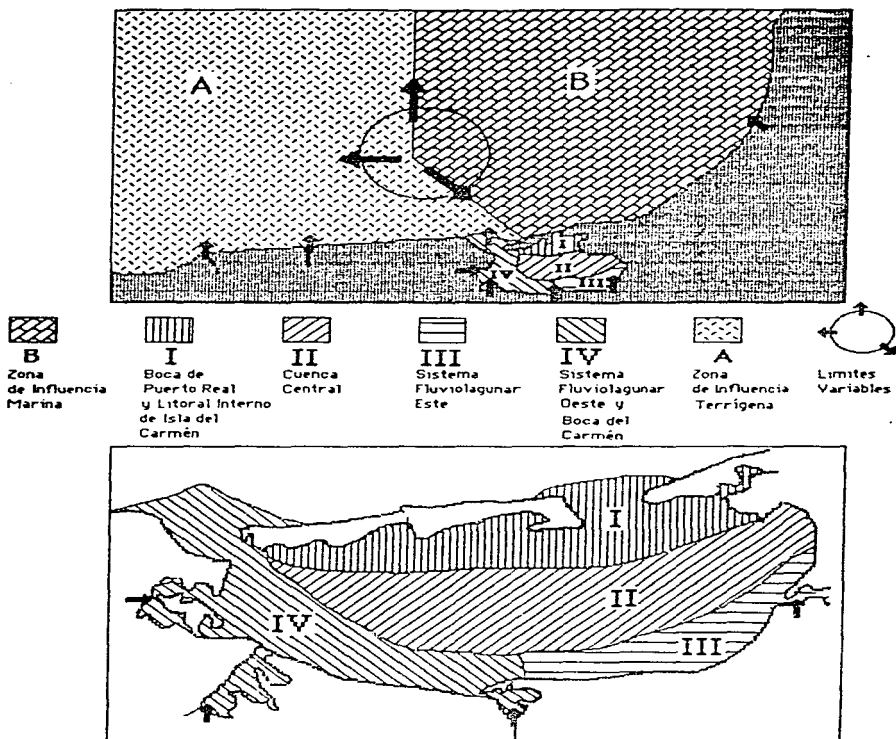


Fig. 4. Area de estudio mostrando la Sonda de Campeche con los subsistemas Zona A y Zona B, la frontera variable entre los mismos y la Laguna de Términos mostrando los subsistemas I, II, III y IV. En la figura también se muestran los principales aportes fluviales (↑).

Tabla 1. Características de los Sistemas Ecológicos del Área de Estudio

SISTEMA	SUBSISTEMA	SALINIDAD (‰)	TRANSPARENCIA (%)	INFLUENCIA Marina Fluvial		SEDIMENTOS Tipo	CaCO ₃ (%)	OBSERVACIONES
SONDA DE CAMPECHE	ZONDA A	35.2	25	3	3	L/A	10-60	Sin vegetación bentónica
	ZONDA B	36.2	62	4	0	Ar	70-90	Pastos marinos y macroalgas
LAGUNA DE TERMINOS	BOCA DE PUERTO REAL Y LITORAL INTERNO DE ISLA DEL CARMÍN	29	50	4	1	Ar/L/A	30-70	Manglares, pastos marinos y macroalgas
	CUENCA CENTRAL	25	43	3	2	Ar/L/A	30-40	Macroalgas
	SISTEMAS FLUVIO- LAGUNARES ESTE	23	45	2	4	L/A	30-40	Manglares, pastos marinos y macroalgas
	BOCA DEL CARMÍN CARMÍN Y SISTEMAS FLUVIO-LAGUNARES OESTE	23	27	2	3	L/A	10-30	Manglares, bancos ostrícolas y restos de macroalgas

L-limo; A-arcilla; Ar-Arena. 1 a 4 magnitud de la influencia.

Fuente: Yáñez-Arencibia y Day (1982); Yáñez-Arencibia y Sánchez-Gil (1983); Yáñez-Arencibia *et al.* (1983).

METODOLOGÍA

Modelos Diagramáticos

Se desarrollaron modelos diagramáticos con la simbología diseñada por H. T. Odum (1971) y H. T. Odum *et al.* (1974). Para los fundamentos operativos se siguió el análisis de H. T. Odum (1983), Hall y Day (1977), Day y Yáñez-Arancibia (1982), Lugo y Morris (1982), Costanza *et al.* (1983), Eitching (1983), Soberón-Chávez y Yáñez-Arancibia (1985) y Yáñez-Arancibia (1986). Esta simbología se muestra en la Figura 5. Se hizo un modelo diferente para cada habitat o subsistema ecológico. Esto es práctico y permite una manipulación más sencilla, pero su estructuración fue de forma tal que al final puedan ser integrados en un solo modelo que incluya toda el área de estudio. Para fines de presentación se desarrolló un modelo de un "subsistema tipo", donde se presentarán las interacciones entre los componentes y los mecanismos de producción generales del área de estudio.

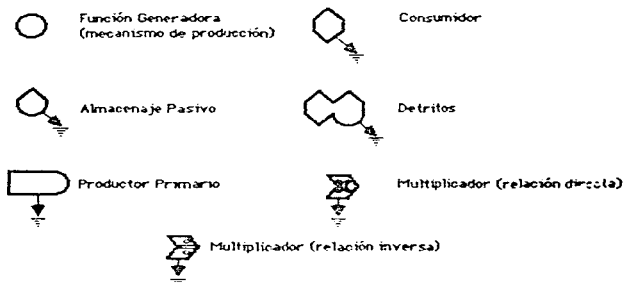


Fig. 5. Símbolos del lenguaje de sistemas diseñados por H. T. Odum (1971) que son utilizados en este trabajo.

Mecanismos de Producción

Mediante una correlación polinomial, usando la metodología de Atkinson y Harley (1983) y Burden y Faires (1985), se buscaron funciones polinomiales que simularan los pulsos mensuales de factores costeros ambientales que se consideraron como mecanismos de producción. Se utilizaron datos experimentales de iluminación solar (Day *et al.*, 1986a y comunicación personal). Los datos de descarga fluvial, de 1973 a 1981, se obtuvieron de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos -Dirección de Hidrología-. La

variación del mar se obtuvo de Grivel Piña (1979), la precipitación pluvial de García (1973) y la frecuencia mensual de días con nortes de Coll de Hurtado (1975), en base a los cuales se estimó la frecuencia de los días con vientos del sureste.

Manglares

No es finalidad de este trabajo hacer un modelo del funcionamiento de los manglares que se encuentran en el área de estudio. No obstante la producción de desecho foliar de estos bosques es una fuente primordial de detritos para el ecosistema. Para poder tener una estimación de la producción de este desecho foliar se hicieron análisis de correlación múltiple entre factores ambientales, tales como precipitación, iluminación, "nortes", vientos del sureste, descarga fluvial, etc., con los valores de desecho foliar de manglares presentados por Day *et al.* (1982, 1986b). Con estos análisis solo se pretende poder estimar el nivel de cantidad de hojas y frutos que caen al piso, se incorporan a la laguna y pueden ser exportados.

Modelos Matemáticos

Siguiendo los fundamentos de Hall y Day (1977), H. T. Odum (1983), y Kitching (1983), se desarrollaron expresiones matemáticas que muestran la tasa de cambio de los diferentes componentes de los diagramas de cada subsistema, en base a las interacciones entre ellos mismos y al comportamiento de los mecanismos de producción. La solución de estas ecuaciones diferenciales se obtuvo mediante el método Euler, este método tiene la característica de que su error es función directa del tamaño del intervalo de tiempo que se use (aumentando al aumentar el tamaño del intervalo), del número de iteraciones y de la magnitud de la tasa de cambio (Atkinson y Harley, 1983; Burden y Faires, 1985). Las expresiones matemáticas desarrolladas son propiamente el modelo matemático. Los valores iniciales de el fitoplancton y pastos sumergidos se estimaron en base a los datos de Day *et al.* (1982), los valores de zooplancton en base a los datos de Salas Marmolejo (1981), los valores del necton en base a los datos de muestreos en la laguna de Términos del Proyecto de Investigación: "Programa de Monitoreo Ecológico de los Hábitats y las Comunidades de Peces de la Laguna de Términos y la Sonda de Campeche", así como de datos de 7 cruceros oceanográficos (OPLAC/P1 al OPLAC/P6 y Progmax), de los bancos de datos del Laboratorio de Ichología y Ecología Ecuatorial valores del bentos con base a la proporción peces: bentos de los muestreos y cruceros antes mencionados.

Programas de Computación

Para cada subsistema se hizo un programa de computación que resuelve las expresiones matemáticas del punto anterior. Dichos programas están diseñados para dar resultados semanales de 1 año (48 semanas). Los programas desarrollados se muestran en el anexo A.

Integración del Modelo

Los modelos diagramáticos, matemáticos y de computación realizados para cada subsistema fueron integrados posteriormente en un solo modelo global diagramático, matemático y de computación tal como lo muestra la Figura 6.

Validación

Se hicieron análisis de correlación de Spearman (siguiendo la metodología de Daniel, 1977) entre datos experimentales del área de estudio y datos predichos por el modelo. Para estas comparaciones se usaron datos de biomasa fitoplanctónica, estimada a partir de concentración de clorofila *a* según datos de Day *et al.* (1982); datos de pastos marinos (Day *et al.*, 1982); datos de producción primaria (Day *et al.*, 1986a); datos de biomasa nectónica experimental (usando datos de cruceros oceanográficos y de muestreos en el interior de la laguna), de los bancos de datos del Laboratorio de Ictiología y Ecología Estuarina.

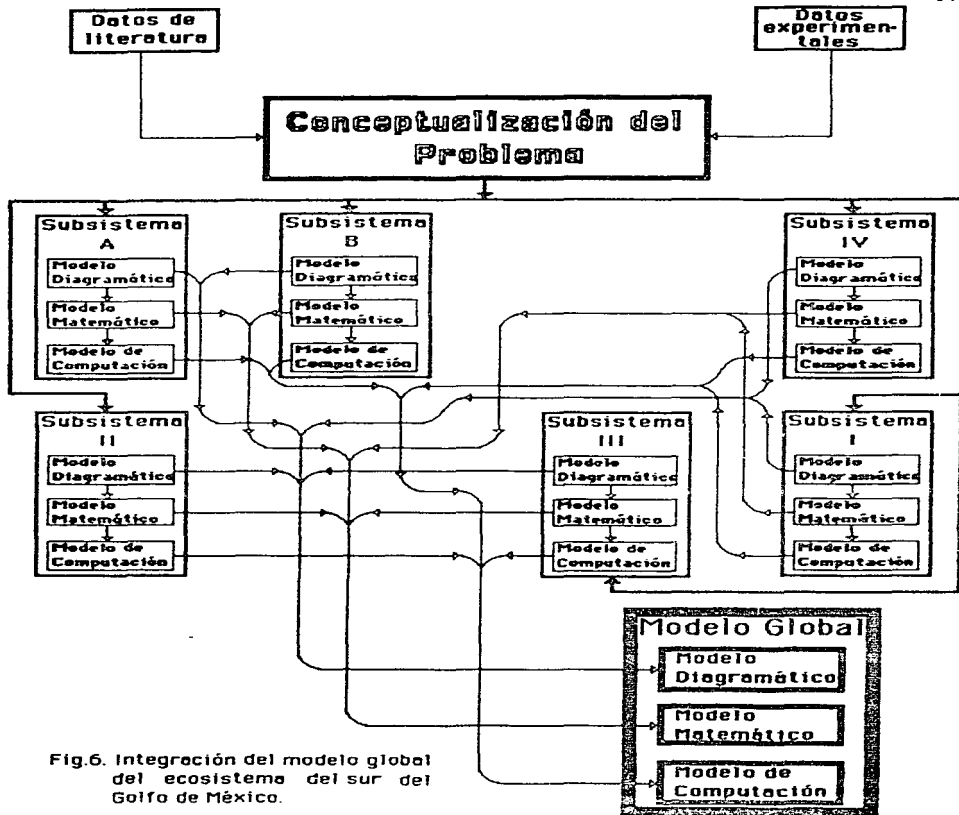


Fig.6. Integración del modelo global del ecosistema del sur del Golfo de México.

RESULTADOS

Modelos Diagramáticos

En la Figura 7 se muestra el diagrama tipo de los subsistemas del área de estudio. En él se ven los principales componentes y mecanismos de producción y las interacciones entre ellos. Las diferencias entre cada subsistema se muestran en las Tablas 2 y 3. Los diagramas específicos para cada subsistema se muestran en el anexo B. En la Figura 7 se muestran los flujos que existen entre los diferentes componentes, cada flujo está definido por el componente de donde proviene, una constante y por el componente receptor, en los casos en que el flujo depende de la biomasa del componente receptor (predación). Las tasas de respiración y excreción se consideraron constantes en todos los subsistemas del área, los coeficientes de excreción del bentos y el necton en la plataforma continental varían con respecto a los de la laguna debido al efecto de las capturas pesqueras no aprovechadas, las que se considera aumentan la cantidad de detritos provenientes de estos componentes. En la Figura 8 se muestra el diagrama del modelo general del área de estudio con las interacciones que existen entre los diferentes subsistemas.

Tabla 2. Distribución de los Componentes del Modelo en los Diferentes Ecosistemas.

Componentes	Subsistemas					
	B	I	II	III	IV	A
Fitoplancton	●	●	●	●	●	●
Pastos marinos	●	●	●	●		
Zooplancton	●	●	●	●	●	●
Detritos	●	●	●	●	●	●
Bentos	●	●	●	●	●	●
Necton	●	●	●	●	●	●
Manglar marino	●	●	●			
Manglar fluvial				●	●	●

Subsistema tipo

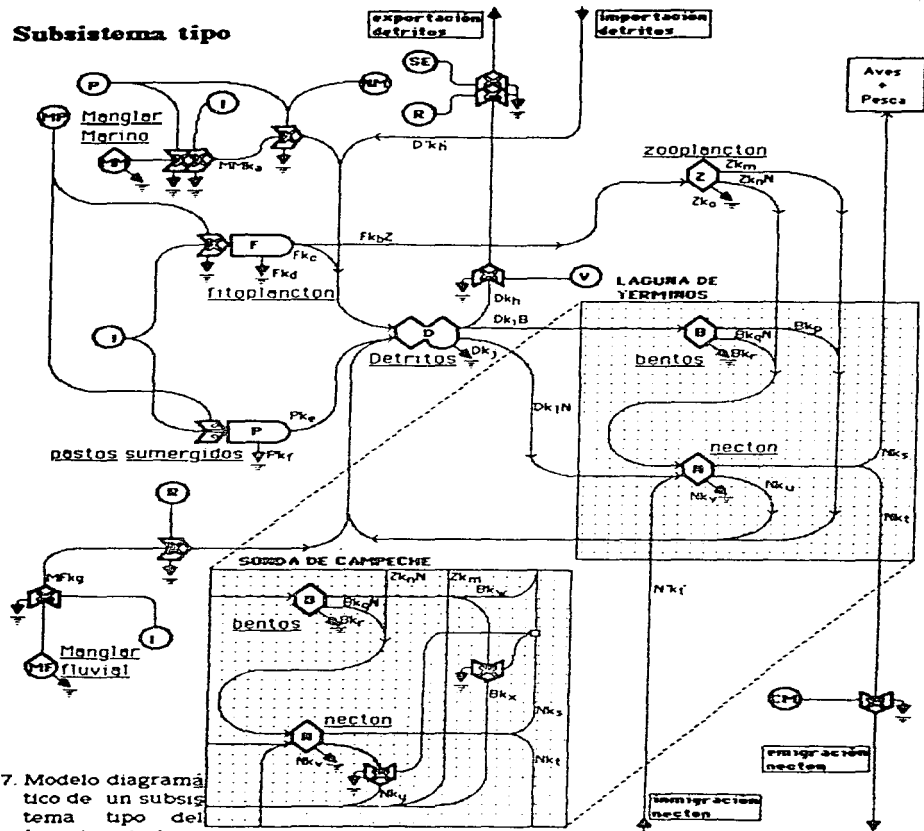


Fig. 7. Modelo diagramático de un subsistema tipo del área de estudio.

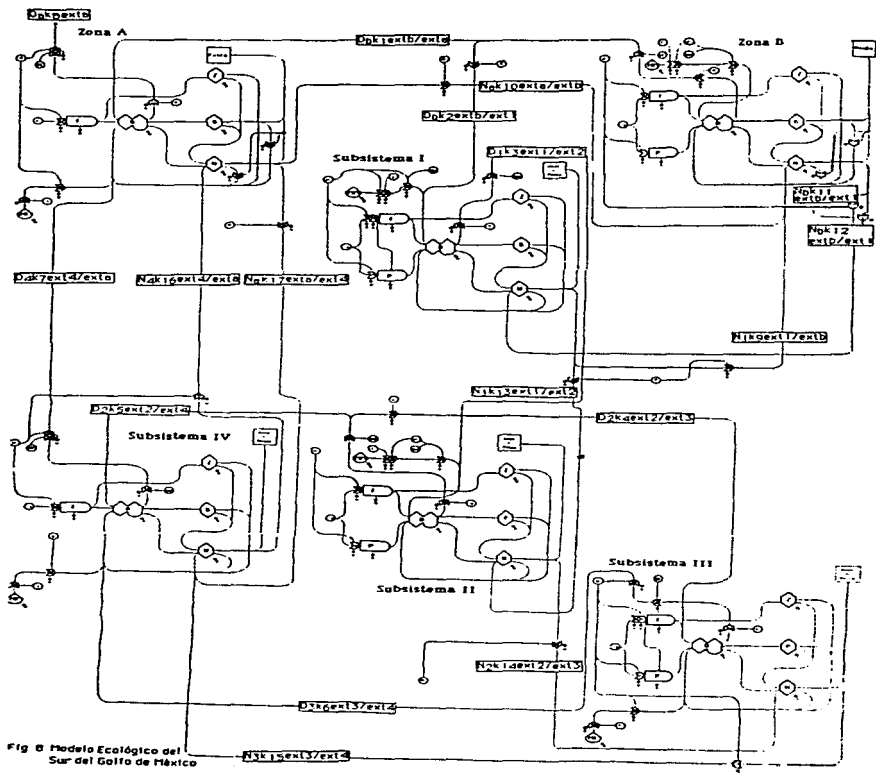


Fig 0 Modelo Ecológico del Sur del Golfo de México

Tabla 3. Mecanismos de Producción de los Diferentes Ecosistemas.

Mecanismo de Producción	Subsistemas					
	B	I	II	III	IV	A
HP-Mecanismo primario	P. Campeche	P. Sabancuy	P. Cd. del Carmen	R. Candelaria	H. Candelaria+R. Palizada	R. Grijalva-Usumacinta
P-Precipitación	Campeche	Sabancuy	Cd. del Carmen	-----	-----	-----
R-Descarga fluvial	-----	-----	Candelaria	Candelaria	Palizada	Grijalva-Usumacinta
I-Illuminación	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional
MH-Nivel del Mar	Campeche	Cd. del Carmen	Cd. del Carmen	-----	-----	-----
V-Vientos del norte	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional
SE-Vientos del sureste	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional
CH-Control de migraciones*	P, P ⁻¹	P, P ⁻¹	R	R ⁻¹	HP ⁻¹	R

*Según definido en la columna

Mecanismos de Producción

Por medio de regresiones polinomiales se encontraron expresiones que simularan los pulsos anuales promedio de los diferentes mecanismos de producción. No se utilizaron polinomios mayores de quinto grado y en ningún caso se consideró un polinomio con una

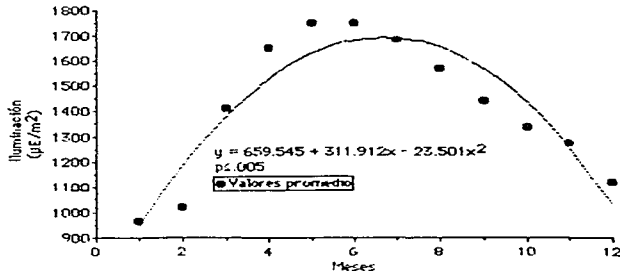


Fig. 9. Regresión polinomial entre la iluminación en la Laguna de Términos y tiempo (mes del año). Se muestra el polinomio encontrado y su nivel de significancia estadística.

p mayor a .005. En las Figuras 9 a 19 se muestran los resultados de estas regresiones (en el Anexo C se señalan estos análisis en más detalle)

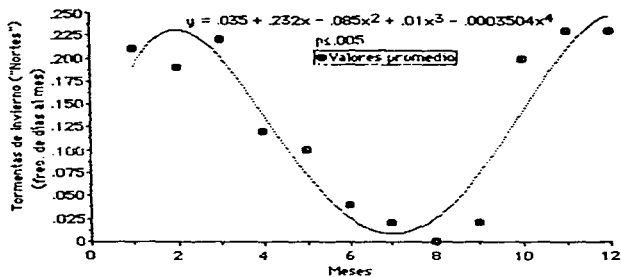


Fig. 10. Regresión polinomial entre la frecuencia de días con "Nortes" en el Sur del Golfo de México y tiempo (mes del año). Se muestra el polinomio encontrado y su nivel de significancia estadística.

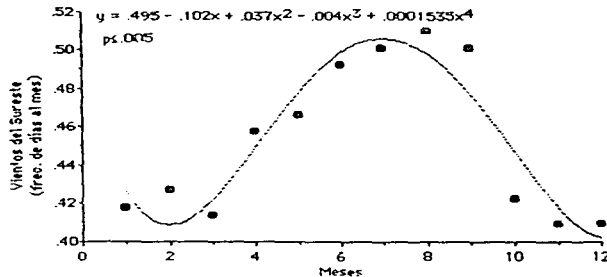


Fig. 11. Regresión polinomial entre la frecuencia de días con vientos del sureste en el Sur del Golfo de México y tiempo (mes del año). Se muestra el polinomio encontrado y su nivel de significancia estadística.

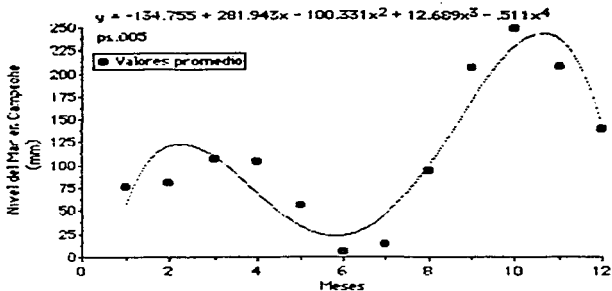


Fig. 12. Regresión polinomial entre el nivel del mar en Campeche y tiempo (mes del año). Se muestra el polinomio encontrado y su nivel de significancia estadística.

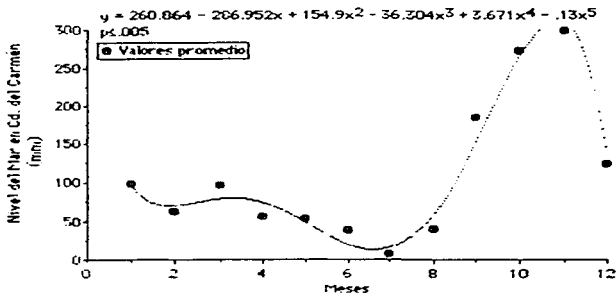


Fig. 13. Regresión polinomial entre el nivel del mar en Cd. del Carmen y tiempo (mes del año). Se muestra el polinomio encontrado y su nivel de significancia estadística.

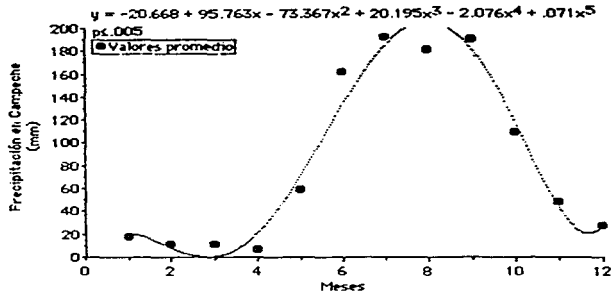


Fig. 14. Regresión polinomial entre la precipitación en Campeche y el tiempo (mes del año). Se muestra el polinomio encontrado y su nivel de significancia estadística.

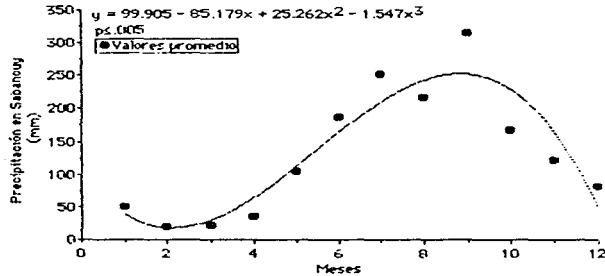


Fig. 15. Regresión polinomial entre la precipitación en Sabancuy y el tiempo (mes del año). Se muestra el polinomio encontrado y su nivel de significancia estadística.

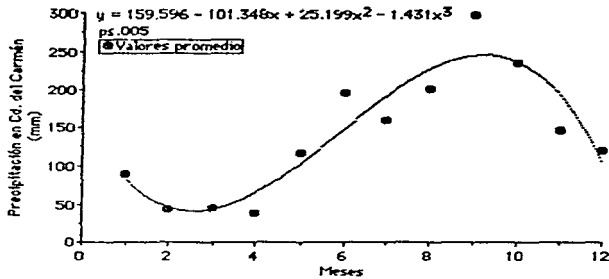


Fig. 16. Regresión polinomial entre la precipitación en Cd. del Carmén y el tiempo (mes del año). Se muestra el polinomio encontrado y su nivel de significancia estadística.

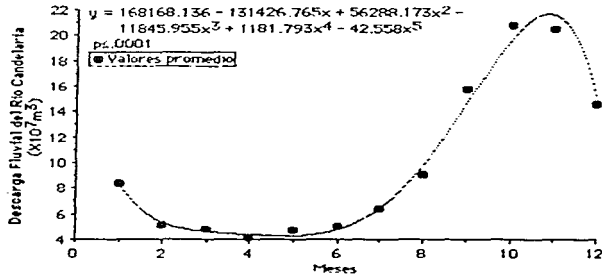


Fig. 17. Regresión polinomial entre la descarga fluvial del Río Candelaria y el tiempo (mes del año). Se muestra el polinomio encontrado y su nivel de significancia estadística.

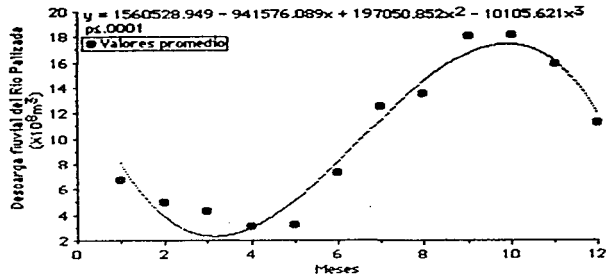


Fig. 18. Regresión polinomial entre la descarga fluvial del Río Palizada y el tiempo (mes del año). Se muestra el polinomio encontrado y su nivel de significancia estadística.

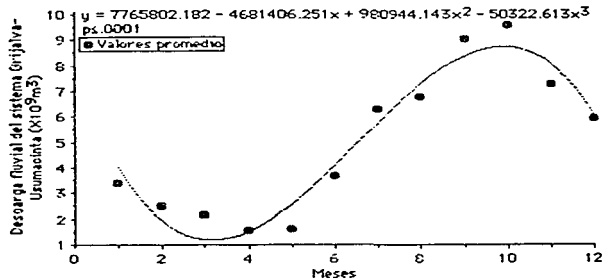


Fig. 19. Regresión polinomial entre la descarga fluvial del Sistema Grijalva-Usumacinta y el tiempo (mes del año). Se muestra el polinomio encontrado y su nivel de significancia estadística.

Manglares

Day *et al.* (1986b) presentan datos de biomasa de desechos foliares de manglares de dos tipos diferentes. Por un lado el desecho foliar de los manglares de Estero Pargo, sin influencia fluvial directa, y por otro el desecho foliar de los manglares de Boca Chica en el área del río Palizada. En este trabajo los primeros se denominan manglares de influencia marina. Para fines del modelo se considera que los factores que causan la producción de desecho foliar de los manglares de Estero Pargo del litoral interno de la Isla del Carmen (Subsistema I), son equivalentes a los procesos que afectan la producción de desecho foliar de los manglares del litoral de Campeche (Subsistema B), así como los manglares en el extremo Este de la Laguna de Términos (Subsistema II). Mediante correlaciones múltiples se encontró que el desecho foliar de estos manglares está relacionado con la precipitación en Cd. del Carmen y la iluminación. La ecuación muestra la relación entre estos factores y la producción de desecho foliar por estos manglares ($R^2=0.563$, $p<0.025$).

$$MM = 14.317 + 115P + 0.171I \dots \dots \dots (1)$$

donde P es la precipitación e I la iluminación solar. La figura 20 muestra los datos predichos por la ecuación y los datos experimentales, así como el diagrama de este componente del ecosistema.

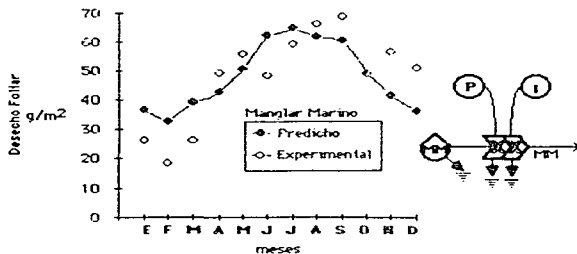


Fig. 20. Producción de desecho foliar de manglares de influencia marina, se muestran los datos experimentales y los datos predichos por la ecuación 1. También se presenta el diagrama que representa la producción de este componente.

Los manglares de Boca Chica (Subsistema IV) se denominan manglares de influencia fluvial, y se considera que los procesos que controlan la producción de desecho foliar de estos manglares son equivalentes a los del área del Río Candelaria (Subsistema III) y a los de las costas de Tabasco (Subsistema A). En este caso se encontró que el desecho foliar se producía en correlación únicamente con la iluminación. La ecuación

$$MF = .074 I - 29.511 \dots \dots \dots (2)$$

muestra eso mismo ($R^2 = .426$, $p < .025$). La Figura 2.1 muestra los datos predichos por la ecuación y los datos experimentales, así como el diagrama de este componente del ecosistema.

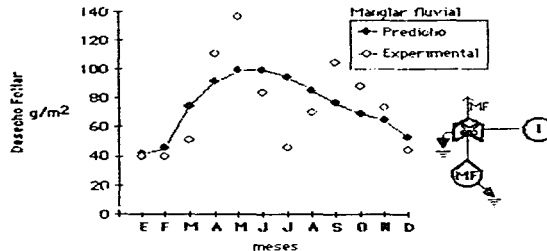


Fig. 2.1. Producción de desecho foliar de manglares de influencia fluvial, se muestran los datos experimentales y los datos predichos por la ecuación 2. También se presenta el diagrama que representa la producción de este componente.

Modelos Matemáticos

Fitoplancton:

En la Figura 22 presenta un diagrama donde se muestra el comportamiento de fitoplancton en el área de estudio.

En base a los procesos representados en dicha figura se desarrolló la siguiente expresión:

$$F(i) = F(i-1) * (1 + I * (y_1 * (V_{m1} * MP / (K_{m1} + MP))) - (k_b * Z(i-1) + k_c * k_d)) \dots \dots \dots (5)$$

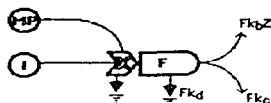


Fig. 22. Diagrama del fitoplancton. Se muestran los principales flujos de materia, los mecanismos de producción y la interacción con los pastos marinos.

En dicha expresión γ_1 es una constante de proporcionalidad, I fue definido en la ecuación (1), V_{m1} es la tasa de producción primaria bruta en saturación, MP es un mecanismo de producción que afecta la fotosíntesis (ver Tabla 3) y K_{m1} es la constante de saturación. Por su parte k_b es la tasa de pastoreo por parte del zooplancton, k_c es la tasa con la que el fitoplancton se deposita en el fondo como detritos, en los modelos se uso una tasa de producción primaria acuática neta ($k_p \cdot Z(1) + k_c$) de 0.07703 g/(g-organismo)(semana). Finalmente k_d es la respiración del fitoplancton se estimaron en base a datos de Day *et al.* (1982 y 1986a).

Pastos Marinos:

La Figura 23 muestra el diagrama general de los pastos marinos, señalando los flujos de materia, los mecanismos de control que los afectan.

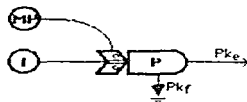


Fig. 23. Diagrama de los pastos marinos. Se muestran los principales flujos de materia, los mecanismos de producción y la interacción con los pastos marinos.

Los procesos representados en dicha figura se pueden representar mediante la ecuación:

$$P(t) = P(1) \cdot (1 + I \cdot (\gamma_1 \cdot (V_{m2} \cdot (1/MP)) / (K_{m2} + (1/MP))) - (k_e + k_f)) \dots (4)$$

donde y_2 es otra constante de proporcionalidad, V_{m2} es la tasa de producción primaria bruta en saturación de pastos marinos en saturación, MP se definió en (3) y K_{m2} es la constante de saturación, K_4 es la tasa de conversión de los pastos en detritos (.227g/(g-organismo)(semana), estimado en base a datos de Day *et al* (1982), mientras que K_1 es la respiración (.0976 g/(g-organismo)(semana), asumiendo 30% de la producción bruta).

Para encontrar V_{m1} , K_{m1} , V_{m2} y K_{m2} se trabajó con la ecuación de Michaelis-Menten, esta ecuación tiene la siguiente fórmula:

$$V_o = V_m * MP / (K_m + MP) \dots \dots \dots (5)$$

donde V es la tasa de reacción, en nuestro caso producción primaria (pastos o fitoplancton). Si esta ecuación se invierte tenemos:

$$1/V_o = (K_m/V_m)(1/MP) + 1/V_m \dots \dots \dots (6)$$

esta modificación de la ecuación de Michaelis-Menten se conoce como ecuación de Lineaweaver-Burk y es muy utilizada para encontrar los valores de saturación (V_m) y la constante de saturación (K_m). En el presente trabajo se realizó una regresión entre el inverso de la tasa de fotosíntesis (g/(g organismo)(semana)) de fitoplancton, contra el inverso de la precipitación para los datos del subsistema I. Se hizo lo propio con los datos de fotosíntesis de pastos sumergidos (g/(g organismo)(semana), comparando el inverso de estos datos con los datos de precipitación, ya que los pastos se ven afectados por la precipitación en forma inversa en este segundo caso no se trabajó con el inverso. Usando este procedimiento se obtuvo que la tasa de fotosíntesis acuática máxima (V_{m1}) es 0.17262 g/(g organismo)(semana) y una K_{m1} de 224.87, mientras que para el caso de los pastos V_{m2} fue 0.61087 y K_{m2} de 0.013493. Los valores de V_{m1} y V_{m2} se consideraron como constantes para todos los subsistemas. Los valores de K_{m1} encontrados para los Subsistemas B, II, III, IV y A fueron: 146.35, 242.199, 171189.61, 1883004.5 y 96771897, respectivamente. Los valores de K_{m1} de los Subsistemas III, IV y A son mayores puesto que el agente controlador del proceso es la descarga fluvial en lugar de la precipitación. Los valores de K_{m2} de los Subsistemas B, II y III fueron: 0.02065, 0.012478, 1.765X10⁻⁵, este último valor es tan pequeño debido a que el mecanismo controlador es la descarga fluvial. Para mayor información de esta metodología se recomienda la consulta de Lehninger (1978).

Zooplancton:

El diagrama general del zooplancton se muestra en la Figura 24 donde se señalan los flujos de materia.



Fig. 24. Diagrama del zooplancton. Se muestran los principales flujos de materia.

Los procesos esquematizados en dicho diagrama se pueden representar en la ecuación

$$Z(i) = Z(i-1) * (1 + F(i-1) * k_b - (N(i-1) * k_n + k_m + k_o)) \dots \dots \dots (7)$$

En esta expresión se encuentra la constante k_b definida en (1), así como k_n que representa la cantidad de zooplancton que es comida por los organismos nectónicos (.027 g/(g-organismo)(semana), este valor y el de las demás tasas metabólicas son adaptadas de Day *et al.*, 1973, a menos que se indique lo contrario). Finalmente k_m y k_o son las tasas de excreción (.205 g/(g-organismo)(semana)) y respiración (.11 g/(g-organismo)(semana)) respectivamente.

Detritos:

La Figura 25 muestra el diagrama general de los detritos, en este grupo se incluye a la materia orgánica en descomposición y los organismos asociados a este proceso. En él se puede ver la cantidad de flujos que parten y llegan a este componente.

Todos estos procesos se representan mediante la ecuación:

$$\begin{aligned} D(i) = & F(i-1) * k_c + P(i-1) * k_e + Z(i-1) * k_m + B(i-1) * k_p + N(i-1) * k_u + \\ & D'(i-1) * k_h * SE * V * R + MM * k_a * \text{inun} + MF * k_g * R + \\ & D(i-1) * (1 - (k_h * SE * V * R + B(i-1) * k_p + N(i-1) * k_p)) \dots \dots \dots (8) \end{aligned}$$

Esta es la expresión más compleja dado que los detritos es donde confluyen y parten, una mayor cantidad de interacciones.

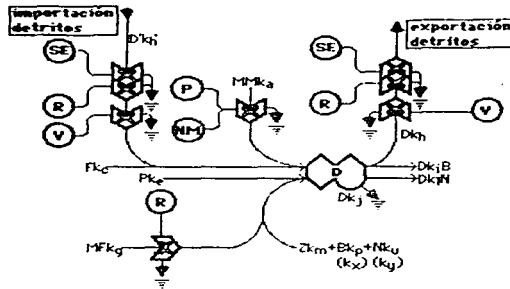


Fig. 25. Diagrama de los detritos. Se muestran los principales flujos de materia y los mecanismos de producción, entre paréntesis se muestra la tasa de excreción en los Subsistemas A y B.

Las constantes k_c , k_e y k_m fueron definidas en (3), (4) y (7) respectivamente. Por su parte, k_p y k_u son las tasas de excreción del bentos y el necton, respectivamente, estas cambian por k_x y k_y en los Subsistemas A y B. Tienen el mismo valor dentro de la laguna sin embargo, en los Subsistemas A y B este valor depende también de la cantidad de pesca que es devuelta al mar, lo que causa una mayor producción de detritos por bentos y necton. El término $D^{(i-1)} * k_h * SE * V * R$ representa la cantidad de detritos que se importa de Subsistemas vecinos, donde $D^{(i-1)}$ representa la biomasa de detritos en el subsistema de origen. En el Subsistema B este término no se considera, mientras que en los Subsistemas I y II no se considera el efecto de los ríos. Por otra parte el término $MM * k_a * inun$ equivale a la cantidad de detritos proveniente de los manglares de influencia marina, MM se obtiene a partir de la ecuación (1), k_a es la tasa de exportación de esta vegetación costera (0.083 g/(g de desecho)(mes)), $inun$ representa la inundación de los bosques de manglar y equivale a la suma de la precipitación y el nivel del mar. El término $MFk_g * R$ representa la cantidad de detritos que proviene de los manglares de influencia fluvial MF se obtiene mediante la ecuación (2), la tasa de exportación de detritos desde estos manglares se representa por la constante k_g (0.04 g/(g desecho foliar)(mes), estimado en base a datos de Day *et al.* (1982). La cantidad de detritos que es exportada hacia otros subsistemas esta definida en función de los vientos y la descarga fluvial y la constante k_h . Las constantes k_i y k_j son las tasas de ingestión de detritos por parte del bentos y necton, respectivamente.

Finalmente, k_j es la tasa de respiración de la comunidad de organismos pertenecientes a detritos (0.085 g/(g detritos)(semana)).

Bentos:

La Figura 26 muestra el diagrama correspondiente a los organismos bentónicos.

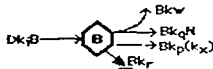


Fig. 26. Diagrama del bentos. Se muestran los principales flujos de materia, entre paréntesis se muestra la tasa de excreción en los Subsistemas A y B.

La ecuación (9) representa los procesos esquematizados en la Figura 26.

$$B(i) = B(i-1) * (1 + D(i-1) * k_i - (k_p + k_r + N(i-1) * k_q + k_w)) \dots \dots \dots (9)$$

Las constante k_i y k_p fueron definidas en (8). En los Subsistemas A y B estos organismos bentónicos son capturados, lo cual no solo causa la necesidad de añadir la tasa de explotación pesquera (k_w , 0.001 y 0.007 g/(g organismo)(semana), respectivamente, adaptado según capturas comerciales reportados por la Secretaría de Pesca), sino el cambiar k_p por k_x que además de incluir la tasa normal de excreción (k_p , 0.047 g/(g organismo)(semana)) también incluye la cantidad de detritos que se origina al tirar al mar la fauna acompañante bentónica de la pesca del camarón (0.011 y 0.008 g/(g organismo)(semana), para las zonas A y B respectivamente, estimado en base a capturas comerciales de camarón y proporción de fauna de acompañamiento, camarón según datos de Yáñez-Arancibia (1984). La tasa de depredación del bentos (0.24 g/(g organismo)(semana)) por parte del necton se representa por k_q . Por último k_r es la tasa de respiración (0.39g/(g organismo)(semana)).

Necton:

La Figura 27 muestra el diagrama de los organismos nectónicos, esquematizando los principales procesos que tienen lugar en este componente.

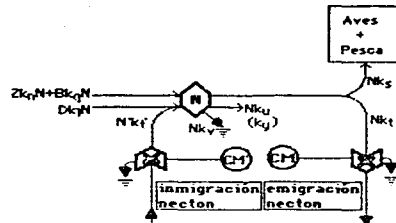


Fig. 27. Diagrama del necton. Se muestran los principales flujos de materia así como los movimientos migratorios y los mecanismos de producción que actúan sobre estos, entre paréntesis se muestra la tasa de excreción en los Subsistemas A y B.

Todos los procesos de la Figura 27 se representan en la ecuación

$$N(i) = N'(i-1) * k_t * CM' + N(i-1) * (1 + D(i-1) * k_{I1} + Z(i-1) * k_n + E(i-1) * k_q - (k_e + k_t * CM + k_u + k_v)) \dots (10)$$

Esta expresión describe el comportamiento de los organismos nectónicos. Las constantes k_n y k_q se definieron en (7) y (9), mientras que k_j y k_u se definieron en (8). Al igual que en el caso del bentos la tasa de excreción (k_u , 0.06 g/(g organismo)(semana)) se cambia por k_y para considerar el efecto de la fauna de acompañamiento nectónica del camarón que es regresada al mar (0.093 y 0.072 g/(g organismo)(semana) para las zonas A y B respectivamente). La inmigración al Subsistema en cuestión se representa por $N'(i-1) * k_t * CM'$, donde $N'(i-1)$, k_t y CM' representan la biomasa, la tasa de emigración y el mecanismo que controla las migraciones en el subsistema de origen respectivamente. Por su parte $k_t * CM$ representa la emigración del sistema. Según sea el caso CM puede ser la precipitación o su inverso (Subsistemas B, I y II) o la descarga fluvial o su inverso (Subsistemas II, III, IV y A). La cantidad de pesca y la depredación por aves se incluyen juntas en k_s (0.052 g/(g organismo)(semana)), en los Subsistemas A y B se considera solo el efecto de la pesca. La tasa de respiración equivale a k_v (0.038 g/(g organismo)(semana)). En el anexo D se muestra la forma en que se estimaron Bk_y , Bk_x , Nk_y y Nk_s para los Subsistemas A y B.

Intercambio entre los Subsistemas

En la Figura 8 se destacan los diferentes flujos de intercambio entre los subsistemas. Los flujos muestran el componente de procedencia (según la primer letra con su subíndice) y señalan en forma detallada el destino de los flujos Dk_h y Nk_i de la Figura 7.

En la Tabla 4 se muestran las tasas de exportación de los flujos indicados en la Figura 8. Estos flujos se han dividido en dos grupos, los flujos de detritos y los de organismos nectónicos. El primer grupo se estimó suponiendo que en promedio se mueve una tercera parte de los detritos de la laguna. Aunque en los diagramas no está implícito el efecto del tipo de sedimento, la profundidad y la superficie cubierta por vegetación bentónica (pastos), en cada tasa de exportación de detritos de la Tabla 4 se consideró el efecto de estos parámetros. En términos generales la fracción del fondo cubierta por pastos y el porcentaje de $CaCO_3$ se consideraron como relacionados positivamente con la exportación de materia orgánica, mientras que la profundidad esta relacionada en forma negativa. Los principales responsables del movimiento de estos detritos son los vientos y los ríos. La exportación de detritos del Subsistema B se divide en dos partes, la primera (D_bk_1), alrededor del 90%, se dirige al Subsistema A, el resto entra a la laguna acarreado por los "nortes" (D_bk_2). El detrito que se exporta del Subsistema II se divide en dos partes, la primera es acarreada por los "nortes" al Subsistema III (D_2k_4), el resto se dirige al Subsistema IV (D_2k_5). Todo el ecosistema exporta detritos hacia el este del Subsistema A, lo cual se representa con el flujo D_ak_6 .

La Tabla 4 muestra las tasas de exportación de detritos y organismos nectónicos en función del componente de origen.

Tabla 4 Tasas de exportación de detritos y organismos nectónicos entre los distintos subsistemas.

Componente	g/g m ²	Componente	g/g m ²
D_bk_1	} 0.0015	N_1k_7	0.00160
D_bk_2		N_2k_{10}	0.00010
D_1k_3	0.0086	N_3k_{11}	0.00014
D_2k_4	} 0.0089	N_4k_{12}	0.00002
D_2k_5		N_1k_{13}	0.00404
D_3k_6	0.0051	N_2k_{14}	0.00650
D_4k_7	0.0051	N_3k_{15}	0.01113
D_6k_8	0.006	N_4k_{16}	0.01727
		N_6k_{17}	0.00008

Para estimar el movimiento de organismos nectónicos se consultaron trabajos de las interacciones de comunidades de peces de la laguna con la plataforma continental (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985c) y del comportamiento de especies dominantes de la laguna (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1986), así como trabajos que tratan sobre el comportamiento de camarones peñidos en la laguna (Sánchez, 1981 y Aguilar, 1985). En base a estos trabajos se definieron 3 pulsos migratorios; el primero considera a organismos nectónicos, básicamente peces juveniles y adultos, provenientes del Subsistema B que entran al Subsistema I en época de secas (N_{Bk12} en la Figura 8), con fines de alimentación, estos organismos regresan en la época de lluvias al Subsistema B (N_{1k9}). Un segundo grupo esta formado por organismos que entran a la laguna (N_{Bk11}), a través del Subsistema I (N_{1k13}), en lluvias y que se dirigen al Subsistema III, a través del Subsistema II (N_{2k14}), para salir en época de secas (N_{3k15}) pasando por el Subsistema IV (N_{4k16}), estos organismos regresan al Subsistema B pasando por el Subsistema A (N_{Ak10}). Los organismos que salen por el Subsistema IV (N_{4k16}) no forman parte exclusiva del segundo grupo de organismos migratorios, ya que una porción de este flujo está formado por organismos que siguen el tercer patrón de migraciones. Este último patrón esta formado por organismos provenientes del Subsistema A que entran al Subsistema IV en lluvias (N_{Ak17}) saliendo de la forma antes indicada. Para fines de este modelo se consideró que en un año en total se mueve el 36% de la biomasa nectónica de la laguna por migraciones, de esto la mitad son organismos del segundo grupo y los otros dos grupos forman la mitad restante por partes iguales.

Resultados de los Modelos

En la Tabla 5 se muestra la biomasa promedio de los componentes de cada uno de los subsistemas considerados en los modelos.

Tabla 5. Biomases promedio de los componentes de los modelos para cada uno de los subsistemas (los datos estan en g/m²)

Componente	SUBSISTEMA					
	B	I	II	III	IV	A
Fitoplancton	19.26	156.50	133.481	150.71	155.44	30.61
Pestos marinos	0.43	28.93	1.947	13.61		
Detritos	8.86	48.53	45.05	121.40	123.86	32.16
Zooplancton	0.03	0.33	2.79	0.29	0.34	0.06
Bentos	0.09	0.16	0.072	0.12	0.08	0.15
Necton	0.85	1.75	0.755	1.22	0.58	1.16

En la Figura 28 se muestran los valores de biomasa mensual de fitoplancton promedio. En términos generales la biomasa fitoplanctónica alcanza el máximo valor en la época de mayor descarga fluvial y/o precipitación, en los meses de septiembre a noviembre, pero la biomasa mantiene valores altos hasta enero. Los niveles más altos de biomasa fitoplanctónica se encuentran en el Subsistema I, con un promedio de 156.506 g/m²; mientras que los valores más bajos se encuentran en la plataforma continental en el Subsistema B, con un promedio de 19.269 g/m². En enero los Subsistemas III y IV tienen valores más altos que los Subsistemas I y II debido a que la descarga fluvial, la cual determina la producción del fitoplancton en los los subsistemas con esta descarga, está ligeramente desfazada de la precipitación, que determina la producción del fitoplancton en los subsistemas sin ríos

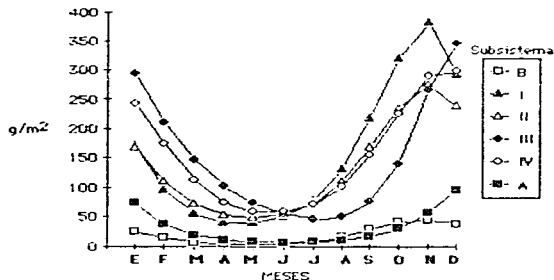


Fig.28. Comportamiento de la biomasa de fitoplancton mensual para los diferentes subsistemas de la laguna, según datos predichos.

La Figura 29 muestra el comportamiento de la biomasa de pastos marinos. Los valores más altos se tienen en el Subsistema I, con un promedio de 28.932 g/m², en el Subsistema B se encuentran los valores mínimos, aquí el promedio es de 0.438 g/m². En el Subsistema I la biomasa alcanza el máximo entre mayo y junio, mientras que en el Subsistema III se alcanza en lluvias entre julio y agosto.

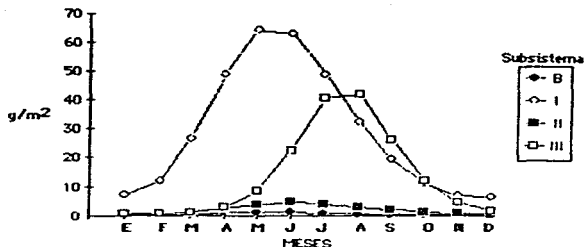


Fig. 29. Comportamiento de la biomasa de pastos marinos mensual para los diferentes subsistemas de la laguna, según datos predichos.

En términos generales la biomasa zooplanctónica alcanza la mayor biomasa en la época de secas (Fig. 30). En el Subsistema I se alcanzan los mayores valores, 1.165 g/m² en enero, con promedio de 0.331 g/m². En el Subsistema B se tienen los valores menores con un promedio de 0.036 g/m².

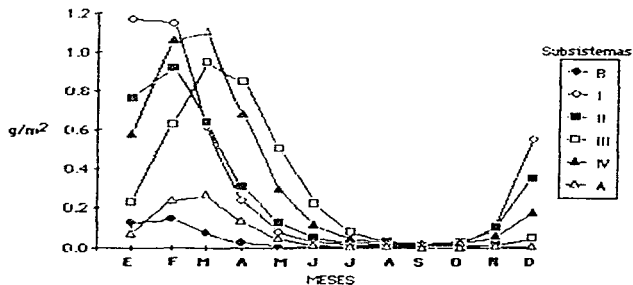


Fig. 30. Comportamiento de la biomasa de zooplankton mensual para los diferentes subsistemas de la laguna, según datos predichos.

El patron de variación de los detritos no es similar en ninguno de los subsistemas (Fig. 31). La mayor abundancia de detritos se encuentra en los Subsistemas III y IV, con un promedio de 121.407 y 123.869 g/m² respectivamente, con valores máximos en

marzo a fines de la época de "nortes". En el Subsistema B se encuentran los valores más bajos con un promedio de 28.807 g/m^2 .

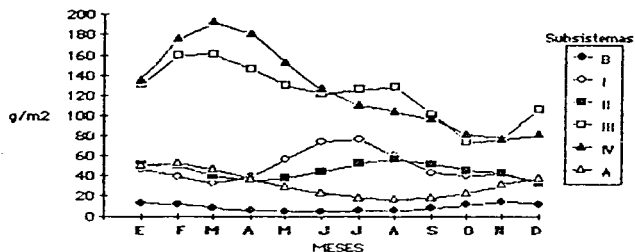


Fig. 31. Comportamiento de la biomasa de detritos mensual para los diferentes subsistemas de la laguna, según datos predichos.

La mayor biomasa bentónica se encuentra en el Subsistema I (Fig. 32), con un promedio de 0.16 g/m^2 , aunque los valores más altos se encuentran en el Subsistema A (0.235 g/m^2 , en abril). El Subsistema II muestra los valores más bajos, con un promedio de 0.072 g/m^2 .

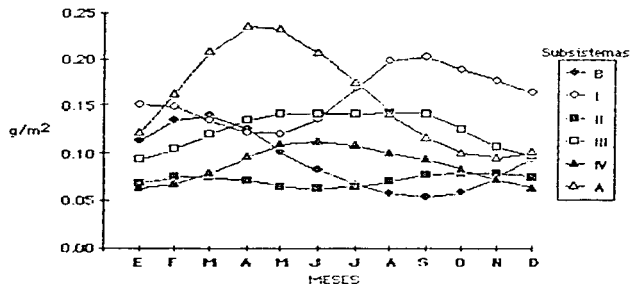


Fig. 32. Comportamiento de la biomasa bentónica mensual para los diferentes subsistemas de la laguna, según datos predichos.

El comportamiento de la biomasa nectónica se muestra en la Figura 33. La mayor abundancia de nectón se encuentra en el Subsistema I, con un promedio de 1.753 g/m^2 .

con mayores valores en la época de lluvias. El Subsistema IV muestra los valores más bajos con un promedio de 0.58 g/m^2 .

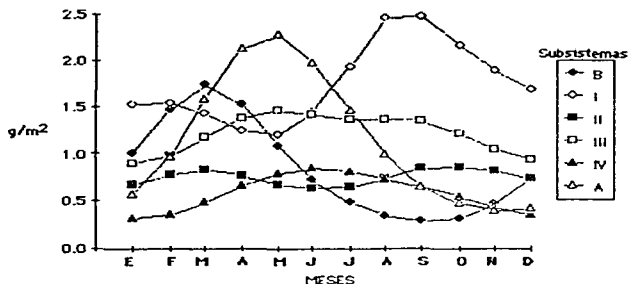


Fig.33. Comportamiento de la biomasa nectónica mensual para los diferentes subsistemas de la laguna, según datos predichos.

Validación

En la Figura 34 se comparan las variaciones de biomasa fitoplanctónica promedio de toda la laguna, predichas por los modelos con las variaciones de biomasa de fitoplancton, estimada a partir de la concentración de clorofila a promedio de la laguna ($1 \text{ g C} = 25 \text{ g clorofila } a$; $1 \text{ g peso húmedo} = 2.5 \text{ g C}$, según Parsons *et al.*, 1977) de acuerdo datos de Day *et al.* (1982). En esta figura se observa que ambos pulsos son muy similares.

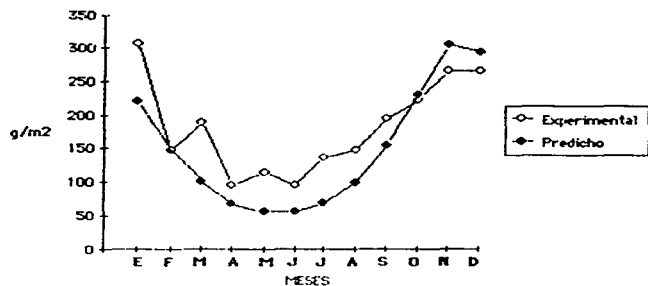


Fig.34. Comparación entre promedios mensuales experimentales y predichos de las biomásas de fitoplancton la Laguna de Términos.

En las Figuras 35 y 36, se comparan los pulsos de productividad primaria acuática predichos y experimentales para los Subsistemas I y II. En ambos casos se observa que tanto los datos experimentales como los predichos tienen sus mayores valores en la época de lluvias y principios de "nortes".

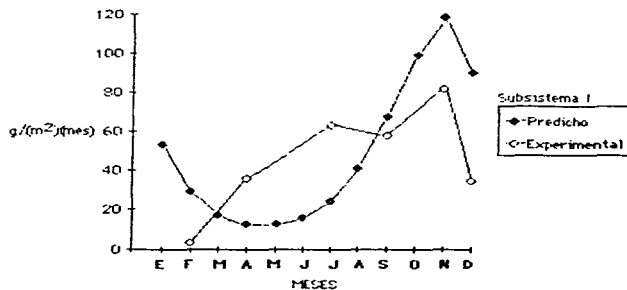


Fig.35. Comportamiento de la producción acuática mensual experimental y predicha para el subsistema I.

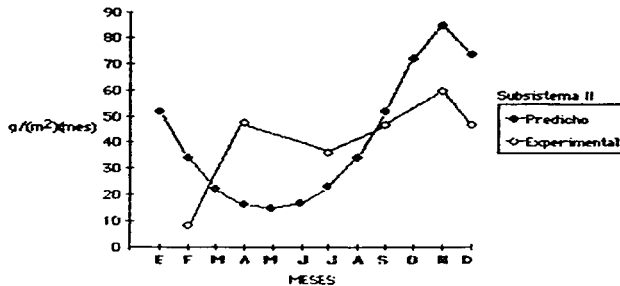


Fig.36. Comportamiento de la producción acústica mensual experimental y predicha para el subsistema II.

En la Figura 37 se comparan los datos de biomasa de pastos marinos predichos por el modelo con datos experimentales para el subsistema I (Day *et al.*, 1982). En ambos casos encontramos los valores más altos en la época de secas y los menores en lluvias, mostrando los datos del modelo una mayor variabilidad.

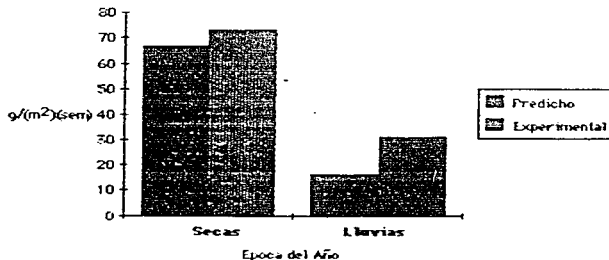


Fig. 37. Comparación entre los promedios de biomasa de pastos marinos, por época del año, experimental y la biomasa predicha por el modelo para el subsistema I.

En la Figura 38 se comparan los datos de producción primaria de los pastos marinos experimentales (Day *et al.*, 1982) y predichos para el mismo subsistema I, en ambos casos la mayor producción la encontramos en la época de secas, los datos experimentales son ligeramente mayores que los del modelo. En las dos últimas comparaciones los valores del modelo se divide entre 0.13, ya que el modelo considera la biomasa como uniformemente distribuida, pero solo alrededor del 13% de la superficie está cubierta por esta vegetación, este subsistema es el que muestra la mayor extensión de estos pastos.

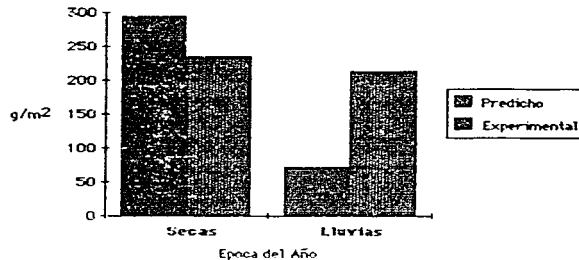


Fig. 38. Comparación entre los promedios de producción primaria de pastos marinos, por época del año, experimental y la producción primaria predicha por el modelo para el subsistema I.

En las Figuras 39 a 44, se comparan las medias experimentales y predichas para las biomazas nectónicas, la mayor similitud en las variaciones de biomasa entre los datos del modelo y los experimentales se encontró en el subsistema A (Fig. 44).

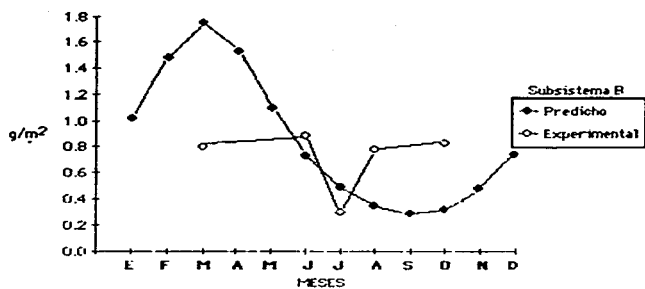


Fig. 39. Comparación entre los promedios de biomasa neotónica mensual experimental y la biomasa predicha por el modelo para el subsistema B.

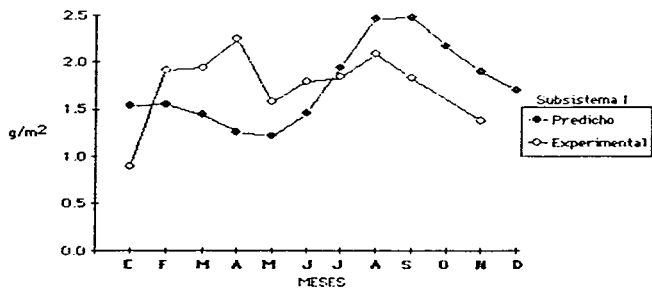


Fig. 40. Comparación entre los promedios de biomasa neotónica mensual experimental y la biomasa predicha por el modelo para el subsistema I.

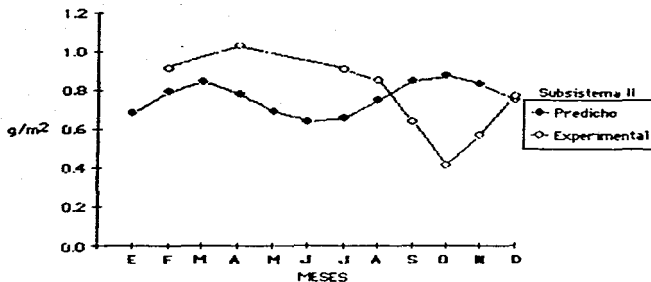


Fig. 41. Comparación entre los promedios de biomasa neotónica mensual experimental y la biomasa predicha por el modelo para el subsistema II.

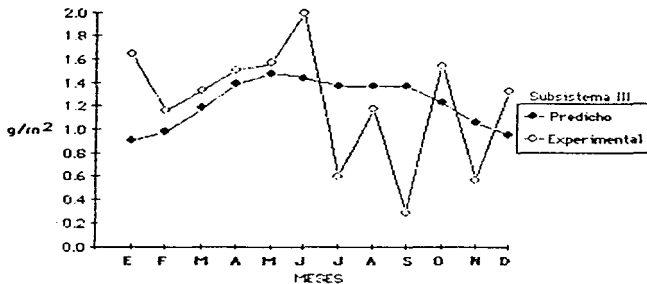


Fig. 42. Comparación entre los promedios de biomasa neotónica mensual experimental y la biomasa predicha por el modelo para el subsistema III.

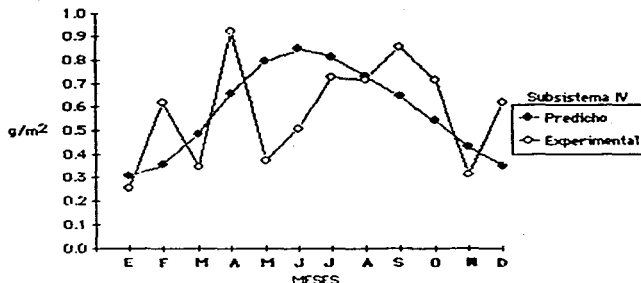


Fig. 43. Comparación entre los promedios de biomasa neotónica mensual experimental y la biomasa predicha por el modelo para el subsistema IV.

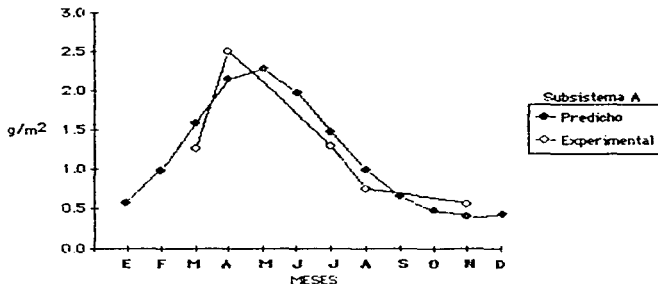


Fig. 44. Comparación entre los promedios de biomasa neotónica mensual experimental y la biomasa predicha por el modelo para el subsistema A.

Para valorar que tan reales son los resultados del modelo se buscó el coeficiente de correlación por rangos de Spearman, con $\alpha=0.1$. De las 9 pruebas realizadas en 4 se pudo demostrar una correlación significativa. Por medio de una prueba de χ^2 se establece que los valores encontrados se comportan como los valores reales (Ver anexo C)

DISCUSION

Mecanismos de Producción

Descarga Fluvial

En el Golfo de México drenan los demás sistemas deltaicos mayores de Norte America, el Río Mississippi, en los Estados Unidos, y el sistema fluvial Grijalva-Usumacinta, en México. Correlativamente en ambas regiones de la plataforma continental adyacente se presentan los principales niveles de producción de recursos demersales (Moore *et al.*, 1981; Darnell *et al.*, 1983; Yáñez-Arancibia, 1984; Sánchez-Gil, 1985, Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1986), como consecuencia del efecto ecológico de la descarga en la producción natural de la plataforma continental interna (Soberón-Chávez y Yáñez-Arancibia, 1985).

En el sur del Golfo de México es una característica constante el establecimiento de deltas, determinados por procesos costeros, predominantemente de condiciones fluviales, en la parte interior de amplias lagunas costeras (West *et al.*, 1976; Gutierrez Estrada *et al.*, 1982, Gutierrez-Estrada y Galaviz-Solis, 1983). Esto predispone y condiciona en gran medida la heterogeneidad ambiental y gradiente de habitats desde los pantanos hacia la plataforma continental (Soberón-Chávez y Yáñez-Arancibia, 1985).

El flujo de agua dulce puede afectar la producción natural debido a: 1) transporte de nutrientes, 2) transporte de detritos, 3) transporte y deposición de sedimentos, 4) reducción de la salinidad y 5) transporte y mezcla de masas de agua (Goldberg, 1971; Browder y Moore, 1981; Armstrong, 1982).

En la Laguna de Términos las descargas de los ríos Candelaria y Palizada son las principales fuentes de nutrientes (Yáñez-Arancibia y Day, 1982), de igual forma los patrones de salinidad y transparencia del agua, se correlacionan inversamente con los patrones de descarga fluvial y la precipitación (Day *et al.*, 1982). Todo lo anterior puede servir para explicar porque en época de lluvias la producción de fitoplancton es mayor. Por otro lado, la disminución en la transparencia, que afecta la fotosíntesis de estos pastos, y la disminución de la salinidad, que causa estrés en los pastos ya que son organismos predominantemente marinos, pueden servir para explicar porque la producción de los pastos marinos disminuye en la época de lluvias.

Precipitación

En regiones con manglares los escurrimientos causados por la precipitación son un factor importante que contribuye a la exportación de materia orgánica desde los

manglares hacia los cuerpos de agua adyacentes, tanto por efecto de descarga directa como por efecto de erosión y transporte. Los períodos de mayor precipitación están ligados con los períodos de mayor transporte de materia orgánica a las cuencas donde los flujos de marea son debiles (Soberón-Chávez y Yáñez-Arancibia, 1985). En la Laguna de Términos la marea tiene menos de 42 cm. de amplitud promedio, pero los flujos causados por estas mareas determinan la magnitud de la circulación en el interior de la laguna, mientras que la dirección de esta depende de las descargas fluviales y el patrón de vientos.

Por otra parte Day *et al.* (1986a), han encontrado que la incorporación de desecho foliar de los manglares a la zona de pastos marinos (Subsistema I), causa un aumento del metabolismo del fitoplancton. Esto podría explicar porque la época de mayor precipitación en este subsistema coincide con los períodos de mayor producción natural.

Vientos

Los patrones de viento estan ligados a otros procesos costeros importantes, tales como los patrones de precipitación, variaciones de presión ambiental y del nivel del mar, así como de la circulación litoral (Soberón-Chávez y Yáñez-Arancibia, 1985).

Los vientos del sureste permiten que exista un flujo neto de entrada a la laguna por el subsistema I y un flujo neto de salida por el Subsistema IV. Este patrón de circulación, junto con la descarga fluvial, permite el establecimiento de gradientes semipermanentes de turbidez, nutrientes y tipos de sedimentos (Yáñez-Arancibia y Day, 1982; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1983; Kjerfve *et al.*, 1987).

En este trabajo se consideró que los vientos participaban de dos formas, la primera determinando la dirección del flujo, junto con la descarga fluvial, y causando la suspensión de detritos del fondo.

Nivel del Mar

El efecto que pueden tener las variaciones del nivel del mar en regiones de planicies costeras de pendiente reducida, ha sido discutido con anterioridad (Soberón-Chávez y Yáñez-Arancibia, 1985). Estas variaciones del nivel del mar tienen importancia considerable en el intercambio biológico entre los pantanos y los cuerpos de agua adyacentes (Day *et al.*, 1983; Day *et al.*, 1982).

En el presente trabajo se consideró el efecto que tienen las variaciones del nivel del mar en la exportación de desecho foliar de los manglares hacia los Subsistemas sin influencia fluvial directa.

Resultados del Modelo

Fitoplancton

En el caso del fitoplancton el modelo predice variaciones de biomasa que corresponden en estacionalidad con las variaciones de la biomasa fitoplanctónica observada, estimada a partir de los datos de clorofila *a* (Fig. 34). Por otra parte, Day *et al.* (1986 a) reportan para la zona de mayor distribución de pastos marinos (Subsistema I) una producción de 577 g/m²-año (231 gC/m²-año, incluyendo la parte central y las orillas de las praderas de pastos) y para la cuenca central 492.5 g/m²-año (197 gC/m²-año). Estos valores no solo son similares a los predichos para los Subsistemas I y II (575.625 g/m²-año y 491.289 g/m²-año, respectivamente), sino que la variación estacional de la producción primaria reportada por estos autores es similar a la predicha por el modelo, con los valores más altos en la época de lluvias (Figs. 35 y 36). Por otra parte Day *et al.* (1982), reportan una producción primaria promedio para toda la laguna de 547.5 g/m²-año (219 gC/m²-año) que es similar al promedio de los cuatro subsistemas del interior de la laguna (546.32 g/m²-año).

Pastos Marinos

Day *et al.*, (1982) reportan un valor de producción primaria de 45.5 g/m²mes para pastos marinos en el litoral interno de la Isla del Carmen (Subsistema I). Este valor es ligeramente menor que el valor predicho, 50.99 g/m²mes. En la Figura 37 esto no es tan aparente ya que para los meses que se tomaron para la comparación (secas, marzo-abril y lluvias, octubre-noviembre), la producción observada es ligeramente mayor que la predicha. Por otra parte las variaciones de la biomasa predicha de pastos es mayor que la observada, tal como se señala en la Figura 36.

Manglares

Los manglares, según datos del modelo, aportan materia orgánica en los subsistemas del interior de la laguna en razón de 20.4 Ton/Ha/año, exportando entre 4 y 8% del material foliar producido. Este valor es similar al valor estimado de 15 a 18Ton/Ha/año estimado con anterioridad por Day *et al.* (1982). En los manglares de influencia fluvial cabría esperar una relación entre las descargas de los ríos y la producción de desecho foliar. Los análisis de correlación realizados no mostraron lo anterior tal vez debido a que el efecto de la iluminación solar sobre el decaimiento de las hojas enmascara otros factores que afectan la producción de este desecho foliar.

Zooplancton

El modelo predice valores de zooplancton muy similares en magnitud a los datos observados por Salas Marmolejo (1981), pero la estacionalidad difiere. El modelo predice máximos de biomasa de zooplancton en los meses de "nortes", enero-febrero, como consecuencia de los aumentos de biomasa fitoplanctónica en noviembre-diciembre, mientras que los datos observados por Salas Marmolejo tienen máximos a principios de la época de lluvias. Esta diferencia se puede deber a varios factores no considerados en el modelo, como aumento de meroplancton (formas larvianas de organismos bentónicas y nectónicas) en esta época del año. Pero tampoco se puede descartar algún error de muestreo de Salas Marmolejo, ya que el propósito del trabajo de Salas Marmolejo fué cuantificar un componente de la comunidad zooplanctónica, esto es, copepodos. Es por ello que los datos que brinda del peso total de las muestras no informa el porcentaje de peso formado por desechos orgánicos particulados acarreados por los ríos en la época de lluvias.

Detritos

En la Tabla 6 se muestra el balance de los distintos ecosistemas. Este balance se muestra siguiendo la nomenclatura de la Figura 7. Dado que en los modelos el componente con más interacciones son los detritos, el balance del ecosistema se discutirá en base al comportamiento de los flujos que convergen en este componente.

Sobre los detritos convergen los flujos de material proveniente de todos los componentes, por lo cual es fácil evaluar el impacto de cada componente sobre el funcionamiento del ecosistema.

Según los datos de la Tabla 6, en promedio, el 5.9% del material que acaba como detritos en los subsistemas de la laguna proviene de los manglares (flujos **MMk_a** y **MFk_g**). El máximo impacto de los manglares se tiene en el Subsistema III, donde el aporte desde los manglares equivale a cerca del 14% del material que llega a los detritos. En los subsistemas de la plataforma el impacto directo de los manglares es bastante menor, siendo menos del 1% del material que fluye a los detritos.

El fitoplancton es el principal productor primario en el ecosistema general, la cantidad de material de esta fuente (flujo **Fk_c**) que llega a los detritos es del 34%, en promedio (según datos de la Tabla 6) Para el interior de la laguna, en el Subsistema I este valor llega a ser cercano al 50%, mientras que en los Subsistemas III y IV, este valor es menor al 30%. Esto refleja el hecho de que el Subsistema I es el que recibe menor cantidad de materia orgánica de otros subsistemas. Los Subsistemas III y IV

reciben cantidades altas de este tipo de aporte. El impacto de la producción del fitoplancton en la plataforma continental, en ambos subsistemas forma más del 68% de las entradas de detritos (ver Tabla 6).

Los pastos marinos tienen importancia principalmente en el Subsistema I, donde su producción (flujo PK_e) equivale a un poco más del 26% del material que llega a los detritos. Esto refleja simplemente la distribución de estos pastos, en el resto de los subsistemas donde su distribución es más restringida su impacto es bastante menor (ver Tabla 6).

Tabla 6. Flujos de materia de los subsistemas de la Sonda de Campeche y Laguna de Términos ($g/(m^2)(año)$).

FLUJOS	SUBSISTEMAS					
	B	I	II	III	IV	A
MMka	0.074	17.169	38.385	---	---	---
FkbZ	0.600	5.335	4.449	4.887	5.571	1.074
Fkc	70.197	570.290	486.840	549.310	566.602	111.210
Fkd	90.245	732.960	625.140	705.840	728.007	143.360
Pke	4.771	315.240	21.214	148.330	---	---
PKf	2.051	135.490	9.118	63.754	---	---
MFkg	---	---	---	265.990	56.222	1.594
Dkh	29.945	949.896	927.960	1428.60	1442.65	45.729
D'kh'	---	285.400	593.318	954.318	1514.10	64.293
DK ₁ B	0.505	0.734	0.342	0.630	0.404	0.836
Dk _j	36.179	198.040	183.803	495.340	505.380	131.241
DK ₁ N	8.605	12.250	5.134	8.218	3.727	11.668
Zkm	0.350	3.254	2.734	2.919	3.410	0.634
Zk _n N	0.071	0.312	0.243	0.401	0.361	0.102
Zko	0.186	1.746	1.467	1.567	1.830	0.340
Bkp	---	0.361	0.163	0.203	0.198	---
BK ₁ qN	0.056	0.075	0.041	0.111	0.045	0.092
Bkr	0.174	0.299	0.135	0.235	0.165	0.296
Bkw	0.031	---	---	---	---	0.008
Bkx	0.245	---	---	---	---	0.441
Nks	1.763	4.293	1.849	2.992	1.420	1.113
Nkt	0.005	0.534	0.244	0.673	0.469	0.006
N'kt'	0.004	0.434	0.230	0.680	0.473	0.008
Nku	---	5.050	2.176	3.520	1.671	---
Nkv	1.558	3.198	1.378	2.229	1.058	2.116
Nky	5.410	---	---	---	---	8.631

El material de origen animal que llega a los detritos es tratado en conjunto (flujos BK_p , BK_x , NK_u y NK_y). En general es reducido, siendo menor al 1% del total. Sin embargo, en los subsistemas de la plataforma continental esto no es así. Los modelos consideran el efecto de la pesca de camarón en la Sonda de Campeche, no solo dentro de los flujos NKs de la Figura 7 y la Tabla 6, sino además el efecto de desechar la fauna de acompañamiento. Es por ello que las tasas de excreción de bentos y necton (constantes K_p y K_u) de los subsistemas del interior de la laguna en la Figura 7 son cambiadas por las tasas K_x y K_y , donde esto se toma en cuenta. Todo esto causa que las fuentes animales originen más del 6% del material que da origen a los detritos en los Subsistemas A y B. Browder (1981), tratando el desecho de la fauna de acompañamiento esencialmente de la misma manera que en este trabajo, llegó también a la conclusión de que el principal efecto del desecho de la fauna de acompañamiento es un mayor aporte de detritos, en su caso reservas de materia orgánica con alta concentración de nitrógeno.

Es importante ver que en los subsistemas del interior de la laguna existe una fuente de detritos proveniente de subsistemas vecinos (Flujo DK_h). En promedio, dentro de la laguna, esta fuente es mayor al 48% del flujo total de entrada a los detritos. Este alto porcentaje puede ser engañoso, se tiene que observar que en el Subsistema I este valor es de cerca del 24% y siguiendo el patrón de circulación de la laguna hacia los subsistemas del interior de la laguna, este porcentaje aumenta, así al llegar al Subsistema IV este valor ya es de alrededor del 70% (ver Tabla 6). Al parecer este subsistema es un cuello de botella donde se acumulan los sedimentos. Los detritos que sale por el Subsistema IV forma un tercio del flujo total que converge en los detritos del Subsistema A.

Del material que entra por los medios antes mencionados, cerca de 21% se pierde por respiración (flujo DK_p) en la laguna y cerca de 60% en la plataforma continental. Esta diferencia está en relación de las diferencias que existen tanto en la biomasa como la cantidad de materia que se incorpora a los detritos en cada subsistema.

A los flujos que parten del detritos hacia otros componentes, o que es exportada, se puede dividir en tres grupos: material que se exporta a subsistemas vecinos (flujo DK_h), material que es consumido por el necton y material que es consumido por el bentos (flujos DK_B y DK_N). El flujo de exportación equivale a cerca del 78% del total en los subsistemas de la laguna, mientras que en los Subsistemas A y B este valor no pasa de 40%. La diferencia en los niveles de exportación entre los subsistemas I-II y III-IV refleja el hecho de que los Subsistemas III y IV son mejores ambientes sedimentarios (siendo los subsistemas con mayor aporte de sedimentos y con mayor sedimentación) y por lo tanto exportan menos. Este mismo efecto explica las diferencias entre los Subsistemas A y B.

El consumo de detritos por bentos y necton en el interior de la laguna es muy reducido, si se compara con el flujo anterior. Este consumo es menor al 1%, solo en el Subsistema I este valor es ligeramente mayor al 1%. En cambio en la plataforma continental este consumo es cercano al 9%. Esta diferencia es solo reflejo de la disminución de exportación de materia orgánica de estos subsistemas, con lo cual la importancia relativa del consumo animal aumenta.

Bentos

No se hicieron comparaciones directas entre datos observados y predichos para el caso de los organismos bentónicos, pero al parecer los datos son realistas. Por ejemplo la proporción promedio entre necton/bentos de los datos observados en los subsistemas de la plataforma continental (1 : 9.375) es similar a la predicha por el modelo (1 : 8.910), según valores de peces: fauna de acompañamiento de Yáñez-Arancibia (1984); Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil (1986)

Por otra parte, Escobar Briones (1987) reporta un rango de biomasa bentónica para el área de pastos marinos (0.053-0.174 g/m²) rango en el cuál se encuentra el promedio predicho por el modelo (0.16 g/m²). Cabe mencionar que la producción secundaria macrobentónica máxima de esta zona (~1.308 g/m²año) reportada por Escobar-Briones es casi tres veces mayor que la obtenida por el modelo numérico de este estudio.

Necton

Como se aprecia en las Figuras 39 a 44 los resultados del modelo son similares a los observados. En todos los casos las medias de biomasa nectónica observada y predicha coinciden. No obstante las variaciones mensuales de biomasa no coinciden en algunos subsistemas, esto es especialmente notorio en la plataforma continental carbonatada (Subsistema B) y en la cuenca central de la laguna (Subsistema III). En cambio en los otros subsistemas el pulso estacional de los datos observados es similar al predicho, esto es especialmente cierto en la plataforma terrígena (Subsistema A).

Es interesante comentar sobre las migraciones de los organismos nectónicos en la laguna. Como se mencionó anteriormente se consideraron 3 patrones de migración. El primero de estos está formado por organismos adultos y subadultos que penetran a la laguna de Términos hacia las praderas de pastos marinos (Subsistema 1). Según el modelo, la biomasa anual de organismos migratorios que siguen este pulso es de alrededor de un 2.75% de la biomasa nectónica promedio total de la laguna. Entre los organismos nectónicos que siguen este patrón se puede mencionar a *Orthopristis chrysoptera*, *Archosargus rhomboidalis*, *Haemulon plumieri* y *H. aurolineatum* (Díaz-Ruiz *et al.*, 1982; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985c; Chavance *et al.*, 1986).

El segundo patrón de migraciones esta formado por larvas o juveniles de organismos que penetran a la laguna acarreados por las corrientes hacia áreas de mayor influencia fluvial (Subsistemas III y IV), para salir posteriormente por Boca del Carmen. La biomasa anual que se mueve entre la plataforma continental y la laguna siguiendo este patrón equivale al 7.7% de la biomasa promedio total de la laguna. *Eucinostomus gula*, *Bairdiella chrysoura*, *Sphaeroides testudineus*, *Arius felis* y *Penaeus duorarum*, entre otras, son especies neotónicas que siguen este patrón (Sánchez, 1981; Aguirre-León *et al.*, 1982; Mallard Colmenero *et al.*, 1982; Chavance *et al.*, 1984; Lara-Domínguez, 1986; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985c; Tapía García *et al.*, 1987 a y b).

El último patrón está formado por organismos que entran en la época de lluvias a la laguna hacia la zona oeste de influencia fluvial (Subsistema IV) por la Boca del Carmen. Anualmente se mueve una biomasa equivalente al 3.8% de la biomasa promedio de la laguna. Ejemplo de organismos que siguen este patrón son *Ragge marinus*, *Cynoscion nothus*, *C. arenarius* y *Penaeus setiferus* (Aguilar, 1985; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985c; Lara-Domínguez, 1986; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1986)

Intercambio entre los Ecosistemas

En la Tabla 7 se muestran los flujos de intercambio entre los ecosistemas. Los flujos de esta Tabla siguen la nomenclatura introducida en la Figura 8.

Tabla 7. Flujos de intercambio de materia entre los diferentes subsistemas analizados.

Flujo	Ton/año	Flujo	Ton/año
Ddk1	1376636.400	N1k9	83.311
Dhk2	159538.600	Nak10	132.806
D1k3	542581.585	Nbk11	174.582
D2k4	315146.700	Nbk12	64.478
D2k5	561607.520	N1k13	213.031
D3k6	470156.930	N2k14	224.786
D4k7	1052005.750	N3k15	220.201
Dak8	1769712.300	N4k16	318.251
		Nak17	103.449

Los flujos de detritos (Tabla 7) comienzan con el movimiento de detritos desde la plataforma carbonatada (Subsistema B) hacia la plataforma de influencia terrígena (Subsistema A, flujo D_{pk1}). Este flujo es causado por la circulación litoral predominante. Aunque en ciertas condiciones este circulación puede invertirse en este modelo no se consideró dicha situación. El flujo D_{pk1} equivale a alrededor del 90% de la exportación del Subsistema B, este flujo se dirige a la plataforma terrígena (Subsistema A).

El siguiente flujo (D_{pk2}) conecta al Subsistema B con la Boca de Puerto Real (Subsistema I). Esta formado por los detritos acarreado por la corriente litoral y los "nortes" hacia la boca Este de la Laguna. Este flujo equivale a alrededor de 9.6% de la exportación del Subsistema B.

El Subsistema I exporta materia a la cuenca central (Subsistema II, flujo D_{1k3}) por medio de la circulación predominante. El flujo de exportación de este subsistema es 3.4 veces mayor que el flujo de importación.

Los detritos que son exportados por el Subsistema II se dividen en dos partes: una parte corresponde al flujo que es acarreado por los vientos del norte hacia el área del río Candelaria (Subsistema III, flujo D_{2k4}), que es cercano al 36% de esta exportación, y la otra parte es acarreada por la circulación predominante hacia la Boca del Carmen (Subsistema IV, flujo D_{2k5}).

El Subsistema III exporta detritos hacia el área del río Palizada y boca del Carmen (Subsistema IV, flujo D_{3k6}) por medio de la circulación predominante y las descargas del río Candelaria.

La Laguna de Términos exporta detritos a través del Subsistema IV (flujo D_{4k7}) hacia la plataforma terrígena (Subsistema A) impulsado por la circulación de la laguna y por la descarga fluvial del río Palizada. Este flujo es 6.594 veces mayor que el que entra a la laguna por el Subsistema I (flujo D_{pk2}).

Por medio del primer patrón de migraciones (flujos N_{1k9} y N_{pk11}) se mueven entre 60 y 85 Ton/año. El segundo patrón (flujos N_{ak10} , N_{pk12} , N_{1k13} , N_{2k14} , N_{3k15} , N_{4k16}) causa el movimiento de alrededor de 200 Ton/año. Finalmente el último patrón de migraciones (flujos N_{4k16} y N_{ak17}) causa que más de 100 Ton/año se muevan entre la plataforma y la laguna.

En la Figura 45 se muestra diagramáticamente el desarrollo de un modelo conceptual. Este modelo debe ser considerado como pre-requisito para analizar sistemáticamente los ecosistemas costeros tropicales. La necesidad de administrar adecuadamente la zona costera determina el requerimiento de tomar en cuenta aspectos ecológicos en estrecha relación con los económicos y socio-políticos, de no ser así el hombre continuara deteriorando los ecosistemas naturales. La administración y uso de la zona costera no se debe basar únicamente en pocos recursos, sino analizar el ecosistema como un todo. El modelo conceptual es una abstracción o simplificación del ecosistema real y complejo, destacando solo los atributos funcionales importantes. El modelo ayuda para los siguientes aspectos: a) a la comprensión del sistema en estudio, b) a conceptualizar complicados procesos y fenómenos, c) a organizar el trabajo, la obtención de información de campo y el análisis, d) a interpretar el sistema a macroescala, e) a probar la validez de las mediciones obtenidas en el campo y las premisas que deriven de esos datos, f) a predecir alteraciones del sistema a macro y microescala, g) a generar hipótesis y, h) a aportar información útil para la toma de decisiones sobre el medio ambiente en el ordenamiento y manejo de la zona costera.

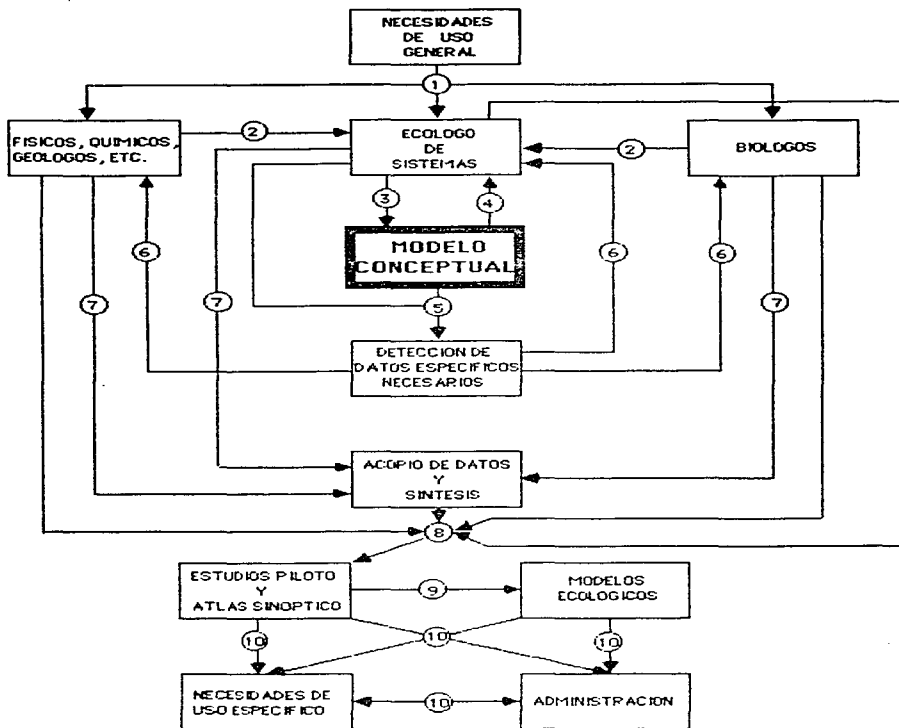


Fig. 45. Representación diagramática del desarrollo cronológico de un modelo conceptual de un sistema ecológico. (1) Comunicación de necesidades de uso general. (2) Compilación de información general sobre el ecosistema. (3) Diseño preliminar del modelo conceptual para incorporar los conocimientos generales de la dinámica del ecosistema. (4) Revisión del modelo conceptual para eliminar los datos requeridos. (5) Elaboración de la lista de datos necesarios. (6) Asignación de presupuesto a especialistas. (7) Colecta de datos y síntesis. (8) Desarrollo de un Atlas. (9) Desarrollo de modelos ecológicos (diagramáticos, matemáticos y de computación), y (10) Utilización del Atlas sinóptico y modelos ecológicos por administradores. (Modificada de Yóñez-Arencibia, 1986).

CONCLUSIONES

- 1 -Por medio de la realización de modelos diagramáticos se pueden representar las relaciones funcionales entre los principales componentes de los distintos subsistemas del Sur del Golfo de México. Estas relaciones pueden ser representadas matemáticamente dando lugar a modelos matemáticos de la producción de los recursos pesqueros del Sur del Golfo de México.
- 2 -La producción natural de los recursos pesqueros demersales en el Sur del Golfo de México está controlada por variables físicas de la zona costera (iluminación solar, precipitación pluvial, variación del nivel del mar, descarga fluvial, extensión de vegetación costera, vientos predominantes del sureste y "nortes", entre otros), cuyos pulsos estacionales pueden ser aproximados por funciones polinomiales.
- 3 -En el sur del Golfo de México, la precipitación pluvial determina los niveles de producción en los subsistemas de poca influencia fluvial. En sistemas con influencia fluvial estos niveles son determinados por dicha descarga.
- 4 -Un tercio del detritos de la zona de influencia terrígena de la plataforma continental proviene de la Laguna de Términos.
- 5 -La Laguna de Términos es un exportador neto. Exporta 6.5 veces más materia orgánica de la que importa.
- 6 -Los manglares de la Laguna de Términos exportan materia orgánica a razón de 20 Ton/Ha/año.
- 7 -La relación producción primaria/producción secundaria no es necesariamente una relación de causa/efecto en ecosistemas costeros tropicales de aguas protegidas, pero en ecosistemas de alta interrelación estuario/plataforma puede presentarse una importante correlación entre los mecanismos de producción primaria y la producción de recursos pesqueros.
- 8 -En la región de los estudios diversos productores primarios sostienen los niveles de producción del ecosistema y comparten importantes ordenes de magnitud (manglar 12.45%, pastos marinos 16.03%, fitoplancton 71.52%, macroalgas?) Esto sugiere que la Laguna de Términos tiene una compleja estructura trófica con 2 niveles de importancia similar: la cadena del pastoreo y la cadena de los detritos. Es recomendable estudiar en detalle la estructura trófica del ecosistema.

- 9 -La región de los estudios exporta 1769712.3 Ton/año al litoral Oeste de la Laguna de Términos.
- 10-Alededor de 400 Ton/año se mueven entre la Laguna de Términos y la Sonda de Campeche en forma de organismos nectónicos.
- 11-En el Sur del Golfo de México la Laguna de Términos y la Sonda de Campeche tienen interdependencia ecológica recíproca. Efectos en uno de los ecosistemas se refleja en el otro, tanto en niveles de parámetros abióticos; como en diversidad y abundancia de recursos bióticos.
- 12-El análisis y modelaje de ecosistemas es una importante herramienta para la comprensión del funcionamiento de los ecosistemas costeros y por consecuencia son útiles en la organización del trabajo, la obtención de la información y su análisis, así como a la interpretación del ecosistema a macroescala, predicción de alteraciones, a generar nuevas hipótesis y, finalmente, a la toma de decisiones sobre la administración y manejo de la zona costera.

AGRADECIMIENTOS

El apoyo institucional y económico para el presente trabajo fue proporcionado por el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México (ICML-UNAM) a través de la dirección (Atn' Dr. Agustín Ayala-Castañares). Este trabajo es parte del Proyecto apoyado institucional y económicamente por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) denominado: "Interacciones Ecológicas Estuario-Mar en la Región de la Laguna de Términos: Físicoquímica, Contaminación, Ecología Trófica, Modelos Matemáticos y Análisis del Sistema y sus Recursos Bióticos". (ICML-UNAM/CONACYT, 1984-1986; PCECBNA-021925).

Se agradece a la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México la beca otorgada entre 1982 y 1987 para realizar estudios de posgrado en la UNAM (CCH-UNAM). Así como a la coordinación del Proyecto Académico de Especialización, Maestría y Doctorado en Ciencias del Mar (Atn' M. en C. Raúl Gio Argaez). Esto es extensivo a la Dirección de la Unidad Académica de los Ciclos Profesionales y de Posgrado del Colegio de Ciencias y Humanidades (Atn' Lic. Manuel Márques).

Se agradece la lectura del manuscrito, haciendo comentarios y sugerencias al Dr. Agustín Ayala-Castañares, Dr. Alfredo Laguarda Figueras, Dr. Felipe Vázquez Gutiérrez, Dra. Adela Monreal Gómez y Dr. Arturo Carranza-Edwards. Especialmente a los Drs. Alejandro Yáñez-Arancibia y John W. Day jr. por la dirección y asesoría de este trabajo, la revisión detallada del manuscrito, el apoyo bibliográfico y de laboratorio, y la discusión de los resultados.

Se agradece a la Universidad Estatal de Louisiana por permitir realizar la fase final del trabajo en el Instituto de Ecología Costera durante los meses de agosto a diciembre de 1985 con la supervisión de los Drs. John W. Day y Robert Costanza.

De igual forma se agradece al Dr. Jaime Sepulveda Amor por permitir utilizar el equipo de computación bajo su responsabilidad en la Secretaría de Salud, Dirección General de Epidemiología y la colaboración de la Srita. María Elena Jiménez. Finalmente a todos los compañeros del Laboratorio de Ictiología y Ecología Estuarina del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología por su constante y desinteresada ayuda en la elaboración de este trabajo, el aporte de datos y literatura y el estímulo para continuar con el "análisis de sistemas".

LITERATURA CITADA

- Aguilar, V., S., 1985. Camarones peneidos de la Laguna de Términos, Campeche: Composición, distribución y parámetros poblacionales. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México D. F. 71 p.
- Aguirre-León, A., A. Yáñez-Arancibia y F. Armezcuca Linares, 1982. Taxonomía, diversidad, distribución y abundancia de las mojarras de la Laguna de Términos, sur del Golfo de México. (Pisces: Gerreidae). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nat. Autón. México*, 9(1): 213-250
- Aguirre-León, A. y A. Yáñez-Arancibia, 1986. Las mojarras de la Laguna de Términos, Campeche: Taxonomía, biología y dinámica trófica. (Pisces: Gerreidae). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nat. Autón. México*, 13(1):369-444
- Armstrong, N. E., 1982. Responses of Texas estuaries to freshwater inflow. p.102-120. *In*: Kennedy, V. S. (Ed.). *Estuarine Comparisons* Academic Press Inc. New York, 710 p.
- Atkinson, L. V. y P. J. Harley, 1983. *An Introduction to Numerical Methods With Pascal*. International Computer Sciences, Addison-Wesley Publishing Co., London. 299 p.
- Ayala-Castañares, A., 1963. Sistemática y distribución de los foraminíferos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Bol. Inst. Geol. Univ. Nat. Autón. México*, 6(3):1-130
- Browder J. A., 1983. A simulation model of a nearshore marine ecosystem of the north-central Gulf of Mexico. p. 179-222. *In*: Turgeon, K (ed.), *Marine Ecosystem Modeling*. Proceedings of a Workshop held April 6-8, 1982, Frederick, Maryland. NOAA Publication, Washington, D. C.
- Browder J. A. y D. Moore, 1981. A new approach to determining the quantitative relationship between fishery production and the flow of fresh water to estuaries. p. 403-430. *In*: Cross, R. y D. Williams (Eds.). *Proceedings of the National Symposium on Freshwater Inflow to Estuaries* U. S. Fish Wildl. Serv. Off. Biol. Serv. FWS/CBS-81/04, 1. 525 p.
- Burden, L. R. y J. D. Faires, 1985. *Análisis Numérico*. Editorial Iberoamericana, México D. F. 400 p.

- Chavance, P., D. Flores-Hernandez, A. Yáñez-Arancibia y F. Amezcua-Linares, 1984. Ecología, biología y dinámica de las poblaciones de *Bairdiella Chrysoura* (Lacépède, 1803) en la Laguna de Términos, sur del Golfo de México. (Pisces: Sciaenidae). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Autón. México* 11(1): 123-161
- Chavance, P., A. Yáñez-Arancibia, D. Flores-Hernandez, A. L. Lara-Domínguez y F. Amezcua-Linares, 1986. Ecology, biology and population dynamics of *Archosargus rhomboidalis* (Pisces: Sparidae) in a tropical lagoon system, Southern Gulf of México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Autón. México* 13(2): 11-30
- Coll de Hurtado, A., 1975. *El Sureste de Campeche y sus Recursos Naturales*. Inst. Geografía, Univ. Nal. Autón. México, Serie Cuadernos. 64 p.
- Costanza, R., C. Neil, S. G. Leibowitz, J. R. Fruci, L. M. Bahr y J. W. Day Jr., 1983. *Ecological Models of the Mississippi Deltaic Plain Region: Data Collection and Presentation*. U. S. Fish & Wildlife Service, Division of Biological Service, Washington D. C., FWS/OBS-82/68. 342 p.
- Daniel, W. W., 1977. *Broestadística* Editorial Limusa. México, D. F.. 485 p.
- Darnell, R. M., R. E. Defenbaugh y D. Moore, 1983. *Northwestern Gulf Shell Bio-Atlas: A Study of the Distribution of Demersal Fishes and Penaeid Shrimp of Soft Bottoms of the Continental Shelf from the Rio Grande to the Mississippi Delta*. Open File Rept. 82-04. Metaire L. A., Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Regional Office. 438 p.
- Day Jr. J. W. y A. Yáñez-Arancibia, 1982. Coastal lagoons and estuaries: ecosystem approach. *Ciencias Interamericanas (Mar. Sci.)* OEA, Washington D. C., 22(1 p. 2) 11-26.
- Day Jr. J. W., W. G. Smith, P. R. Wagner y W. C. Stowe, 1973. *Community Structure and Carbon Budget of a Salt Marsh and Shallow Bay Estuarine System in Louisiana*. Center for Wetland Resources, Louisiana State Univ. Baton Rouge, LA. Publ. No. LSU-SG-72-04. 79 p.
- Day Jr. J. W., R. H. Day, M. T. Barreiro, F. Ley-Lou y C. J. Madden, 1982a. Primary production in the Laguna de Terminos, a tropical estuary in the Southern Gulf of México, p. 269-276. *In: Laserre, P. y H. Postma (Eds.) Coastal Lagoons (Oceanologica Acta, Vol. Spec. 5(4))* 462 p.

- Day Jr., J. W., C. S. Hopkinson y W. H. Conner, 1982b. An analysis of environmental factors regulating community and metabolism and fisheries production in a Louisiana estuary, p. 121-136. *In*: Kennedy V. S. (Ed.) *Estuarine Comparisons* Academic Press Inc. New York. 710 p.
- Day Jr., J. W., C. Madden y R. G. Wetzel, 1986a. Aquatic primary productivity in the Laguna de Términos. *In*: Yáñez-Arancibia A. y J. W. Day Jr. (Eds.) *Ecología de los Ecosistemas Costeros del Sur del Golfo de México, con Referencia Especial a la Región de la Laguna de Términos. Perfil Estuarino de Comunidad y Ecosistema*. ICML/UNAM, México. (En prensa).
- Day Jr., J. W., W. H. Conner, F. Ley-Lou, R. H. Day y A. Machado-Navarro, 1986b. Productivity and composition of mangrove forests, Laguna de Términos, México. *Aquat. Bot.* (enviado a publicación).
- Deegan, L. A., J. W. Day Jr., A. Yáñez-Arancibia, J. G. Gosselink, G. Soberón-Chávez y P. Sánchez-Gil, 1986. Relationships among physical characteristics, vegetation distribution, and fisheries yield in Gulf of Mexico estuaries, p. 83-100. *In*: Wolfe, D. A. (Ed.) *Estuarine Variability* Academic Press Inc. New York.
- Díaz-Ruiz, S., A. Yáñez-Arancibia y F. Amezcua Linares, 1982. Taxonomía, diversidad, distribución y abundancia de los pomadasidos de la Laguna de Términos, Sur del Golfo de México. (Pisces: Pomadasidae). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 9(1): 251-278
- Escobar Eriones E. G., 1987. Flujo de energía y estructura trófica de la comunidad de macroinvertebrados epibentónicos asociados a *Thalassia testudinum* en una laguna costera tropical: Laguna de Términos, Campeche. Tesis de Doctorado en Ciencias del Mar (Oceanografía Biológica y Pesquera) UACPYP del CCH, Inst. Cienc. del Mar y Limnol. 172 p.
- García, E., 1973. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (Para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana)* Inst. Geofísica, Univ. Nal. Autón. México. 246 p.
- Goldberg, E. D., 1971. River-Ocean Interactions, p. 143-156. *In*: Costlow J. D. (Ed.) *Fertility of the Sea* Gordon and Breach Science Publishers 1. 308 P.

- Grivel Piña, F., 1979. Variaciones del nivel medio del mar, Puertos del Golfo de México y Mar Caribe. *Datos Geofísicos, Oceanografía 5, Serie A*. Inst. Geofísico, Univ. Nal. Autón. México. 308 p.
- Gutierrez-Estrada, M., V. M. Malpica-Cruz y J. Martinez-Reyes, 1982. Geomorfología y sedimentos recientes del sistema Lagunar Atasta-Pom, Campeche, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México, 9(1)*: 89-100
- Gutierrez-Estrada, M. y A. Galaviz-Solis, 1983. Morfología y sedimentos recientes de las lagunas El Carmén, Pajonal y La Machona. Tabasco, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México, 10(1)*: 249-268
- Hall, C. A. S. y J. W. Day Jr. (Eds.), 1977. *Ecosystem Modeling in Theory and Practice: An Introduction With Case Histories*. John Wiley & sons Inc., Wiley Interscience, New York. 684 p.
- Kitching, R. L., 1983. *Systems Ecology*. University of Queensland Press, St. Lucia, Australia, 300 p.
- Kjerfve, B., K. E. Magill y J. E. Sneed, 1987. Modelling of Circulation and dispersion in Laguna de Términos, Campeche, México. In: Yáñez-Arancibia A. y J. W. Day Jr. (Eds.) *Ecología de los Ecosistemas Costeros del Sur del Golfo de México, con Referencia Especial a la Región de la Laguna de Términos. Perfil Estuarino de Comunidad y Ecosistema*. ICML/UNAM, México. (En prensa).
- Lara-Domínguez, A., L., 1986. Biología y ecología comparada de los bagres marinos de la Laguna de Términos, Campeche, sur del Golfo de México. (Pisces: Ariidae). Tesis de Maestría en Ciencias del Mar (Oceanografía Biológica y Pesquera) UACPyP del CCH. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. 274 p.
- Lehninger, A. L., 1978. *Bioquímica*. Ediciones Omega, 2ª Edición. Barcelona España. 1117 p.
- Lugo, A. E. y G. L. Morris, 1982. *Los Sistemas Ecológicos y la Humanidad*. Sria. Gral. de la OEA, Progr. Reg. Desarrollo Científico y Tecnológico, Washington D. C., Monografía 23. 82 p.

- Mallard Colmenero, L. A., A. Yáñez-Arancibia y F. Amezcua Linares, 1982. Taxonomía, diversidad, distribución y abundancia de los tetraodontidos de la Laguna de Términos, sur del golfo de México. (Pisces: Tetraodontidae). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nat. Autón. México 9(1)*: 161-212
- Moore, D., H. A. Brusher y L. Trent, 1970. relative abundance, seasonal distribution and species composition of demersal fishes off Louisiana and Texas, 1962-1964. *Contr. Mar. Sci.*, 15: 45-70.
- Odum, H. T., 1971. *Environment Power and Society*. Wiley Interscience, John Wiley & sons, New York. 331 p.
- Odum, H. T., 1975. Marine ecosystems with energy circuit diagrams. Cap. 6: 127-151. *Id*: Nihoul J. C. J. (Ed.) *Modelling of Marine Systems* Elsevier Scientific Co., Elsevier Oceanography Series No. 10. New York. 272 p.
- Odum, H. T., 1983. *Systems Ecology: An Introduction* Wiley Interscience, John Wiley & sons, New York. 644 p.
- Odum, H. T., B. J. Copeland y E. A. McMahan, 1974. *Coastal Ecological Systems in United States*. The Conservation Foundation. Washington D. C.. 4 vol., 2000p.
- Parsons, T. R., M. Takahashi y B. Hargrave, 1977. *Biological Oceanographic Processes* Pergamon Press, New York. 332 p.
- Phleger F. E. y A. Ayala-Castañares, 1971. Processes and history of Términos Lagoon. *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, 55(2): 2130-2140.
- Salas Marmolejo, J. C., 1981. Abundancia y distribución de los copepodos (Crustacea-Copepoda) en la Laguna de Términos, Campeche, a través de un ciclo anual (1978). Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México D. F., 89 p.
- Sánchez-Gil, P., 1985. Ecología, Estructura y Función de las Comunidades de Feces Demersales de la Sonda de Campeche Frente a la Laguna de Términos. Tesis de Maestría en Ciencias del Mar (Oceanografía Biológica y Pesquera) UACPY del CCH, Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nat. Autón México. 437 p.

- Sánchez-Gil, P., A. Yáñez-Arancibia y F. Amezcua Linares, 1981. Diversidad, distribución y abundancia de especies y poblaciones de peces demersales en la Sonda de Campeche (Verano 1978). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nat. Autón. México*, 8(1):209-240.
- Sánchez Martínez, 1981. Comportamiento anual de las postlarvas epibénticas de camarones peneidos en el sector oriental de la Laguna de Términos, Campeche. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México D. F., 97 p.
- Soberón-Chávez, G. y A. Yáñez-Arancibia, 1985. Control ecológico de los peces demersales: variabilidad ambiental de la zona costera y su influencia en la producción natural de los recursos pesqueros, Cap. 9: 399-486. *In: Yáñez-Arancibia A. (Ed.) Recursos Pesqueros Potenciales de México: La Pesca Acompañante del Camarón*. Programa Universitario de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nat. Pesca., UNAM, México, D. F., 748 p.
- Soberón-Chávez, G., A. Yáñez-Arancibia, P. Sánchez-Gil, J. W. Day Jr. y L. A. Deegan, 1986. Relaciones entre características físicas/biológicas y reclutamiento en ecosistemas costeros tropicales. 19 p., 19 figs. *In: A. Yáñez-Arancibia y D. Pauly (Eds.) International Workshop on Recruitment Processes in Tropical Coastal Demersal Communities*. IOC/FAO-UNESCO/OSLR-IREP/TRODERP. Workshop Proceedings Press Series N° 44 (En prensa).
- Sraskraba M. y A. Gnauck, 1985. *Freshwater Ecosystems -Modelling and Simulation Developments in Environmental Modelling Series No.6*. Elsevier Science Publ. Co. Inc. New York. 309 pp.
- Tapia García, M., A. Yáñez-Arancibia, P. Sánchez-Gil y M. de la C. García-Abad, 1987a. Biología y ecología de *Cynoscion nebulosus* Holbrook, en las comunidades demersales de la plataforma continental del sur del Golfo de México (Pisces: Sciaenidae). *Rev. Biol. Trop.* (en prensa)
- Tapia García, M., A. Yáñez-Arancibia, P. Sánchez-Gil y M. de la C. García-Abad, 1987b. Biología y ecología de *Cynoscion areolaris* Gingsburg, en las comunidades demersales de la plataforma continental del sur del Golfo de México (Pisces: Sciaenidae). *Rev. Biol. Trop.* (en prensa)
- West, R. C., N. P. Psutty y P. G. Thom, 1976. *Las Tierras Bajas de Tabasco en el Sureste de México*. Gobierno del Estado de Tabasco. Villahermosa, México. 198 p.

- Yáñez-Arancibia, A., 1984. Evaluación de la Pesca Demersal Costera. *Ciencia y Desarrollo COMACIT*, 58: 61-71
- Yáñez-Arancibia, A., 1986b. *Ecología de la Zona Costera: Análisis de Siete Tipos*. AGT Editores S. A., México D. F., 200 p.
- Yáñez-Arancibia, A. y 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: Laserre, P. y H. Postma (Eds.), Coastal Lagoons. Oceanologica Acta Vol. Spec. 5(4):462 p.*
- Yáñez-Arancibia, A. y P. Sánchez-Gil, 1983. Environmental behavior of Campeche Sound ecological system, off Términos Lagoon México: preliminary results. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nat. Autón. México*, 10(1):117-136.
- Yáñez-Arancibia, A. y P. Sánchez-Gil, 1986. Los Peces Demersales de la Plataforma Continental del Sur del Golfo de México. Vol. I. Caracterización del Ecosistema y Ecología de las Especies/Poblaciones/Comunidades. *Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nat. Autón. México, Publ. Esp. 9:225 p.*
- Yáñez-Arancibia, A., A. L. Lara Domínguez, P. Chavance y D. Flores Hernández, 1983. Environmental behavior of Terminos Lagoon ecological system, Campeche, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nat. Autón. México*, 10(1):137-176.
- Yáñez-Arancibia, A., G. Soberón-Chávez y P. Sánchez-Gil, 1985a. Ecology of control mechanisms of fish production in the coastal zone. Cap. 27, p: 571-594. *In: Yáñez-Arancibia, A. (Ed.) Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration*. Editorial Universitaria UNAM-PUAL-ICML, México. 650 p.
- Yáñez-Arancibia, A., P. Sánchez-Gil, M. Tapia García, Ma. de la C. García-Abad, 1985b. Ecology, community structure and evaluation of tropical demersal fishes in the Southern Gulf of México. *Cahiers de Biologie Marine, Tome XXV: 137-163*

Yáñez-Arancibia A., A. L. Lara-Domínguez, A. Aguirre-Leon, S. Díaz-Ruiz, F. Amezcua Linares, D. Flores Hernandez y P. Chavance, 1985c. Ecología de las poblaciones de peces dominantes en estuarios tropicales: Factores ambientales que regulan las estrategias biológicas y la producción. Cap. 15, p: 311-365. *In*: Yáñez-Arancibia, A. (Ed.) *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration*. Editorial Universitaria UNAM-PUAL-ICML, México. 650 p.

Anexos

Anexo A. Programas de Computación.....a.1

Listado A.1. Subsistema B	
-Plataforma Carbonatada-.....	a.1
Listado A.2. Subsistema I	
-Litoral Interno de la Isla del Carmen y Boca de Puerto Real-....	a.9
Listado A.3. Subsistema II	
-Cuenca Central-.....	a.16
Listado A.4. Subsistema III	
-Zona de Influencia del Río Candelaria-.....	a.23
Listado A.5 Subsistema IV	
-Zona de Influencia del Río Palizada y Boca del Carmen-.....	a.30
Listado A.6 Subsistema A	
-Plataforma Terrígena-.....	a.37
Listado A.7 Modelo Global.....	a.44

Anexo B. Diagramas de los Subsistemas

Ecológicos del Area de Estudio.....	a.53
Subsistema B.....	a.54
Subsistema I.....	a.55
Subsistema II.....	a.56
Subsistema III.....	a.57
Subsistema IV.....	a.58
Subsistema A.....	a.59

Anexo C. Análisis Estadísticos.....a.60

Anexo D. Estimación de las Tasas de Explotación Pesquera en los Subsistemas de la Sonda de Campeche.....	a.71
---	------

Anexo A. Programas de Computación

Listado A.1. Subsistema B
-Plataforma Carbonatada-

```

'a) Inicializacion
sem ana=48:m es=12
exta=38700!:extb=51300!:extl=55°
D IH Fb(sem ana),Pb(sem ana),Db(sem ana),Zpb(sem ana),Bb(sem ana),Nb(sem ana),Na(sem ana),Ni(sem ana)
)
D IH N(m es),Nx(m es)
'b) Seleccion de valores iniciales de variables.
Fb(0)=35 :Pb(0)=.042892:Db(0)=1.135:Zpb(0)=.069499 :Bb(0)=.1026:Nb(0)=.02918
Na(0)=1.036
'c) Seleccion de constantes
k1=.0199:k2=.075895:k3=.09757:k4=.227:k5=.097565
k6=1.9936E-04:k7=.37035:k8=.012687:k9=.024147:k10=.005
k11=.205:k12=.032053:k13=.11:k14=.007:k16=.012331
k17=.039:k18=1.2291E-05:k19=1.7973E-12:k20=.043:k21=1.37E-06
k22=1.0966E-04:k24=.038
'd) Iniciacion de iteraciones
x=1:num=-1
FOR i=1 TO sem ana
CLS :PRINT "Procesando sem ana:"i
'e) Seleccion de mecanismos de produccion.
num=num+1
IF num=4 THEN x=x+1
sol=659.545*x*(311.912*x*(-23.501))
viento=.035*x*(.232*x*(-.085*x*(.01*x*(-.0003504)))
surf=.495*x*((-.102)*x*(.037*x*((-.004)*x*(.0001535)))
ppbt=-20.668*x*(95.763*x*(-73.367)*x*(20.195*x*(-2.076*x*(.071)))):tppb=1/ppbt
pptl=99.905*x*((-.85.179)*x*(25.262*x*((-.1.547)))):tppi=1/pptl
nivelb=-134.753*x*(281.943*x*((-100.331)*x*(12.689*x*(-.511)))
inunb=ppbt*nivelb
rio4=776500.828*x*((-468:406.2510)*x*(980944.1438*x*(.50322.6138)))
Hm b=(14.317+.115*ppbt+.017*sol)*(37.1!/extb)
k15=.047+.106*k20 :x23=.06+.1.674*k29
'f) Componentes de sub sistemas vecinos
Nx(1)=1.526:Nx(2)=1.545:Nx(3)=1.438:Nx(4)=1.255:Nx(5)=1.211:Nx(6)=1.445
Nx(7)=1.955:Nx(8)=2.453:Nx(9)=2.467:Nx(10)=2.154:Nx(11)=1.895:Nx(12)=1.698
NI(i)=Nx(x)
N(1)=.568:N(2)=.969:N(3)=1.589:N(4)=2.139:N(5)=2.279:N(6)=1.973
N(7)=1.469:N(8)=.99:N(9)=.655:N(10)=.469:N(11)=.401:N(12)=.351
Na(i)=N(x)
'g) Calculo de variables
Fb(i)=Fb(i-1)*(1+sol+.0021038*(.17262+ppbt/(146.35+ppbt))-(2pb(i-1)*k1+k2+k3))
Pb(i)=Pb(i-1)*(1+sol*.89705E-04+.01087*tppb/(.02065+tpbb))-(k4+k5)
Zpb(i)=Zpb(i-1)*(1+Fb(i-1)*k1-(k11+Nb(i-1)*k12+k13))
Bb(i)=Fb(i-1)*k2+Pb(i-1)*k4+k6+inunb*Hm b+2pb(i-1)*k11+Bb(i-1)*k15+Nb(i-1)*k22+Db(i-1)*(1-(surf+viento)*k7+Bb(i-1)*k9+Nb(i-1)*k9*x10))
Nb(i)=Bb(i-1)*(1+Db(i-1)*k8-(k14+k15+Nb(i-1)*k16+k17))
Ni(i)=Ni(i-1)*k18+pptl*extl!*extb)*Na(i-1)*k19*rio4*(exta/extb)+Nb(i-1)*(1+Db(i-1)*k

```

9+Zpb(i-1)*K12+Bb(i-1)*K16-(K20+K21*ppbt+k22*tppb+k23+k24))

"h) Calculo de flujos

```

c1=c1+Fb(i)*k1+Zpb(i);c2=c2+Fb(i)*k2;c3=c3+Fb(i)*K3
c4=c4+Pb(i)*K4;c5=c5+Pb(i)*K5;c6=c6+k6*inunb*Fm b
c7=c7+Db(i)*surviento*k7;sc8=c8+Db(i)*K8*Bb(i);c9=c9+Db(i)*K9*Nb(i)
c10=c10+Db(i)*k10;c11=c11+Zpb(i)*k11;c12=c12+Zpb(i)*k12+Nb(i)
c13=c13+Zpb(i)*K13;c14=c14+Bb(i)*k14;c15=c15+Bb(i)*K15
c16=c16+Bb(i)*k16+Nb(i);c17=c17+Bb(i)*K17;c18=c18+N1(i-1)*k18*ppbt*(ext1/ex1b)
c19=c19+Nak(i-1)*k19*rio4*(exta/ex1b);c20=c20+Nb(i)*K20;c21=c21+Nb(i)*k21*ppbt
c22=c22+Nb(i)*K22*tppb;c23=c23+Nb(i)*K23;c24=c24+Nb(i)*K24

```

IF num=4 THEN num=0

NEXT i

"i) Listado de flujos

```

CLS:PRINT "Fbk12=";c1;" :Fbk2=";c2
PRINT "Fbk3=";c3;" :Pbk4=";c4
PRINT "Pbk5=";c5;" :MHK6=";c6
PRINT "Dbk7=";c7;" :Dbk88b=";c8
PRINT "Dbk9Nb=";c9;" :Dbk10=";c10
PRINT "Zpk11=";c11;" :Zpk12Nb=";c12
PRINT "Zpk13=";c13;" :Bbk14=";c14
PRINT "Bbk15=";c15;" :Bbk16Nb=";c16
PRINT "Bbk17=";c17;" :N1k18=";c18
PRINT "Nak19=";c19;" :Nbk20=";c20
PRINT "Nbk21=";c21;" :Nbk22=";c22
PRINT "Nbk23=";c23;" :Nbk24=";c24
PRINT "Quieres continuar";

```

INPUT ss

IF ss="no" THEN GOTO 600

CLS

"j) Calculo de promedios mensuales y listado

```

PRINT TAB(0);"m es";TAB(8);"Fito";TAB(16);"Pastos";TAB(24);"Detritos";TAB(32);"Zoop";TAB(40);"
Bentos";TAB(48);"Necton"
num=1

```

43 z=num*4;x=x-3;Fm=0;Zm=0;Pm=0;Om=0;Bm=0;Nm=0

FOR i=a TO x

Fm=Fm+Fb(i)/4

sum f=sum f+Fb(i)

F=INT(Fm*1000+.5)/1000

Pm=Pm+Pb(i)/4

sum p=sum p+Pb(i)

P=INT(Pm*1000+.5)/1000

Zm=Zm+Zpb(i)/4

sum z=sum z+Zpb(i)

Zp=INT(Zm*1000+.5)/1000

Dm=Dm+Db(i)/4

sum d=sum d+Db(i)

D=INT(Dm*1000+.5)/1000

```

Ba = Bm + Bb(i)/4
sum b = sum b + Bb(i)
B = INT (Bm + 1000 * .5) / 1000
Na = Nm + Nb(i)/4
sum n = sum n + Nb(i)
N = INT (Nm + 1000 * .5) / 1000
NEXT i
a = (i - 1) / 4 : PRINT TAB (0); a; TAB (8); F; TAB (16); P; TAB (24); D; TAB (32); Zp; TAB (40); B; TAB (48); N
num = num + 1
IF i = 48 THEN GOTO 44
GOTO 43
44 prom f = sum f / sem ana
prom p = sum p / sem ana
prom zp = sum z / sem ana
prom d = sum d / sem ana
prom b = sum b / sem ana
prom a = sum n / sem ana
F = INT (prom f * 1000 + .5) / 1000
P = INT (prom p * 1000 + .5) / 1000
Zp = INT (prom zp * 1000 + .5) / 1000
D = INT (prom d * 1000 + .5) / 1000
B = INT (prom b * 1000 + .5) / 1000
N = INT (prom a * 1000 + .5) / 1000
PRINT "-----"
PRINT TAB (0); "Medias"; TAB (8); F; TAB (16); P; TAB (24); D; TAB (32); Zp; TAB (40); B; TAB (48); N
PRINT "Quieres continuar";
INPUT s$.
IF s$ = "no" THEN GOTO 600
'k) Seleccion de opcion de salida de datos
CLS
PRINT "Quieres listado";
INPUT s$.
IF s$ = "no" THEN GOTO 550
GOSUB 1000
550 PRINT "Quieres graficas";
INPUT s$.
IF s$ = "no" THEN GOTO 600
CLS
'1.) Graficacion de resultados
'1.1) Primera grafica: F.
CALL MOVETO (0, 225)
PRINT "F--"
CALL MOVETO (0, 125)
PRINT "25--"
CALL MOVETO (0, 25)
PRINT "50--"
LINE (150, 20) - (50 * (sem ana + 30), 220), , b

```

```

CALL MOVETO (5*(sem ana+10),235)
CALL MOVETO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT "sem anas"
CALL MOVETO (150,220-4#Fb(0))
CALL PENSIZ (1,1)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-4#Fb(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-4#Fb(sem ana))
PRINT "Fitoplanc-ton."
CALL MOVETO (0,250)
PRINT "Quieres continuar?";
INPUT ss
IF ss="no" THEN GOTO 600
CLS
"1.2) Segunda grafica: D y P."
CALL MOVETO (0,225)
PRINT "0-"
CALL MOVETO (0,125)
PRINT "7.5-"
CALL MOVETO (0,25)
PRINT "15-"
LINE (150,20)-(5*(sem ana+30),220),,b
CALL MOVETO (5*(sem ana+10),235)
CALL MOVETO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT "sem anas"
"Grafica de D:"
CALL MOVETO (150,220-13.33333#Db(0))
CALL PENSIZ (1,1)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-13.33333#Db(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-13.33333#Db(sem ana))
PRINT "detritos"
CALL MOVETO (0,250)
"Grafica de P:"
CALL MOVETO (150,220-13.33333#Pb(0))
CALL PENSIZ (1,3)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-13.33333#Pb(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-13.33333#Pb(sem ana))
PRINT "pastos marinos"
CALL MOVETO (0,250)
PRINT "Quieres continuar?";
INPUT ss
IF ss="no" THEN GOTO 600

```

```

CLS
'1.3)Tercera grafica:M
CALL MOVETO (0,225)
PRINT "0-"
CALL MOVETO (0,125)
PRINT "0.9-"
CALL MOVETO (0,25)
PRINT "1.8-"
LINE (150,20)-(5*(sem ana+30),220),,b
CALL MOVETO (5*(sem ana+10),235)
CALL MOVETO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT "sem añas"
'grafica de N
CALL MOVETO (150,220-111.111*Nb(0))
CALL PENSIZO (1,3)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-111.111*Nb(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-111.111*Nb(sem ana))
PRINT "Necton"
CALL MOVETO (0,250)
PRINT "¿Quieres continuar?";
INPUT s$
IF s$="no" THEN GOTO 600
CLS
'1.4)Cuarta grafica:B y Z
CALL MOVETO (0,225)
PRINT "0-"
CALL MOVETO (0,125)
PRINT "0.9-"
CALL MOVETO (0,25)
PRINT "1.8-"
LINE (150,20)-(5*(sem ana+30),220),,b
CALL MOVETO (5*(sem ana+10),235)
CALL MOVETO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT "sem añas"
'grafica de Zp
CALL MOVETO (150,220-1111.11118*Zpb(0))
CALL PENSIZO (1,1)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-1111.11118*Zpb(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-1111.11118*Zpb(sem ana))
PRINT "Zooplaacton"
CALL MOVETO (0,250)
'grafica de B
CALL MOVETO (150,220-1111.11118*0b(0))

```

```
CALL PEN SIZE (1,3)
FOR i=1 TO sem aaa
  CALL LINETO (5*(i+30),220-1111.1111#Bb(i))
NEXT i
CALL MOVE TO (5*(sem aaa+30),220-1111.1111#Bb(sem aaa))
PRINT "Bentos"
CALL MOVE TO (0,250)
STOP
'm) Listado de resultados sem anales
1000 CLS
PRINT TAB(0);"sem aaa";TAB(8);"Fito";TAB(16);"Pastos";TAB(24);"Detritos";TAB(32);"Zoop";TAB(40);
"Benetos";TAB(48);"Necton"
FOR i=1 TO sem aaa
  F=INT (Fb(i)*1000+.5)/1000
  Pm =INT (Pb(i)*1000+.5)/1000
  Zp=INT (Zpb(i)*1000+.5)/1000
  D=INT (Db(i)*1000+.5)/1000
  B=INT (Bb(i)*1000+.5)/1000
  P=INT (Nb(i)*1000+.5)/1000
PRINT TAB(0);i;TAB(8);F;TAB(16);Pm ;TAB(24);D;TAB(32);Zp;TAB(40);B;TAB(48);P
NEXT i
PRINT "Quieres continuar";
INPUT ss
IF ss="no" THEN GOTO 600
RETURN
600 END
```


Listado A.2. Subsistema I
-Litoral Interno de la Isla del
Carmen y Boca de Puerto Real-

```

'a) Inicializacion
sem ana=49;mes=12
extl=559;extb=51300!
DIM F1(sem ana),P1(sem ana),D1(sem ana),Zp1(sem ana),B1(sem ana),N1(sem ana),Db(sem ana),Nb(sem ana)
)
DIM N(mes),D(mes)
'b) Seleccion de valores iniciales de variables.
F1(0)=237.185:P1(0)=6.7625:D1(0)=30.692:Zp1(0)=.79945:B1(0)=.15928:N1(0)=1.605
Db(0)=11.135:Nb(0)=.8545
'c) Seleccion de constantes
k3=.09757;k4=.227;k5=.097565;k7=.37035;k10=.085
k11=.205;k13=.11;k17=.039;k18=1.2291E-05;k21=1.37E-06
k22=1.0966E-04;k24=.038;k27=.0023723;k28=.075916;k29=1.6016E-04
k30=3.1042;k31=.00197;k32=.0029807;k33=.01282;k34=.047
k35=.0053793;k36=.051;k37=3.1096E-05;k38=.06
'd) Iniciacion de iteraciones
x=1:num=-1
FOR j=1 TO sem ana
CLS :PRINT "Procesando sem ana:";j
'e) Seleccion de mecanismos de produccion.
num=num+1
IF num=4 THEN x=x+1
sol=659.545*x*(311.912*x*(-23.501))
virto=.035*x*(232*x*(-.085*x*(.01*x*(-.0003584)))
sur=.495*x*(-.102)*x*(.037*x*(-.004)*x*(.0001535)))
pptl=99.905*x*(-85.179)*x*(25.262*x*(-1.547))) :tppl=1/pptl
pptb=-20.668*x*(95.763*x*(-73.367)*x*(28.195*x*(-2.076*x*(-.071)))) :tppb=1/pptb
nivell=260.864*x*(-286.952*x*(154.9)*x*(-36.304*x*(3.671*x*(-.13))))
inunl=pptl*nivell
k25=k7*virto*.25
Hm1=(14.317+.115*tppl+.017*sol)*(86.2/extl)
'f) Componentes de subsistemas vecinos
D(1)=12.874:D(2)=11.602:D(3)=8.377:D(4)=5.871:D(5)=4.877:D(6)=4.766
D(7)=5.089:D(8)=6.161:D(9)=8.586:D(10)=12.078:D(11)=14.069:D(12)=12.107
Db(i)=D(x)
N(1)=1.016:N(2)=1.483:N(3)=1.749:N(4)=1.529:N(5)=1.092:N(6)=.728
N(7)=.487:N(8)=.345:N(9)=.287:N(10)=.318:N(11)=.475:N(12)=.737
Nb(i)=N(x)
'g) Calculo de variables
F1(i)=F1(i-1)*(1+sol)*2.12808E-03*(.17262*tppl/(224.869478*tppl))-(Zp1(i-1)*k27+k28
+k33)
P1(i)=P1(i-1)*(1+sol)*9.1165E-04*(.61087*tppl/(.013439*tppl))-(k4+k5)
Zp1(i)=Zp1(i-1)*(1+F1(i-1)*k27-(k11+N1(i-1)*k33*k13))
D1(i)=P1(i-1)*k4+Db(i-1)*k25+sur*virto*(extb/extl)*F1(i-1)*k28+k29*Hm1+inunl*Zp1
(i-1)*k11+B1(i-1)*k34+N1(i-1)*k38+D1(i-1)*(1-(k10+sur*virto)*k30+B1(i-1)*k31+N1(i-1)*k32))
B1(i)=B1(i-1)*(1+D1(i-1)*k31-(k17+k34+N1(i-1)*k35))
N1(i)=Nb(i-1)*k21*tppb+k22*tppb*(extb/extl)+N1(i-1)*(1+D1(i-1)*k32+Zp1(i-1)*k33+8

```

```
1(i-1)*k35-((k18+k37)*ppt1+k24+k36+k38))
```

```
'h) Calculo de flejos
```

```
c1=c1+F1(i)*k27*ZP1(i):c2=c2+F1(i)*k28:c3=c3+F1(i)*k3
```

```
c4=c4+P1(i)*k4:c5=c5+P1(i)*k5:c6=c6+k29*inun1*Hm 1
```

```
c7=c7+Db(i-1)*k25*sur*vieento*(extb/ext1):c8=c8+D1(i)*sur*vieento*k30:c9=c9+D1(i)*k3
```

```
1*B1(i)
```

```
c10=c10+D1(i)*k32*N1(i):c11=c11+D1(i)*k10:c12=c12+ZP1(i)*k11
```

```
c13=c13+ZP1(i)*k33*N1(i):c14=c14+ZP1(i)*k13:c15=c15+B1(i)*k34
```

```
c16=c16+B1(i)*k35*N1(i):c17=c17+B1(i)*k17:c18=c18+Nb(i-1)*k21*pptb*(extb/ext1)
```

```
c19=c19+Nb(i-1)*k22*tpbb*(extb/ext1):c20=c20+N1(i)*k36:c21=c21+N1(i)*k18*ppt1
```

```
c22=c22+N1(i)*k37*pp1:c23=c23+N1(i)*k38:c24=c24+N1(i)*k24
```

```
IF num=4 THEN num=0
```

```
NEXT i
```

```
'i) Listado de resultados
```

```
CLS:PRINT "Fik27Z1=";c1;" :Fik28=";c2
```

```
PRINT "Fik3=";c3;" :Pik4=";c4
```

```
PRINT "Pik5=";c5;" :HMK29=";c6
```

```
PRINT "Dbk25=";c7;" :Dik30=";c8
```

```
PRINT "Dik31B1=";c9;" :Dik32N1=";c10
```

```
PRINT "Dik10=";c11;" :Zpk11=";c12
```

```
PRINT "Zpk33N1=";c13;" :Zpk13=";c14
```

```
PRINT "Bik34=";c15;" :Bik35N1=";c16
```

```
PRINT "Bik17=";c17;" :Nbk21=";c18
```

```
PRINT "Nbk22=";c19;" :Nik36=";c20
```

```
PRINT "Nik18=";c21;" :Nik37=";c22
```

```
PRINT "Nik38=";c23;" :Nik24=";c24
```

```
PRINT "Quieres continuar";
```

```
INPUT s$
```

```
IF s$="no" THEN GOTO 600
```

```
CLS
```

```
'j) Calculo de promedios mensuales y listado
```

```
PRINT TAB(0);"m es";TAB(8);"Fito";TAB(16);"Pastos";TAB(24);"Detritos";TAB(32);"Zoop";TAB(40);"
```

```
Bentos";TAB(48);"Necton"
```

```
num=1
```

```
43 x=num+4:z=x-3:fM=0:zM=0:Pm=0:Dm=0:Bm=0:Nm=0
```

```
FOR i=x TO z
```

```
Fm=Fm+F1(i)/4
```

```
sum f=sum f+F1(i)
```

```
F=INT(Fm*1000+.5)/1000
```

```
Pm=Pm+P1(i)/4
```

```
sum p=sum p+P1(i)
```

```
P=INT(Pm*1000+.5)/1000
```

```
Zm=Zm+ZP1(i)/4
```

```
sum z=sum z+ZP1(i)
```

```
Zp=INT(Zm*1000+.5)/1000
```

```
Dm=Dm+D1(i)/4
```

```
sum d=sum d+D1(i)
```

```

D=INT (Dm *1000+.5)/1000
Bm =Bm +B1 (i)/4
sum b=sum b+B1 (i)
B=INT (Bm *1000+.5)/1000
Nm =Nm +N1 (i)/4
sum n=sum n+N1 (i)
N=INT (Nm *1000+.5)/1000
NEXT i
a=(i-1)/4 ; PRINT TAB (0);a;TAB (8);f;TAB (16);p;TAB (24);d;TAB (32);z;TAB (40);B;TAB (48);N
num =num +1
IF x=48 THEN GOTO 44
GOTO 43
44 prom f=sum f/sem ana
prom p=sum p/sem ana
prom zp=sum z/sem ana
prom d=sum d/sem ana
prom b=sum b/sem ana
prom n=sum n/sem ana
F=INT (prom f*1000+.5)/1000
P=INT (prom p*1000+.5)/1000
Zp=INT (prom zp*1000+.5)/1000
D=INT (prom d*1000+.5)/1000
B=INT (prom b*1000+.5)/1000
N=INT (prom n*1000+.5)/1000
PRINT "-----"
PRINT TAB (0);"Medias";TAB (8);F;TAB (16);P;TAB (24);D;TAB (32);Zp;TAB (40);B;TAB (48);N
PRINT "Quieres continuar";
INPUT s$
IF s$="no" THEN GOTO 600
*) Seleccion de opcion de salida
CLS
PRINT "Quieres listado";
INPUT s$
IF s$="no" THEN GOTO 550
GOSUB 1000
550 PRINT "Quieres graficas";
INPUT s$
IF s$="no" THEN GOTO 600
CLS
*) Graficacion de resultados
*) 1.1)Prim era grafica:F
CALL MOVETO (0,225)
PRINT "0--"
CALL MOVETO (0,125)
PRINT "200--"
CALL MOVETO (0,25)
PRINT "400--"

```

```

LINE (150,20)-(5*(sem ana+30),220),,b
CALL MOVETO (5*(sem ana+10),235)
CALL MOVETO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT "sem anas"
CALL MOVETO (150,220-.5*F1(0))
CALL PENSIZ (1,1)
FOR i=1 TO sem ana
    CALL LINETO (5*(i+30),220-.5*F1(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-.5*F1(sem ana))
PRINT "fitoplancton"
CALL MOVETO (0,250)
PRINT "Quieres continuar?";
INPUT ss
IF ss="no" THEN GOTO 600
CLS
^1.2) Segunda grafica: D y P
CALL MOVETO (0,225)
PRINT "D-"
CALL MOVETO (0,125)
PRINT "40-"
CALL MOVETO (0,25)
PRINT "80-"
LINE (150,20)-(5*(sem ana+30),220),,b
CALL MOVETO (5*(sem ana+10),235)
CALL MOVETO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT "sem anas"
^ Grafica de D:
CALL MOVETO (150,220-2.5*D1(0))
CALL PENSIZ (1,1)
FOR i=1 TO sem ana
    CALL LINETO (5*(i+30),220-2.5*D1(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-2.5*D1(sem ana))
PRINT "detritos"
CALL MOVETO (0,250)
^ Grafica de Pm:
CALL MOVETO (150,220-2.5*P1(0))
CALL PENSIZ (1,3)
FOR i=1 TO sem ana
    CALL LINETO (5*(i+30),220-2.5*P1(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-2.5*P1(sem ana))
PRINT "pastos marinos"
CALL MOVETO (0,250)
PRINT "Quieres continuar?";
INPUT ss

```

```

IF ss="no" THEN GOTO 600
CLS
^1.3) Tercera grafica: M
CALL MOVETO (0,225)
PRINT "0-"
CALL MOVETO (0,125)
PRINT "1.5-"
CALL MOVETO (0,25)
PRINT "3-"
LINE (150,20)-(5*(sem ana+30),220),,b
CALL MOVETO (5*(sem ana+10),235)
CALL MOVETO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT "sem anas"
^grafica de N
CALL MOVETO (150,220-66.6667*N1(0))
CALL PENSIZ (1,3)
FOR i=1 TO sem ana
    CALL LINETO (5*(i+30),220-66.6667*N1(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-66.6667*N1(sem ana))
PRINT "Necton"
CALL MOVETO (0,250)
PRINT "Quieres continuar?";
INPUT ss
IF ss="no" THEN GOTO 600
CLS
^1.4) Cuarta grafica: B y Z
CALL MOVETO (0,225)
PRINT "0-"
CALL MOVETO (0,125)
PRINT ".65-"
CALL MOVETO (0,25)
PRINT "1.3-"
LINE (150,20)-(5*(sem ana+30),220),,b
CALL MOVETO (5*(sem ana+10),235)
CALL MOVETO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT "sem anas"
^grafica de Zp
CALL MOVETO (150,220-153.846*ZP1(0))
CALL PENSIZ (1,1)
FOR i=1 TO sem ana
    CALL LINETO (5*(i+30),220-153.846*ZP1(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-153.846*ZP1(sem ana))
PRINT "Zooplanc-ton"
CALL MOVETO (0,250)
^grafica de B

```

```

CALL MOVETO (150,220-153.846*B1(0))
CALL PENSIZ (1,3)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-153.846*B1(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-153.846*B1(sem ana))
PRINT "Bentos"
CALL MOVETO (0,250)
STOP
(*m) listado de resultados sem anales
1000 CLS
PRINT TAB(0);"sem ana";TAB(8);"Fito";TAB(16);"Pastos";TAB(24);"Detritos";TAB(32);"Zoop";TAB(40);
"");TAB(48);"Necton"
FOR i=1 TO sem ana
F=INT(F1(i)*1000+.5)/1000
Pm=INT(P1(i)*1000+.5)/1000
Zp=INT(ZP1(i)*1000+.5)/1000
D=INT(D1(i)*1000+.5)/1000
B=INT(B1(i)*1000+.5)/1000
P=INT(N1(i)*1000+.5)/1000
PRINT TAB(0);i;TAB(8);F;TAB(16);Pm ;TAB(24);D;TAB(32);Zp;TAB(40);B;TAB(48);P
NEXT i
PRINT "Quieres continuar";
INPUT s$
IF s$="no" THEN GOTO 600
RETURN
600 END

```

Listado A.3. Subsistema II
-Cuenca Central-


```

'a) Inicializacion
sem ana=48:sem es=12
ext1=559:ext2=923
DIM F2(sem ana),P2(sem ana),D2(sem ana),Zp2(sem ana),B2(sem ana),N2(sem ana),D1(sem ana),N1(sem ana)
DIM N(mes),D(mes)
'b) Seleccion de valores iniciales de variables.
F2(0)=210.03:P2(0)=-.39724:D2(0)=30.914:Zp2(0)=-.49966 :B2(0)=-.07036 :N2(0)=-.69447
D1(0)=30.692:N1(0)=1.605
'c) Seleccion de constantes
k3=.09757 :k4=.227 :k5=.097565:k10=.085:k11=.205
k13=.11 :k17=.039:k24=.038:k30=3.1042:k34=.047
k36=.051:k37=3.1094E-05:k38=-.06:k39=.0024468:k40=.075984
k41=.8.36789E-04:k42=2.9659:k43=.0021895:k44=-.003147:k45=.023996
k46=-.015532:k47=6.5647E-08
'd) Iniciacion de iteraciones
x=1:num=-1
FOR i=1 TO sem ana
CLS :PRINT "Procesando sem ana:"i
'e) Seleccion de mecanismos de produccion.
num=num+1
IF num=4 THEN x=x+1
sol=659.545+x*(311.912+x*(-23.501))
vieato=.835+x*(.292+x*(-.085+x*(.01+x*(-.0003504))))
surv=.495+x*(-.182)+x*(.037+x*(-.004)+x*(.0001535)))
ppt1=99.985+x*(-.85.179)+x*(25.262+x*(-1.547)):tpp1=1/ppt1
ppt2=159.596+x*(-181.348)+x*(25.199+x*(-1.431)):tpp2=1/ppt2
riol=1.68168.1368+x*(-131426.7658)+x*(56298.1738+x*(-11845.9558))+x*(1181.7998+x*(-42.558)))
nive12=260.864+x*(-286.952+x*(154.9)+x*(-36.304+x*(3.671+x*(-.13))))
inun2=ppt2+nive12
Mm 2=(14.317+.115*ppt2+.017*sol)*(58.5/ext2)
'f) Componentes de subsistemas vecinos
D(1)=46.033:D(2)=39.637:D(3)=32.884:D(4)=39.109:D(5)=56.241:D(6)=73.585
D(7)=76.453:D(8)=68.008:D(9)=42.943:D(10)=40.089:D(11)=41.435:D(12)=34.05
D1(i)=D(x)
N(1)=1.526:N(2)=1.545:N(3)=1.438:N(4)=1.255:N(5)=1.211:N(6)=1.445
N(7)=1.956:N(8)=2.454:N(9)=2.468:N(10)=2.155:N(11)=1.896:N(12)=1.699
N1(i)=N(x)
'g) calculo de variables
F2(i)=F2(i-1)*(1+sol*.002064315*(.17262*ppt2/(242.19*ppt2)))-(Zp2(i-1)*k39+k40+k3)

P2(i)=P2(i-1)*(1+sol*k*(.61087*tpp2/(.02065+tpp2)))-(k4+k5)
Zp2(i)=Zp2(i-1)*(1+F2(i-1)*k39-(k11+k13+N2(i-1)*k45))
D2(i)=P2(i-1)*k4+D1(i-1)*k30+vieato*surv*(ext1/ext2)*F2(i-1)*k40+k41*Mm 2+inun2+Zp2(i-1)*k11+.82(i-1)*k34+N2(i-1)*k35+D2(i-1)*(1-(k10+surv*vieato*k42+B2(i-1)*k43+N2(i-1)*k44))
B2(i)=B2(i-1)*(1+D2(i-1)*k43-(k17+k34+N2(i-1)*k46))

```

```

N2(i)=N1(i-1)*pp1+k37*ext1/ext2+N2(i-1)*(1+D2(i-1)*k44+2p2(i-1)*k45+B2(i-1)*k46-(
K24+k36+k3B+riol*k47))
'h) Calculo de fijos
c1=c1+F2(i)*k39+2P2(i);c2=c2+F2(i)*k40;c3=c3+F2(i)*k3
c4=c4+P2(i)*k4;c5=c5+P2(i)*k5;c6=c6+k41*inun2*Mm 2
c7=c7+D1(i-1)*k30*survientes(ext1/ext2);c8=c8+D2(i)*survientes*k42;c9=c9+D2(i)*k4
3*B2(i)
c10=c10+D2(i)*k44*N2(i);c11=c11+D2(i)*k10;c12=c12+2P2(i)*k11
c13=c13+2P2(i)*k45*N2(i);c14=c14+2P2(i)*k13;c15=c15+B2(i)*k34
c16=c16+B2(i)*k46*N2(i);c17=c17+B2(i)*k17;c18=c18+N1(i-1)*k37*pp1*(ext1/ext2)
c19=c19+N2(i)*k36;c20=c20+N2(i)*k38;c21=c21+N2(i)*k24
c22=c22+N2(i)*k47*riol
IF num =4 THEN num =8
NEXT i
'i) Listado de resultados
CLS:PRINT "F2K39Z2=";c1;" :F1k40=";c2
PRINT "F2K3=";c3;" :P2k4=";c4
PRINT "P2k5=";c5;" :Mm k41=";c6
PRINT "D1k38=";c7;" :D2k42=";c8
PRINT "D2k43B1=";c9;" :D2k44N2=";c10
PRINT "D2k10=";c11;" :2p2k11=";c12
PRINT "2p2k45N1=";c13;" :2p2k13=";c14
PRINT "B2k34=";c15;" :B2k46N1=";c16
PRINT "B2k17=";c17;" :N1k37=";c18
PRINT "N2k36=";c19;" :N2k38=";c20
PRINT "N2k24=";c21;"N2k47=";c22
PRINT "k44=";k44;"N2(0)=";N2(0);"N2=";sum
PRINT "Quieres continuar?";
INPUT $q
IF $q="no" THEN GOTO 600
CLS
'j) Calculo de promedios mensuales y listado
PRINT TAB(0);"semana";TAB(8);"Fito";TAB(16);"Pastos";TAB(24);"De tritos";TAB(32);"Zoop";TAB(4
0);"Benetos";TAB(48);"Necton"
num =1
43 x=num +4:a=x-3:Fm =0:Zm =0:Pa =0:Dm =0:Bm =0:Nm =0
FOR i=1 TO x
Fm =Fm +F2(i)/4
sum f=sum f+F2(i)
F=INT(Fm *1000+.5)/1000
Pm =Pm +P2(i)/4
sum p=sum p+P2(i)
P=INT(Pm *1000+.5)/1000
Zm =Zm +2P2(i)/4
sum z=sum z+2P2(i)
Zp=INT(Zm *1000+.5)/1000
Dm =Dm +D2(i)/4

```

```

sum d=sum d+D2(i)
D=INT(D=1000+.5)/1000
B=8+82(i)/4
sum b=sum b+82(i)
B=INT(B=1000+.5)/1000
N=N+82(i)/4
sum n=sum n+82(i)
N=INT(N=1000+.5)/1000
NEXT i
a=(i-1)/4:PRINT TAB(0);a;TAB(8);F;TAB(16);P;TAB(24);D;TAB(32);Zp;TAB(40);B;TAB(48);N
num=num+1
IF x=48 THEN GOTO 44
GOTO 43
44 prom f=sum f/sem ana
prom p=sum p/sem ana
prom zp=sum z/sem ana
prom d=sum d/sem ana
prom b=sum b/sem ana
prom n=sum n/sem ana
F=INT(prom f*1000+.5)/1000
P=INT(prom p*1000+.5)/1000
Zp=INT(prom zp*1000+.5)/1000
D=INT(prom d*1000+.5)/1000
B=INT(prom b*1000+.5)/1000
N=INT(prom n*1000+.5)/1000
PRINT "-----"
PRINT TAB(0);"Medias";TAB(8);F;TAB(16);P;TAB(24);D;TAB(32);Zp;TAB(40);B;TAB(48);N
PRINT "Quieres continuar?";
INPUT ss
IF ss="no" THEN GOTO 600
"K) Seleccion de opcion de salida
CLS
PRINT "Quieres listado?";
INPUT ss
IF ss="no" THEN GOTO 550
GOSUB 1000
550 PRINT "Quieres graficas?";
INPUT ss
IF ss="no" THEN GOTO 600
CLS
"1) Graficacion de resultados
"1.1) Primera grafica:F
CALL MOVETO (0,225)
PRINT "0--"
CALL MOVETO (0,125)
PRINT "150--"
CALL MOVETO (0,25)

```

```

PRINT "300--"
LINE (150,20)-(5*(sem ana+30),220),,b
CALL MOVETO (5*(sem ana+10),235)
CALL MOVETO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT "sem anas"
  Grafica de F:
CALL MOVETO (150,220-(.66667)*F2(0))
CALL PENSIZ (1,1)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-(.66667)*F2(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-(.66667)*F2(sem ana))
PRINT "Fitoplancton"
CALL MOVETO (0,250)
PRINT "Quieres continuar?";
INPUT s$
IF s$="no" THEN GOTO 600
CLS
'1.2) Segunda grafica: D y P
CALL MOVETO (0,225)
PRINT "0--"
CALL MOVETO (0,125)
PRINT "30--"
CALL MOVETO (0,25)
PRINT "60--"
LINE (150,20)-(5*(sem ana+30),220),,b
CALL MOVETO (5*(sem ana+10),235)
CALL MOVETO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT "sem anas"
  Grafica de D:
CALL MOVETO (150,220-3.3333*D2(0))
CALL PENSIZ (1,1)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-3.3333*D2(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-3.3333*D2(sem ana))
PRINT "detritos"
CALL MOVETO (0,250)
  Grafica de Pm:
CALL MOVETO (150,220-3.3333*P2(0))
CALL PENSIZ (1,3)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-3.3333*P2(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-3.3333*P2(sem ana))
PRINT "pastos e arinos"
CALL MOVETO (0,250)

```

```

PRINT "Quieres continuar";
INPUT ss
IF ss="no" THEN GOTO 600
CLS
'1.3) Tercera grafica: N
CALL MOVETO (0,225)
PRINT "0-"
CALL MOVETO (0,125)
PRINT ".4-"
CALL MOVETO (0,25)
PRINT "1--"
LINE (150,20)-(5*(sem ana+30),220),,b
CALL MOVETO (5*(sem ana+10),235)
CALL MOVETO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT "sem añas"
'grafica de N
CALL MOVETO (150,220-200*N2(0))
CALL PENSIZ (1,3)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-200*N2(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-200*N2(sem ana))
PRINT "Necton"
CALL MOVETO (0,250)
PRINT "Quieres continuar";
INPUT ss
IF ss="no" THEN GOTO 600
CLS
'1.4) Cuarta grafica: B y Z
CALL MOVETO (0,225)
PRINT "0-"
CALL MOVETO (0,125)
PRINT ".5-"
CALL MOVETO (0,25)
PRINT "1--"
LINE (150,20)-(5*(sem ana+30),220),,b
CALL MOVETO (5*(sem ana+10),235)
CALL MOVETO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT "sem añas"
'grafica de Zp
CALL MOVETO (150,220-200*ZP2(0))
CALL PENSIZ (1,1)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-200*ZP2(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-200*ZP2(sem ana))
PRINT "Zooplancton"

```

```
CALL MOVETO (0,250)
'grafica de B
CALL MOVETO (150,220-200*B2(0))
CALL PENSIZO (1,3)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-200*B2(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-200*B2(sem ana))
PRINT "Beatos"
CALL MOVETO (0,250)
STOP
'm) listado de resultados sem anales
1000 CLS
PRINT TAB(0);"sem ana";TAB(8);"Fito";TAB(16);"Pastos";TAB(24);"Detritos";TAB(32);"Zoop";TAB(40);
"Beatos";TAB(48);"Necton"
FOR i=1 TO sem ana
F=INT(F2(i)*1000+.5)/1000
Pm=INT(P2(i)*1000+.5)/1000
Zp=INT(ZP2(i)*1000+.5)/1000
D=INT(D2(i)*1000+.5)/1000
B=INT(B2(i)*1000+.5)/1000
P=INT(Q2(i)*1000+.5)/1000
PRINT TAB(0);i;TAB(8);F;TAB(16);Pm;TAB(24);D;TAB(32);Zp;TAB(40);B;TAB(48);P
NEXT i
PRINT "Quieres continuar";
INPUT ss
IF ss="no" THEN GOTO 600
RETURN
600 END
```

Listado A.4. Subsistema III
-Zona de influencia del Río
Candelaria-

```

'a) Inicializacion
sem ana=48;mes=12
ext2=923;ext3=330
DIM F3(sem ana),P3(sem ana),O3(sem ana),Zp3(sem ana),B3(sem ana),N3(sem ana),D2(sem ana),N2(sem ana)
DIM N(mes),D(mes)
'b) Seleccion de valores iniciales de variables.
F3(0)=349.82:P3(0)=1.1738:D3(0)=100.004:Zp3(0)=.079964 :B3(0)=.095734:N3(0)=.93121
D2(0)=39.914:N2(0)=.36369
'c) Seleccion de constantes
k3=.09757 :k4=.227 :k5=.097565:k10=.085:k11=.205
k13=.11 :k17=.039:k24=.038:k34=.047:k36=.051
k38=.06:k42=2.9659:k47=6.5647E-08:k50=.0024683:k51=.075932
k52=0.4157E-07:k59=1.451E-05:k54=.00086:k55=.0011517:k56=.022745
k57=.014688:k58=794.1
'd) Iniciacion de iteraciones
x=1:num=-1
FOR i=1 TO sem ana
CLS :PRINT "Procesando sem ana:"i
'e) Seleccion de mecanismos de produccion.
num=num+1
IF num=4 THEN x=x+1
sol=659.545+x*(311.912+x*(-23.501))
vient=-.035+x*(.202+x*(-.085+x*(.01+x*(-.0003504))))
ser=-.495+x*(-.102)+x*(.037+x*(-.004)+x*(.0001535)))
rioi=160160.1368+x*(-131426.7658)+x*(56288.1738)+x*(-11845.9558)+x*(1181.7938)+x*(-42.5
58)))
oir1=1/rioi
k48=viento*k42
Mf3=(.074*sol-29.511)*(304.6/ext3)
'f) Componentes de subsistemas vecinos
D(1)=59.933:D(2)=58.034:D(3)=40.054:D(4)=34.883:D(5)=37.305:D(6)=44.242
D(7)=52.606:D(8)=56.926:D(9)=51.57:D(10)=45.805:D(11)=42.635:D(12)=32.884
D2(i)=D(x)
N(1)=.678:N(2)=.784:N(3)=.837:N(4)=.774:N(5)=.681:N(6)=.632
N(7)=.652:N(8)=.743:N(9)=.846:N(10)=.867:N(11)=.827:N(12)=.744
N2(i)=N(x)
'g) calculo de variables.
F3(i)=F3(i-1)*(1+sol*.015394538*(.17262*rioi/(1803004.58*rioi))-(Zp3(i-1)*k50+k51+
k3))
P3(i)=P3(i-1)*(1+sol*.569337*(.61087*oir1/(.02065*oir1))-(k4+k5))
Zp3(i)=Zp3(i-1)*(1+F3(i-1)*k50-(k11+k13+N3(i-1))*k56))
D2(i)=P3(i-1)*k4+D2(i-1)*k48*sur*viento*(ext2/ext3)+F3(i-1)*k51+k52*Mf3*rioi+Zp3(i-1)*k11+B3(i-1)*k34+N3(i-1)*k38+D3(i-1)*(1-(k10+sur*viento*rioi)*k53+D3(i-1)*k54+N3(i-1))*k5
5))
B3(i)=B3(i-1)*(1+D3(i-1)*k54-(k17+k34+N3(i-1))*k57))
N3(i)=N2(i-1)*rioi*k47*ext2/ext3+N3(i-1)*(1+D3(i-1))*k55+Zp3(i-1)*k54+B3(i-1)*k57-(

```


k24+k36+k38+k58*oir1))

'h) Calculo de flujos

c1=c1+F3(i)*k50+ZP3(i);c2=c2+F3(i)*k51;c3=c3+F3(i)*k3

c4=c4+P3(i)*k4;c5=c5+P3(i)*k5;c6=c6+k52*Mf3*riol

c7=c7+D2(i-1)*k48*survientes*(ext2/ext3);c8=c8+D3(i)*survientes*riol*k53;c9=c9+D3

(i)*k54+B3(i)

c10=c10+D3(i)*k55+N3(i);c11=c11+D3(i)*k10;c12=c12+ZP3(i)*k11

c13=c13+ZP3(i)*k56+N3(i);c14=c14+2*P3(i)*k13;c15=c15+B3(i)*k34

c16=c16+B3(i)*k57+N3(i);c17=c17+B3(i)*k17;c18=c18+N2(i-1)*k47*riol*(ext2/ext3)

c19=c19+N3(i)*k36;c20=c20+N3(i)*k38;c21=c21+N3(i)*k24

c22=c22+N3(i)*k58*oir1

IF num =4 THEN num =0

NEXT i

'i) Listado de flujos

CLS:PRINT "F3k50Z3=";c1;" :F3k51=";c2

PRINT "F3k3=";c3;" :P3k4=";c4

PRINT "P3k5=";c5;" :Mfk52=";c6

PRINT "D2k48=";c7;" :D3k53=";c8

PRINT "D3k54B1=";c9;" :D3k55N3=";c10

PRINT "D3k10=";c11;" :Zp3k11=";c12

PRINT "Zp3k56N3=";c13;" :Zp3k13=";c14

PRINT "B3k34=";c15;" :B3k57N3=";c16

PRINT "B3k17=";c17;" :N2k47=";c18

PRINT "N3k36=";c19;" :N3k38=";c20

PRINT "N3k24=";c21;" :N3k58=";c22

PRINT "Quieres continuar";

INPUT ss

IF ss="no" THEN GOTO 600

CLS

'j) Calculo de promedios mensuales y listado

PRINT TAB(0);"sem ana";TAB(8);"Fito";TAB(16);"Pastos";TAB(24);"Detritos";TAB(32);"Zoop";TAB(4

0);"Bentos";TAB(48);"Necton"

num =1

43 x=num +4 :a=x-3:Fm =0 :Zm =0 :Pm =0 :Dm =0 :Bm =0 :Nm =0

FOR i=a TO x

Fm =Fm +F3(i)/4

sum f=sum f+F3(i)

F=INT (Fm *1000+.5)/1000

Pm =Pm +P3(i)/4

sum p=sum p+P3(i)

P=INT (Pm *1000+.5)/1000

Zm =Zm +ZP3(i)/4

sum z=sum z+ZP3(i)

Zp=INT (Zm *1000+.5)/1000

Dm =Dm +D3(i)/4

sum d=sum d+D3(i)

D=INT (Dm *1000+.5)/1000

```

Bm = Bm + B3(i)/4
sum b = sum b + B3(i)
B = INT (Bm * 1000 + .5)/1000
Nm = Nm + N3(i)/4
sum n = sum n + N3(i)
N = INT (Nm * 1000 + .5)/1000
NEXT i
a = (i-1)/4 : PRINT TAB (0);a;TAB (8);F;TAB (16);P;TAB (24);D;TAB (32);Zp;TAB (40);B;TAB (48);N
num = num + 1
IF x=48 THEN GOTU 44
GOTO 43
44 prom f = sum f / sem ana
prom p = sum p / sem ana
prom zp = sum z / sem ana
prom d = sum d / sem ana
prom b = sum b / sem ana
prom n = sum n / sem ana
F = INT (prom f * 1000 + .5) / 1000
P = INT (prom p * 1000 + .5) / 1000
Zp = INT (prom zp * 1000 + .5) / 1000
D = INT (prom d * 1000 + .5) / 1000
B = INT (prom b * 1000 + .5) / 1000
N = INT (prom n * 1000 + .5) / 1000
PRINT "-----"
PRINT TAB (0);"Medias";TAB (8);F;TAB (16);P;TAB (24);D;TAB (32);Zp;TAB (40);B;TAB (48);N
PRINT "Quieres continuar";
INPUT s$
IF s$="no" THEN GOTO 600
"*) Seleccion de opcion de salida
CLS
PRINT "Quieres listado";
INPUT s$
IF s$="no" THEN GOTO 550
GOSUB 1000
550 PRINT "Quieres graficas";
INPUT s$
IF s$="no" THEN GOTO 600
CLS
") Graficacion de resultados
") 1.1) Primera grafica: F
CALL MOVETO (0,225)
PRINT "0--"
CALL MOVETO (0,125)
PRINT "100--"
CALL MOVETO (0,25)
PRINT "360--"
LINE (150,20)-(5*(sem ana+30),220),,b

```

```

CALL MOVETO (5*(sem ana+10),235)
CALL MOVETO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT "sem anas"
'Grafica de F:
CALL MOVETO (150,220-.55556*F3(0))
CALL PENSIZE (1,1)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-.55556*F3(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-.55556*F3(sem ana))
PRINT "Fitoplankton"
CALL MOVETO (0,250)
PRINT "Quieres continuar?";
INPUT ss
IF ss="no" THEN GOTO 600
CLS
'1.2) Segunda grafica: D y P
CALL MOVETO (0,225)
PRINT "0--"
CALL MOVETO (0,125)
PRINT "05--"
CALL MOVETO (0,25)
PRINT "170--"
LINE (150,20)-(5*(sem ana+30),220),,b
CALL MOVETO (5*(sem ana+10),235)
CALL MOVETO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT "sem anas"
'Grafica de D:
CALL MOVETO (150,220-1.1765*D3(0))
CALL PENSIZE (1,1)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-1.1765*D3(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-1.1765*D3(sem ana))
PRINT "detritos"
CALL MOVETO (0,250)
'Grafica de Pm:
CALL MOVETO (150,220-1.1765*P3(0))
CALL PENSIZE (1,3)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-1.1765*P3(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-1.1765*P3(sem ana))
PRINT "pastos marinos"
CALL MOVETO (0,250)
PRINT "Quieres continuar?";
INPUT ss

```

```

IF s$="no" THEN GOTO 600
CLS
'1.3) Tercera grafica: N
CALL MOVETO (0,225)
PRINT "0--"
CALL MOVETO (0,125)
PRINT ".75--"
CALL MOVETO (0,25)
PRINT "1.5--"
LINE (150,20)-(5*(sem ana+30),220),,b
CALL MOVETO (5*(sem ana+10),235)
CALL MOVETO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT "sem anas"
'grafica de N
CALL MOVETO (150,220-133.333*N3(0))
CALL PENSIZ (1,3)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-133.333*N3(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-133.333*N3(sem ana))
PRINT "Necton"
CALL MOVETO (0,250)
PRINT "Quieres continuar?";
INPUT s$
IF s$="no" THEN GOTO 600
CLS
'1.4) Cuarta grafica: B y Z
CALL MOVETO (0,225)
PRINT "0--"
CALL MOVETO (0,125)
PRINT ".55--"
CALL MOVETO (0,25)
PRINT "1.1--"
LINE (150,20)-(5*(sem ana+30),220),,b
CALL MOVETO (5*(sem ana+10),235)
CALL MOVETO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT "sem anas"
'grafica de Zp
CALL MOVETO (150,220-181.1818#*ZP3(0))
CALL PENSIZ (1,1)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-181.1818#*ZP3(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-181.1818#*ZP3(sem ana))
PRINT "Zooplaucton"
CALL MOVETO (0,250)
'grafica de B

```

```

CALL MOVETO (150,220-181.18188*B3(0))
CALL PENSIZ (1,3)
FOR j=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-181.18188*B3(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-181.18188*B3(sem ana))
PRINT "Bentos"
CALL MOVETO (0,250)
STOP
'm) listado de resultados sem anales
1000 CLS
PRINT TAB(0);"sem ana";TAB(8);"Fito";TAB(16);"Pastos";TAB(24);"Detritos";TAB(32);"Zoop";TAB(40);"Bentos";TAB(48);"Necton"
FOR i=1 TO sem ana
F=INT(F3(i)*1000+.5)/1000
Pm=INT(P3(i)*1000+.5)/1000
Zp=INT(ZP3(i)*1000+.5)/1000
O=INT(O3(i)*1000+.5)/1000
B=INT(B3(i)*1000+.5)/1000
P=INT(N3(i)*1000+.5)/1000
PRINT TAB(0);i;TAB(8);F;TAB(16);Pm;TAB(24);D;TAB(32);Zp;TAB(40);B;TAB(48);P
NEXT i
PRINT "Quieres continuar";
INPUT ss
IF ss="no" THEN GOTO 600
RETURN
600 END

```

Listado A.5. Subsistema IV
-Zona de Influencia del Río
Palizada y Boca del Carmen-

```

'a) Inicializacion
sem ana=48:m es=12
exta=38700!:xt2=923:xt3=330:ext4=687
DIM F4(sem ana),D4(sem ana),P4(sem ana),Zp4(sem ana),B4(sem ana),N4(sem ana),O2(sem ana),N2(sem ana),O3(sem ana),N3(sem ana),Na(sem ana)
DIM N(m es),Na(m es),D(m es),Dx(m es)
'b) Seleccion de valores iniciales de variables.
F4(0)=285.84:D4(0)=81.567:Zp4(0)=.29352 :B4(0)=.063229:N4(0)=.33119
O2(0)=30.914:N2(0)=.69447:D3(0)=1.08.084:N3(0)=.3121:Na(0)=1.1176
'c) Seleccion de constantes
k3=-.09757:k10=-.085:k11=.205:k13=-.11 :k17=.039:k24=-.038
k34=.047:k36=.051:k38=.06:k42=2.9659:k53=1.451E-85
k58=794.1:k59=.0023136:k68=.075938:k61=8.411E-09:k62=1.77E-06
k63=7.6701E-04:k64=.0010748:k65=-.044747:k66=.017223:k67=1.377E-12
k68=12420.758
'd) Iniciacion de iteraciones
x=1:num=-1
FOR i=1 TO sem ana
CLS :PRINT "Procesando sem ana:";i
num=num+1
IF num=4 THEN x=x+1
'e) Seleccion de mecanismos de produccion.
sol=659.545+x*(311.912+x*(-23.501))
viento=.035+x*(.232+x*(-.085+x*(.01+x*(-.0803504))))
sur=.495+x*(.102)+x*(.037+x*(.004)+x*(.0801535)))
ppt1=.99.905+x*(.085.179)+x*(25.262+x*(.1.547))) :tpp1=1/ppt1
rio1=1.68168.1368+x*(.131426.7650)+x*(5.6288.1738+x*(.11845.9558))+x*(1181.7938+x*(.42.58)))
rio2=1568528.9498+x*(.941576.8898)+x*(197058.8528+x*(.10105.6218)))
rio3=rio1+rio2 :oir1=1/rio1 :oir3=1/rio3
rio4=7765882.828+x*(.4681406.2518)+x*(980944.1438+x*(.50322.6138)))
k49=(1-viento)*k42
Mf4=(.074*sol-29.511)*(611.9/ext3)
'f) Com ponentes de subsistemas vecinos
Dx(1)=50.933:Dx(2)=58.834:Dx(3)=49.854:Dx(4)=34.883:Dx(5)=37.305:Dx(6)=44.242
Dx(7)=52.686:Dx(8)=56.926:Dx(9)=51.57:Dx(10)=45.805:Dx(11)=42.635:Dx(12)=32.884
D2(i)=Dx(x)
D(1)=136.94:D(2)=158.95:D(3)=160.38:D(4)=145.29:D(5)=129.41:D(6)=121.51
D(7)=125.83:D(8)=127.89:D(9)=191.589:D(10)=73.867:D(11)=75.493:D(12)=185.754
D3(i)=D(x)
Nx(1)=.982:Nx(2)=.984:Nx(3)=1.181:Nx(4)=1.284:Nx(5)=1.147:Nx(6)=1.129
Nx(7)=1.366:Nx(8)=1.366:Nx(9)=1.361:Nx(10)=1.224:Nx(11)=1.049:Nx(12)=.95
N3(i)=Nx(x)
N(1)=.544:N(2)=.931:N(3)=1.547:N(4)=2.117:N(5)=2.286:N(6)=2.005
N(7)=1.503:N(8)=1.021:N(9)=.675:N(10)=.477:N(11)=.397:N(12)=.416
Na(i)=N(x)
'g) Calculo de variables.

```

```

F4(I)=F4(I-1)*(1+SOI*.002131142H*(.17242*RI03/(1883004.5H+RI03))-(2P4(I-1)*K59+K60
+K3))
  ZP4(I)=ZP4(I-1)*(1+F4(I-1)*K59-(K11+K13+N4(I-1)*K65))
  D4(I)=D2(I-1)*K49+surviento*(ext2/ext4)+D3(I-1)*K53+sur*riol*sviento*(ext3/ext4)+F4
(I-1)*K60+K61*Mf4*RI02+2P4(I-1)*K11+B4(I-1)*K34+N4(I-1)*K38+D4(I-1)*(1-(K10+surviento*RI03
+K62+B4(I-1)*K63+N4(I-1)*K64))
  B4(I)=B4(I-1)*(1+D4(I-1)*K63-(K17+K34+N4(I-1)*K66))
  N4(I)=N3(I-1)*OI1*K58+ext3/ext4+Na(I-1)*RI04*K67*exta/ext4+N4(I-1)*(1+D4(I-1)*K64
+2P4(I-1)*K65+B4(I-1)*K66-(K24+K36+K38+K68*OI3))
'h) Calculo de flujos
  c1=c1+F4(I)*K59+2P4(I);c2=c2+F4(I)*K60;c3=c3+F4(I)*K3
  c4=c4+D2(I-1)*K49+surviento*(ext2/ext4);c5=c5+D3(I-1)*K53+surviento*riol*(ext3/e
xt4);c6=c6+K61*Mf4*RI02
  c7=c7+D4(I)*surviento*RI02*K62;c8=c8+D4(I)*K63*B4(I);c9=c9+D4(I)*K64*N4(I)
  c10=c10+D4(I)*K10;c11=c11+2P4(I)*K11;c12=c12+2P4(I)*K65*N4(I)
  c13=c13+2P4(I)*K13;c14=c14+B4(I)*K34;c15=c15+B4(I)*K66*N4(I)
  c16=c16+B4(I)*K17;c17=c17+N3(I-1)*OI1*K58+ext3/ext4;c18=c18+Na(I-1)*RI04*K67*ex
ta/ext4
  c19=c19+N4(I)*K36;c20=c20+N4(I)*K38;c21=c21+N4(I)*K24
  c22=c22+N4(I)*K68*OI3
IF num =4 THEN num =0
NEXT I
'i)Listado de flujos
CLS:PRINT "F4k5924=";c1;" :F4k60=";c2
PRINT "F4k3=";c3;" :D2k49=";c4
PRINT "D3k53=";c5;" :Mf4k61=";c6
PRINT "D4k62=";c7;" :D4k63B4=";c8
PRINT "D4k64N4=";c9;" :D2k10=";c10
PRINT "2p4k11=";c11;" :Zp4k65N4=";c12
PRINT "Zp4k13=";c13;" :B4k34=";c14
PRINT "B4k66N4=";c15;" :B4k17=";c16
PRINT "N3k58=";c17;" :N4k67=";c18
PRINT "N4k36=";c19;" :N4k38=";c20
PRINT "N4k24=";c21;"N4k68=";c22
PRINT "Quirres continuar";
INPUT $
IF $="no" THEN GOTO 600
CLS
'j)Calculo de promedios mensuales y listado
PRINT TAB(8);"mes";TAB(8);"Fito";TAB(16);"Pastos";TAB(24);"Detritos";TAB(32);"Zoop";TAB(40);"
Beatos";TAB(48);"Hectas"
num =1
43 x=num +4 :a=x-3 :Fm =0 :Zm =0 :Pm =0 :Dm =0 :Bm =0 :Nm =0
FOR i=a TO x
  Fm =Fm +F4(i)/4
  sum f=sum f+F4(i)
F=INT(Fm /1000+.5)/1000

```



```

Pm = Pm + P4 (i) / 4
sum p = sum p + P4 (i)
P = INT (Pm * 1000 + .5) / 1000
Zm = Zm + ZP4 (i) / 4
sum z = sum z + ZP4 (i)
Zp = INT (Zm * 1000 + .5) / 1000
Dm = Dm + D4 (i) / 4
sum d = sum d + D4 (i)
D = INT (Dm * 1000 + .5) / 1000
Bm = Bm + B4 (i) / 4
sum b = sum b + B4 (i)
B = INT (Bm * 1000 + .5) / 1000
Nm = Nm + N4 (i) / 4
sum n = sum n + N4 (i)
N = INT (Nm * 1000 + .5) / 1000
NEXT i
a = (i - 1) / 4 : PRINT TAB (8); a; TAB (8); F; TAB (16); P; TAB (24); D; TAB (32); Zp; TAB (40); B; TAB (48); N
sum = sum + 1
IF x = 48 THEN GOTO 44
GOTO 43
44 prom f = sum f / sum ana
prom p = sum p / sum ana
prom z = sum z / sum ana
prom d = sum d / sum ana
prom b = sum b / sum ana
prom n = sum n / sum ana
F = INT (prom f * 1000 + .5) / 1000
P = INT (prom p * 1000 + .5) / 1000
Zp = INT (prom z * 1000 + .5) / 1000
D = INT (prom d * 1000 + .5) / 1000
B = INT (prom b * 1000 + .5) / 1000
N = INT (prom n * 1000 + .5) / 1000
PRINT "-----"
PRINT TAB (0); "Medias"; TAB (8); F; TAB (16); P; TAB (24); D; TAB (32); Zp; TAB (40); B; TAB (48); N
PRINT "Quieres continuar";
INPUT ss
IF ss = "no" THEN GOTO 600
*) Seleccion de opcion de salida
CLS
PRINT "Quieres listado";
INPUT ss
IF ss = "no" THEN GOTO 530
GOSUB 1000
550 PRINT "Quieres graficas";
INPUT ss
IF ss = "no" THEN GOTO 600
CLS

```

```

*1) Graficacion de resultados
*1.1) Primera grafica: F
CALL MOVETO (0,225)
PRINT "0--"
CALL MOVETO (0,125)
PRINT "157--"
CALL MOVETO (0,25)
PRINT "314--"
LINE (150,20)-(5*(sem ana+30),220),,b
CALL MOVETO (5*(sem ana+10),235)
CALL MOVETO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT "sem añas"
  Grafica de F:
CALL MOVETO (150,220-.63694*F4(0))
CALL PENSIZ (1,1)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-.63694*F4(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-.63694*F4(sem ana))
PRINT "Fitoplancton"
CALL MOVETO (0,250)
PRINT "Quieres continuar?";
INPUT ss
IF ss="no" THEN GOTO 600
CLS
*1.2) Segunda grafica: D y P
CALL MOVETO (0,225)
PRINT "0--"
CALL MOVETO (0,125)
PRINT "100--"
CALL MOVETO (0,25)
PRINT "200--"
LINE (150,20)-(5*(sem ana+30),220),,b
CALL MOVETO (5*(sem ana+10),235)
CALL MOVETO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT "sem añas"
  Grafica de D:
CALL MOVETO (150,220-D4(0))
CALL PENSIZ (1,3)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-D4(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-D4(sem ana))
PRINT "detritos"
CALL MOVETO (0,250)
PRINT "Quieres continuar?";
INPUT ss

```

```

IF ss="no" THEN GOTO 600
CLS
'1.3) Tercera grafica: N
CALL MOVE TO (0,225)
PRINT "0-"
CALL MOVE TO (0,125)
PRINT ".5-"
CALL MOVE TO (0,25)
PRINT "1-"
LINE (150,20)-(5*(sem ana+30),220),,b
CALL MOVE TO (5*(sem ana+10),235)
CALL MOVE TO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT "sem anas"
'grafica de N
CALL MOVE TO (150,220-200*N4(0))
CALL PENSIZE (1,3)
FOR i=1 TO sem ana
    CALL LINE TO (5*(i+30),220-200*N4(i))
NEXT i
CALL MOVE TO (5*(sem ana+30),220-200*N4(sem ana))
PRINT "Nectos"
CALL MOVE TO (0,250)
PRINT "Quieres continuar?";
INPUT ss
IF ss="no" THEN GOTO 600
CLS
'1.4) Cuarta grafica: B y Z
CALL MOVE TO (0,225)
PRINT "0-"
CALL MOVE TO (0,125)
PRINT ".7-"
CALL MOVE TO (0,25)
PRINT "1.4-"
LINE (150,20)-(5*(sem ana+30),220),,b
CALL MOVE TO (5*(sem ana+10),235)
CALL MOVE TO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT "sem anas"
'grafica de Zp
CALL MOVE TO (150,220-142.857*ZP4(0))
CALL PENSIZE (1,1)
FOR i=1 TO sem ana
    CALL LINE TO (5*(i+30),220-142.857*ZP4(i))
NEXT i
CALL MOVE TO (5*(sem ana+30),220-142.857*ZP4(sem ana))
PRINT "Zooplancton"
CALL MOVE TO (0,250)
'grafica de B

```

```

CALL MOVETO (150,220-142.857*B4(0))
CALL PENSIZ (1,3)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (S*(i+30),220-142.857*B4(i))
NEXT i
CALL MOVETO (S*(sem ana+30),220-142.857*B4(sem ana))
PRINT "Bentos"
CALL MOVETO (0,250)
STOP
'm) listado de resultados sem anuales
1000 CLS
PRINT TAB(0);"sem ana";TAB(8);"Fito";TAB(16);"Pastos";TAB(24);"Detritos";TAB(32);"Zoop";TAB(40);
"Benos";TAB(48);"Nec ton"
FOR i=1 TO sem ana
F=INT(F4(i)*1000+.5)/1000
Pm =INT(P4(i)*1000+.5)/1000
Zp=INT(ZP4(i)*1000+.5)/1000
D=INT(D4(i)*1000+.5)/1000
B=INT(B4(i)*1000+.5)/1000
P=INT(N4(i)*1000+.5)/1000
PRINT TAB(0);i;TAB(8);F;TAB(16);Pm ;TAB(24);D;TAB(32);Zp;TAB(40);B;TAB(48);P
NEXT i
PRINT "Quieres continuar";
INPUT ss
IF ss="no" THEN GOTO 600
RETURN
600 END

```

Listado A.6. Subsistema A
-Plataforma Terrígena-

```

'a) Inicializacion
sem ana=40:m es=12
extb=51300!ext4=687:exta=38700!
DIM Fa(sem ana),Pa(sem ana),Da(sem ana),Zpa(sem ana),Ba(sem ana),Na(sem ana),Db(sem ana),D4(sem ana)
,N4(sem ana)
DIM N(m es),Dx(m es),D(m es)
'b) Seleccion de valores iniciales de variables.
Fa(0)=110.78:Da(0)=40.969:Zpa(0)=.01185:Ba(0)=.107:Na(0)=.45289
Db(0)=11.135:D4(0)=91.567:N4(0)=.33065
'c) Seleccion de constantes
k3=.09757:k7=.37035:k10=.085:k11=.205:k13=.11
k17=.039:k19=1.7973E-12:k24=.038:k62=1.77E-06:k67=1.377E-12
k68=12420.75#:k69=.0130285:k70=.075688:k71=1.4886E-09:k72=1.8017E-09
k73=.0033906:k74=.0066441:k75=.022971:k76=.001:k78=.0088375:k79=.02
'd) Iniciacion de iteraciones
x=1:num=-1
FOR i=1 TO sem ana
CLS:PRINT "Procesando sem ana:";i
'e) Seleccion de mecanismos de produccion.
num=num+1
IF num=4 THEN x=x+1
sol=659.545*x*(311.912*x*(-23.501))
viento=.835*x*(.232*x*(-.085*x*(.01*x*(-.0003504)))
sur=.495*x*((-10.2)*x*(.037*x*(-.004)*x*(.0001535)))
rio1=1.68168.136#*x*((-131426.765#)*x*(56288.173#*x*((-11945.955#)*x*(1181.793#*x*(-42.5
58))))
rio2=1560528.949#*x*((-941576.089#)*x*(197050.852#*x*(-10105.621#)))
rio3=rio1+rio2:oir3=1/rio3
rio4=7765802.82#*x*((-4681406.251#)*x*(980944.143#*x*((50322.613#)))
MFa=(.074*sol-29.511)*(220./exta)
x26=k7*(1-viento*.25)
k77=.047*.55*k79:k80=.06+4.75*x79
'f) Componentes de subsistemas vecinos
D(1)=12.87:D(2)=11.59:D(3)=8.359:D(4)=5.851:D(5)=4.858:D(6)=4.75
D(7)=5.076:D(8)=6.151:D(9)=8.58:D(10)=12.075:D(11)=14.065:D(12)=12.184
Db(i)=D(x)
Dx(1)=134.99:Dx(2)=175.47:Dx(3)=192.77:Dx(4)=180.13:Dx(5)=101.96:Dx(6)=125.78
Dx(7)=109.661:Dx(8)=104.204:Dx(9)=96.608:Dx(10)=80.96:Dx(11)=76.431:Dx(12)=80.801
D4(i)=Dx(x)
N(1)=.309:N(2)=.356:N(3)=.484:N(4)=.656:N(5)=.797:N(6)=.847
N(7)=.811:N(8)=.732:N(9)=.646:N(10)=.541:N(11)=.431:N(12)=.351
N4(i)=N(x)
'g) Calculo de variables
Fa(i)=Fa(i-1)*(1+sol*.264218E-03*(.17262+rio4/(96771987#+rio4)))-(Zpa(i-1)*k69+k70+
k3)
Zpa(i)=Zpa(i-1)*(1+Fa(i-1)*k69-(k11+k13+Na(i-1))*k75)
Da(i)=Db(i-1)*k26+sur*viento*(extb/exta)+D4(i-1)*k62+sur*rio3*viento*(ext4/exta)+Fa(i

```

```

i-1)=k76+k71+MFA*rio4+Zpa(i-1)+k11+Ba(i-1)+k77+Na(i-1)+k88+Da(i-1)+c1-(k10+surviento+rio4+
k72+Ba(i-1)+k72+Na(i-1)+k74))
    Ba(i)=Ba(i-1)+c1+Da(i-1)+k73-(k17+k76+k77+Na(i-1)+k78))
    Na(i)=N4(i-1)+k68*oir3*ext4/xta+Na(i-1)+c1+Da(i-1)+k74+Zpa(i-1)+k75+Ba(i-1)+k78-((k
19+k67+rio4+k24+k79+k80))
' b) Calculo de flujos
    c1=c1+Fa(i)+k69+ZPa(i);c2=c2+Fa(i)+k70;c3=c3+Fa(i)+k3
    c4=c4+Db(i-1)+k26+surviento*(extb/xta);c5=c5+D4(i-1)+k62+surrio3*vientos*(ext4/e
xta);c6=c6+k71+MFA*rio4
    c7=c7+Da(i)+surviento+rio4+k72;c8=c8+Da(i)+k73+Ba(i);c9=c9+Da(i)+k74+Na(i)
    c18=c18+D4(i)+k10;c11=c11+2Pa(i)+k11;c12=c12+2Pa(i)+k75+Na(i)
    c13=c13+2Pa(i)+k13;c14=c14+Ba(i)+k74;c15=c15+Ba(i)+k77
    c16=c16+Ba(i)+k78+Na(i);c17=c17+Ba(i)+k17;c18=c18+N4(i-1)+k68*oir3*ext4/xta
    c19=c19+Na(i)+k79;c20=c20+Na(i)+k19+rio4;c21=c21+Na(i)+k67+rio4
    c22=c22+Na(i)+k80;c23=c23+Na(i)+k24
IF num =4 THEN num =0
NEXT i
' i) Listado de flujos
CLS:PRINT "Fak69Zpa=";c1;" : Fak70=";c2
PRINT "Fak3=";c3;" : Dbk26=";c4
PRINT "D4k62=";c5;" : Mfk71=";c6
PRINT "Dak72=";c7;" : Dak738a=";c8
PRINT "Dak74Na=";c9;" : Dak10=";c10
PRINT "Zpak11=";c11;" : Zpak75Na=";c12
PRINT "Zpak13=";c13;" : Bak76=";c14
PRINT "Bak77=";c15;" : Bak78Na=";c16
PRINT "Bak17=";c17;" : N4k68=";c18
PRINT "Nak79=";c19;" : Nak19=";c20
PRINT "Nak67=";c21;"Nak80=";c22
PRINT "Nak24=";c23
PRINT "Quieres continuar";
INPUT ss
IF ss="no" THEN GOTO 600
CLS
' j) Calculo de promedios mensuales y listado
PRINT TAB(0);"semana";TAB(8);"Fito";TAB(16);"Pastos";TAB(24);"Detritos";TAB(32);"Zoop";TAB(40
8);"Beetos";TAB(48);"Necton"
num =1
43 x=nom+4:a=x-3:fm=0:Zm=0:Pm=0:Dm=0:Bm=0:Nm=0
FOR i=a TO x
    fm=fm+Fa(i)/4
    sumf=sumf+Fa(i)
    F=INT(Fm*1000+.5)/1000
    Pm=Pm+Pa(i)/4
    sump=sump+Pa(i)
    P=INT(Pm*1000+.5)/1000
    Zm=Zm+ZPa(i)/4

```

```

sum z=sum z+ZPa(i)
Zp=INT (Zm +1000+.5)/1000
Dm =Dm +Da(i)/4
sum d=sum d+Da(i)
D=INT (Dm +1000+.5)/1000
Bm =Bm +Ba(i)/4
sum b=sum b+Ba(i)
B=INT (Bm +1000+.5)/1000
Nm =Nm +Na(i)/4
sum n=sum n+Na(i)
N=INT (Nm +1000+.5)/1000
NEXT i
a=(i-1)/4:PRINT TAB(0);a;TAB(8);F;TAB(16);P;TAB(24);D;TAB(32);Zp;TAB(40);B;TAB(48);N
sum =sum +1
IF x=48 THEN GOTO 44
GOTO 43
44 prom f=sum f/sum ana
prom p=sum p/sum ana
prom z=sum z/sum ana
prom d=sum d/sum ana
prom b=sum b/sum ana
prom n=sum n/sum ana
F=INT (prom f+1000+.5)/1000
P=INT (prom p+1000+.5)/1000
Zp=INT (prom z+1000+.5)/1000
D=INT (prom d+1000+.5)/1000
B=INT (prom b+1000+.5)/1000
N=INT (prom n+1000+.5)/1000
PRINT "-----"
PRINT TAB(8);"Medias";TAB(8);F;TAB(16);P;TAB(24);D;TAB(32);Zp;TAB(40);B;TAB(48);N
PRINT "Quieres continuar";
INPUT ss
IF ss="no" THEN GOTO 600
"X) Seleccion de opcion de salida
CLS
PRINT "Quieres listado";
INPUT ss
IF ss="no" THEN GOTO 550
60 SUB 1000
550 PRINT "Quieres graficas";
INPUT ss
IF ss="no" THEN GOTO 600
CLS
")Graficacion de resultados
")Prim era graficas:F
CALL MOVETO (0,225)
PRINT "0--"

```



```

CALL MOVETO (0,125)
PRINT "56--"
CALL MOVETO (0,25)
PRINT "112--"
LINE (150,20)-(5*(sem ana+30),220),,b
CALL MOVETO (5*(sem ana+10),235)
CALL MOVETO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT "sem añas"
  'Grafica de F:
CALL MOVETO (150,220-1.7857*Fa(0))
CALL PENSIZO (1,1)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-1.7857*Fa(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-1.7857*Fa(sem ana))
PRINT "Fitoplancton"
CALL MOVETO (0,250)
PRINT "Quieres continuar";
INPUT ss
IF ss="no" THEN GOTO 400
CLS
'1.2) Segunda grafica: D y P
CALL MOVETO (0,225)
PRINT "D--"
CALL MOVETO (0,125)
PRINT "27--"
CALL MOVETO (0,25)
PRINT "54--"
LINE (150,20)-(5*(sem ana+30),220),,b
CALL MOVETO (5*(sem ana+10),235)
CALL MOVETO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT "sem añas"
  'Grafica de D:
CALL MOVETO (150,220-3.7837*Da(0))
CALL PENSIZO (1,3)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-3.7837*Da(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-3.7837*Da(sem ana))
PRINT "detritos"
CALL MOVETO (0,250)
PRINT "Quieres continuar";
INPUT ss
IF ss="no" THEN GOTO 400
CLS
'1.3) Tercera grafica: N
CALL MOVETO (0,225)

```

```

PRINT "0-"
CALL MOVETO (0,125)
PRINT ".2-"
CALL MOVETO (0,25)
PRINT "2.4-"
LINE (150,20)-(5*(sem ana+30),220),,b
CALL MOVETO (5*(sem ana+10),235)
CALL MOVETO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT "sem añas"
'grafica de N
CALL MOVETO (150,220-83.3333*Na(0))
CALL PENSIZO (1,3)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-83.3333*Na(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-83.3333*Na(sem ana))
PRINT "Necton"
CALL MOVETO (0,250)
PRINT "Quieres continuar";
INPUT ss
IF ss="no" THEN GOTO 600
CLS
"1.4)Cuarta grafica: 9 y Z
CALL MOVETO (0,225)
PRINT "0-"
CALL MOVETO (0,125)
PRINT ".15-"
CALL MOVETO (0,25)
PRINT ".3-"
LINE (150,20)-(5*(sem ana+30),220),,b
CALL MOVETO (5*(sem ana+10),235)
CALL MOVETO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT "sem añas"
'grafica de Zp
CALL MOVETO (150,220-666.6667*ZPa(0))
CALL PENSIZO (1,1)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-666.6667*ZPa(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-666.6667*ZPa(sem ana))
PRINT "Zooplancton"
CALL MOVETO (0,250)
'grafica de B
CALL MOVETO (150,220-666.6667*Ba(0))
CALL PENSIZO (1,3)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-666.6667*Ba(i))

```

```
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-666.6667B*Ba(sem ana))
PRINT "Bentos"
CALL MOVETO (0,25B)
STOP
'm) listado de resultados sem anales
1000 CLS
PRINT TAB(0);"sem ana";TAB(8);"Fito";TAB(16);"Pastos";TAB(24);"Detritos";TAB(32);"Zoop";TAB(40);
"Bentos";TAB(48);"Necton"
FOR i=1 TO sem ana
F=INT (Fa(i)*1000*.5)/1000
Pm =INT (Pa(i)*1000*.5)/1000
Zp=INT (ZPa(i)*1000*.5)/1000
D=INT (Da(i)*1000*.5)/1000
B=INT (Ba(i)*1000*.5)/1000
P=INT (Na(i)*1000*.5)/1000
PRINT TAB(0);i;TAB(8);F;TAB(16);Pm ;TAB(24);0;TAB(32);Zp;TAB(40);B;TAB(48);P
NEXT i
PRINT "Quieres continuar";
INPUT s$
IF s$="no" THEN GOTO 600
RETURN
600 END
```

Listado A. 7. Modelo Global

'a) Inicializacion

```
sem ana=48
exta=38700!;extb=51300!;extl=559;ext2=923;ext3=330;ext4=687
DIM F(sem ana),P(sem ana),D(sem ana),Zp(sem ana),B(sem ana),N(sem ana)
DIM Fb(sem ana),Pb(sem ana),Db(sem ana),Zpb(sem ana),Bb(sem ana),Nb(sem ana)
DIM FI(sem ana),PI(sem ana),DI(sem ana),ZPI(sem ana),BI(sem ana),NI(sem ana)
DIM F2(sem ana),P2(sem ana),D2(sem ana),Zp2(sem ana),B2(sem ana),N2(sem ana)
DIM F3(sem ana),P3(sem ana),D3(sem ana),Zp3(sem ana),B3(sem ana),N3(sem ana)
DIM F4(sem ana),D4(sem ana),P4(sem ana),Zp4(sem ana),B4(sem ana),N4(sem ana)
DIM Fa(sem ana),Pa(sem ana),Da(sem ana),Zpa(sem ana),Ba(sem ana),Na(sem ana)
```

'b) Seleccion de valores iniciales de variables.

```
Fb(0)=35 :Pb(0)=.042892:Db(0)=1.135:Zpb(0)=.069499 :Bb(0)=.1026:Nb(0)=.82918
F1(0)=237.185:P1(0)=6.7625:D1(0)=30.692:Zp1(0)=.79945 :B1(0)=.15928:N1(0)=1.605
F2(0)=210.83:P2(0)=.39724:D2(0)=30.914:Zp2(0)=.49966 :B2(0)=.07036:N2(0)=.69447
F3(0)=349.82:P3(0)=1.1738:D3(0)=100.004:Zp3(0)=.079966 :B3(0)=.0953734:N3(0)=.93121
F4(0)=285.84:D4(0)=81.567:Zp4(0)=.29352 :B4(0)=.065229:N4(0)=.33119
Fa(0)=110.78:Da(0)=40.969:Zpa(0)=.01185 :Ba(0)=.107:Na(0)=.45289
```

'c) Seleccion de constantes

```
k1=.0199:k2=.075895;k3=.09757:k4=.227:k5=.097565
k6=1.9336E-04;k7=.37035;k8=.012687;k9=.024147:k10=.085
k11=.205:k12=.032053:k13=.11:k14=.007:k15=.047*.186*.043
k16=.012331:k17=.039:k18=1.2291E-05;k19=1.7973E-12
k20=.043:k21=1.37E-06:k22=1.0966E-04;k23=.06+1.674*.043:k24=.038
k25=k7*viendo*.25:k26=k7-k25;k27=.0023723;k28=.075916:k29=1.6016E-04
k30=3.1042:k31=.00197:k32=.0029807:k33=.01282:k34=.047
k35=.0053793;k36=.051:k37=3.1096E-05;k38=.06:k39=.0026468
k40=.075984;k41=8.36789E-04;k42=2.9659;k43=.0021895;k44=.003147
k45=.023994;k46=.015532;k47=6.5647E-08;k48=viendo*k42;k49=k42-k48
k50=.0024689;k51=.075932;k52=0.4157E-07;k53=1.451E-05;k54=.000086
k55=.0011517;k56=.022745;k57=.014688;k58=794.1;k59=.0023136
k60=.075938;k61=8.411E-09;k62=1.77E-06;k63=7.6701E-04;k64=.0010748
k65=.044747;k66=.017223;k67=1.377E-12;k68=12420.75B+k68=12420.75B
k69=.0130285;k70=.075688;k71=1.4886E-09;k72=1.8017E-09
k73=.0033906;k74=.0066441;k75=.022971;k76=.001;k79=.02
k77=.047*.55*k79;k78=.0088375;k80=.06+.475*k79
```

'd) Iniciacion de iteraciones

```
x1: num =-1
FOR i=1 TO sem ana
CLS :PRINT "Procesando sem ana:";i
```

'e) Seleccion de los mecanismos de produccion.

```
num = num +1
IF num =4 THEN x=x+1
sol=659.545*x*(311.912+x*(-23.501))
viendo=.035*x*(.232)+x*(-.085)+x*(.01+x*(-.0033504)))
sum=.495*x*((-.102)+x*(.037)+x*((-.004)+x*(.0001533)))
pptb=-20.668*x*(95.763)+x*((-73.367)+x*(20.195)+x*(-2.076+x*(0.171)))):tpb=1/pptb
pptl=99.905*x*((-.85.179)+x*(25.262)+x*((-1.547)))):tpl=1/pptl
```

```

pp2=159.596+x*((-101.348)+x*(25.199+x*((-1.431)))):tpp2=1/pp2
nive1b=-134.755+x*(-281.943+x*((-100.331)+x*(2.689+x*(-.511))))
inunb=pp2+nive1b
nive11=240.864+x*(-286.952+x*((154.9)+x*(-36.304+x*(3.671+x*(-.13))))))
inun1=pp2+nive11
nive12=240.864+x*(-286.952+x*((154.9)+x*(-36.304+x*(3.671+x*(-.13))))))
inun2=pp2+nive12
riol=168168.1368+x*((-131426.7658)+x*(56288.1738+x*((-11845.9558)+x*(1181.7938+x*(-42.558))))))
rio2=1560528.9498+x*((-941576.0898)+x*(197050.8528+x*(-18105.6218)))
rio3=riol+rio2
rio4=7765802.828+x*((-4681406.2518)+x*(980944.1438+x*((50322.6138))))
oir1=1/riol:oir3=1/rio3
k25=k7*vientoe*.25:k26=k7-k25:k48=vientoe*k42:k49=k42-k48
Mm=14.317+.115*pp2+.017*sol:Mf=.074*sol-29.511
Mm_b=Mm*(37.1/ex2b):Mm_1=Mm*(86.2/ex1):Mm_2=Mm*(58.5/ex2)
Mf3=Mf*(384.6/ex3):Mf4=Mf*(611.9/ex3):Mf5=Mf*(220.6/ex4)
*)Calculo de variables
*)f.1) subsistema B
Fb(i)=Fb(i-1)*(1+sol*.0021038*(-.17262*pp2/(146.35*pp2))-(Zp(i-1)*k1+k2+k3))
Pb(i)=Pb(i-1)*(1+sol*8.9966E-04*(.61087*tp2/(.02065+tp2))-(k4+k5))
Zpb(i)=Zpb(i-1)*(1+Fb(i-1)*k1-(k11+Nb(i-1)*k12+k13))
Db(i)=Fb(i-1)*k2+Pb(i-1)*k4+k6+inunb*Mm_b+Zpb(i-1)*k11+Bb(i-1)*k15+Nb(i-1)*k22+Db(i-1)*(1-(survivo+sol*k7+Bb(i-1)*k8+Nb(i-1)*k9+k10))
Bb(i)=Bb(i-1)*(1+Db(i-1)*k8-(k14+k15+Nb(i-1)*k16+k17))
Nb(i)=N1(i-1)*k10+pp21*(ex1/ex2b)+Na(i-1)*k19*riol*(ex1/ex2b)+Nb(i-1)*(1+Db(i-1)*k9+2*Zpb(i-1)*k12+Bb(i-1)*k16-k20+k21*pp2+k22*tp2+k23+k24)
*)f.2) subsistema I
F1(i)=F1(i-1)*(1+sol*2.12808E-03*(-.17262*pp2/(224.869678+pp2))-(Zp(i-1)*k27+k28+k3))
P1(i)=P1(i-1)*(1+sol*9.1165E-04*(.61087*tp2/(.013439+tp2))-(k4+k5))
Zp1(i)=Zp1(i-1)*(1+F1(i-1)*k27-(k11+N1(i-1)*k33+k13))
D1(i)=P1(i-1)*k4+Db(i-1)*k25+survivo*(ex1/ex2)+F1(i-1)*k28+k29+Mm_1*inun1+Zp1(i-1)*k11+B1(i-1)*k34+N1(i-1)*k38+D1(i-1)*(1-(k10+survivo+sol*k30+B1(i-1)*k31+N1(i-1)*k32))
B1(i)=B1(i-1)*(1+D1(i-1)*k31-(k17+k34+N1(i-1)*k35))
N1(i)=Nb(i-1)*(k21*pp2+k22*tp2)*(ex1/ex2)+N1(i-1)*(1+D1(i-1)*k32+Zp1(i-1)*k33+B1(i-1)*k35-(k18+k37)*pp2+k36+k38))
*)f.3) subsistema II
F2(i)=F2(i-1)*(1+sol*.0020643158*(-.17262*pp2/(242.19*pp2))-(Zp(i-1)*k39+k40+k3))
P2(i)=P2(i-1)*(1+sol*k*(.61087*tp2/(.02065+tp2))-(k4+k5))
Zp2(i)=Zp2(i-1)*(1+F2(i-1)*k39-(k11+k13+N2(i-1)*k45))
D2(i)=P2(i-1)*k4+D1(i-1)*k30+survivo*(ex1/ex2)+F2(i-1)*k40+k41+Mm_2*inun2+Zp2(i-1)*k11+B2(i-1)*k34+N2(i-1)*k35+D2(i-1)*(1-(k10+survivo+sol*k42+B2(i-1)*k43+N2(i-1)*k44))
B2(i)=B2(i-1)*(1+D2(i-1)*k43-(k17+k34+N2(i-1)*k46))
N2(i)=N1(i-1)*pp21*(ex1/ex2)+N2(i-1)*(1+D2(i-1)*k44+Zp2(i-1)*k45+B2(i-1)*k46-(k24+k36+k39+riol*k47))

```

```

*f.4) subsistem a III
F3(i)=F3(i-1)*(1+sol*.01539453M*(.17262*rio1/(1883004.5#+rio1))-(2p3(i-1)*k50+k51+
K3))
P3(i)=P3(i-1)*(1+sol*.569337*(.61887*oir1/(.02045*oir1))-(k4+k5))
Zp3(i)=Zp3(i-1)*(1+F3(i-1)*k50-(K11+k13+N3(i-1)*k56))
D3(i)=P3(i-1)*K4+D2(i-1)*K4B+surviento*(ext2/ext3)*F3(i-1)*K51+K52*Mf3*rio1+Zp3(i
-1)*K11+B3(i-1)*K34+N3(i-1)*K38+D3(i-1)*(1-(K10+surviento*rio1)*K53+B3(i-1)*K54+N3(i-1)*k5
5))
B3(i)=B3(i-1)*(1+D3(i-1)*K54-(K17+k34+N3(i-1)*K57))
N3(i)=N2(i-1)*rio1*k47*ext2/ext3+N3(i-1)*(1+D3(i-1)*K55+2p3(i-1)*K56+B3(i-1)*K57-(
K24+k36+k38+k58*oir1))
*f.5) subsistem a IV
F4(i)=F4(i-1)*(1+sol*.002131142#*(.17262*rio3/(1883004.5#+rio3))-(Zp4(i-1)*K59+k60
+K3))
Zp4(i)=Zp4(i-1)*(1+F4(i-1)*K59-(K11+k13+N4(i-1)*k65))
D4(i)=D2(i-1)*K49+surviento*(ext2/ext4)+D3(i-1)*K53+surviento*(ext3/ext4)+F4
(i-1)*k60+k61*Mf4*rio2+Zp4(i-1)*K11+B4(i-1)*K34+N4(i-1)*K38+D4(i-1)*(1-(K10+surviento*rio3
+k62+B4(i-1)*k63+N4(i-1)*k64))
B4(i)=B4(i-1)*(1+D4(i-1)*K63-(K17+k34+N4(i-1)*k66))
N4(i)=N3(i-1)*oir1*K58*ext3/ext4+N4(i-1)*rio4*k67*ext4/ext4+N4(i-1)*(1+D4(i-1)*k64
+Zp4(i-1)*K65+B4(i-1)*K66-K24+k36+k38+k68*oir3))
*f.6) subsistem a A
Fa(i)=Fa(i-1)*(1+sol*2.64218E-03*(.17262*rio4/(9677197#+rio4))-(Zpa(i-1)*k69+k70+
K3))
Zpa(i)=Zpa(i-1)*(1+Fa(i-1)*k69-(K11+k13+Na(i-1)*k75))
Da(i)=Db(i-1)*K26+surviento*(extb/exta)+D4(i-1)*k62+surviento*(ext4/exta)*Fa(
i-1)*K78+K71*MfA*rio4+Zpa(i-1)*K11+Ba(i-1)*K77+Na(i-1)*k80+Da(i-1)*(1-(K10+surviento*rio4*
K72+Ba(i-1)*K72+Na(i-1)*K74))
Ba(i)=Ba(i-1)*(1+Da(i-1)*k73-(K17+k76+k77+Na(i-1)*k78))
Na(i)=N4(i-1)*K68*oir3*ext4/exta+Na(i-1)*(1+Da(i-1)*k74+Zpa(i-1)*k75+Ba(i-1)*k78-(K
19+k67)*rio4+k24+k79+k80))
IF num =4 THEN num =0
NEXT i
'g) Sustitucion de variables para entrar en subrutina de listado y graficacin
'g.1) subsistem a B
subsiss="Subsistem a B"
FOR i=8 TO sem ana
F(i)=Fb(i):P(i)=Pb(i):Zp(i)=Zpb(i):D(i)=Db(i):B(i)=Bb(i):N(i)=Nb(i)
NEXT i
GO SUB 10
'g.2) subsistem a I
subsiss="Subsistem a I"
FOR i=8 TO sem ana
F(i)=F1(i):P(i)=P1(i):Zp(i)=Zp1(i):D(i)=D1(i):B(i)=B1(i):N(i)=N1(i)
NEXT i
GO SUB 18
'g.3) subsistem a II

```

```

subsis5="Subsistema II"
FOR i=0 TO sem ana
F(i)=F2(i):P(i)=P2(i):Zp(i)=Zp2(i):D(i)=D2(i):B(i)=B2(i):N(i)=N2(i)
NEXT i
GOSUB 13
'g.4) subsistema III
subsis5="Subsistema III"
FOR i=0 TO sem ana
F(i)=F3(i):P(i)=P3(i):Zp(i)=Zp3(i):D(i)=D3(i):B(i)=B3(i):N(i)=N3(i)
NEXT i
GOSUB 13
'g.5) subsistema IV
subsis5="Subsistema IV"
FOR i=0 TO sem ana
F(i)=F4(i):P(i)=P4(i):Zp(i)=Zp4(i):D(i)=D4(i):B(i)=B4(i):N(i)=N4(i)
NEXT i
GOSUB 10
GOTO 600
'g.6) subsistema A
subsis5="Subsistema A"
FOR i=0 TO sem ana
F(i)=Fa(i):P(i)=Pa(i):Zp(i)=Zpa(i):D(i)=Da(i):B(i)=Ba(i):N(i)=Na(i)
NEXT i
GOSUB 10
CLS
'h) Cálculo de promedios mensuales y listado
10 PRINT "*"
PRINT subsis5
PRINT TAB(50);"mes";TAB(8);"Fito";TAB(16);"Pastos";TAB(24);"Detritos";TAB(32);"Zoop";TAB(40);"
Bentos";TAB(48);"Necton"
num = 1
43 z = num * 4 : a = z - 3 : Fm = 0 : Zm = 0 : Pm = 0 : Dm = 0 : Bm = 0 : Nm = 0
FOR i=a TO z
Fm = Fm + F(i)/4
sum f = sum f + F(i)
F = INT (Fm * 1000 + .5)/1000
Pm = Pm + P(i)/4
sum p = sum p + P(i)
P = INT (Pm * 1000 + .5)/1000
Zm = Zm + ZP(i)/4
sum z = sum z + ZP(i)
Zp = INT (Zm * 1000 + .5)/1000
Dm = Dm + D(i)/4
sum d = sum d + D(i)
D = INT (Dm * 1000 + .5)/1000
Bm = Bm + B(i)/4
sum b = sum b + B(i)

```



```

B=INT (8* 1000+.5)/1000
Nm =Nm +N(i)/4
sum n=sum n+N(i)
N=INT (Nm +1000+.5)/1000
NEXT i
a=(i-1)/4:PRINT TAB (0);a;TAB (8);F;TAB (16);P;TAB (24);D;TAB (32);Zp;TAB (40);B;TAB (48);N
num =num +1
IF x=48 THEN GOTO 44
GOTO 43
44 prom f=sum f/sem ana
prom p=sum p/sem ana
prom zp=sum z/sem ana
prom d=sum d/sem ana
prom b=sum b/sem ana
prom n=sum n/sem ana
F=INT (prom f*1000+.5)/1000
P=INT (prom p*1000+.5)/1000
Zp=INT (prom zp*1000+.5)/1000
D=INT (prom d*1000+.5)/1000
B=INT (prom b*1000+.5)/1000
N=INT (prom n*1000+.5)/1000
PRINT "-----"
PRINT TAB (0);"Medias";TAB (8);F;TAB (16);P;TAB (24);D;TAB (32);Zp;TAB (40);B;TAB (48);N
PRINT ""
PRINT "Quieres continuar?";
INPUT ss
IF ss="no" THEN GOTO 600
")Seleccion de opcion de salida
CLS
PRINT "Quieres listado?";
INPUT ss
IF ss="no" THEN GOTO 550
GOSUB 1000
550 PRINT "Quieres graficas?";
INPUT ss
IF ss="no" THEN RETURN
CLS
")Graficacion de resultados
")1)Prim era grafica:F
CALL MOVE TO (0,225)
PRINT "0--"
CALL MOVE TO (0,125)
PRINT "200--"
CALL MOVE TO (0,25)
PRINT "400--"
LINE (150,20)-(5*(sem ana+30),220),,b
CALL MOVE TO (5*(sem ana+10),235)

```

```

CALL MOVETO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT subsis$
CALL MOVETO (150,220-.5*F(0))
CALL PENSIZ E (1,1)
FOR i=1 TO sem ana
    CALL LINETO (5*(i+30),220-.5*F(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-.5*F(sem ana))
PRINT "fitoplacton"
CALL MOVETO (0,250)
PRINT " "
PRINT "Quieres continuar con las graficas";
INPUT ss
IF ss="no" THEN RETURN
CLS
'j.2) Segunda grafica: D y P
CALL MOVETO (0,225)
PRINT "D--"
CALL MOVETO (0,125)
PRINT "100--"
CALL MOVETO (0,25)
PRINT "200--"
LINE (150,20)-(5*(sem ana+30),220),,b
CALL MOVETO (5*(sem ana+10),235)
CALL MOVETO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT subsis$
'Grafica de D:
CALL MOVETO (150,220-D(0))
CALL PENSIZ E (1,1)
FOR i=1 TO sem ana
    CALL LINETO (5*(i+30),220-D(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-D(sem ana))
PRINT "detritos"
CALL MOVETO (0,250)
'Grafica de P = :
CALL MOVETO (150,220-2.5*P(0))
CALL PENSIZ E (1,3)
FOR i=1 TO sem ana
    CALL LINETO (5*(i+30),220-P(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-P(sem ana))
PRINT "pastos y arinos"
CALL MOVETO (0,250)
PRINT " "
PRINT "Quieres continuar con las graficas";
INPUT ss

```

```

IF ss="no" THEN RETURN
CLS
"j.3) Tercera grafica: N
CALL MOVETO (0,225)
PRINT "0-"
CALL MOVETO (0,125)
PRINT "1.5-"
CALL MOVETO (0,25)
PRINT "3-"
LINE (150,20)-(5*(sem ana+30),220),,b
CALL MOVETO (5*(sem ana+10),235)
CALL MOVETO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT subsiss
"grafica de N
CALL MOVETO (150,220-66.6667*N(0))
CALL PENSIZ (1,3)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-66.6667*N(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-66.6667*N(sem ana))
PRINT "Necton"
CALL MOVETO (0,250)
PRINT " "
PRINT "Quieres continuar con las graficas?"
INPUT ss
IF ss="no" THEN RETURN
CLS
"j.4) Cuarta grafica: B y Z
CALL MOVETO (0,225)
PRINT "0-"
CALL MOVETO (0,125)
PRINT ".65-"
CALL MOVETO (0,25)
PRINT "1.3-"
LINE (150,20)-(5*(sem ana+30),220),,b
CALL MOVETO (5*(sem ana+10),235)
CALL MOVETO (5*(sem ana/2+10),250)
PRINT subsiss
"grafica de Zp
CALL MOVETO (150,220-153.846*ZP(0))
CALL PENSIZ (1,1)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-153.846*ZP(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-153.846*ZP(sem ana))
PRINT "Zooplacton"
CALL MOVETO (0,250)

```

```

'grafica de B
CALL MOVETO (150,220-153.846*B(0))
CALL PENSIZE (1,3)
FOR i=1 TO sem ana
  CALL LINETO (5*(i+30),220-153.846*B(i))
NEXT i
CALL MOVETO (5*(sem ana+30),220-153.846*B(sem ana))
PRINT "Bentos"
CALL MOVETO (0,250)
PRINT ""
PRINT "Quieres continuar con las graficas";
INPUT ss
IF ss="no" THEN RETURN
CLS
RETURN
'K) listado de resultados sem anales
1000 CLS
PRINT subsis%
PRINT TAB(0);"sem ana";TAB(8);"Fito";TAB(16);"Pastos";TAB(24);"Detritos";TAB(32);"Zoop";TAB(40);
"Bentos";TAB(48);"Necton"
FOR i=1 TO sem ana
F=INT(F(i)*1000+.5)/1000
Pm=INT(P(i)*1000+.5)/1000
Zp=INT(ZP(i)*1000+.5)/1000
D=INT(D(i)*1000+.5)/1000
B=INT(B(i)*1000+.5)/1000
P=INT(N(i)*1000+.5)/1000
PRINT TAB(0);i;TAB(8);F;TAB(16);Pm;TAB(24);D;TAB(32);Zp;TAB(40);B;TAB(48);P
NEXT i
PRINT ""
PRINT "Quieres continuar";
INPUT ss
IF ss="no" THEN GOTO 600
RETURN
600 END

```

Anexo B. Diagramas de los Subsistemas Ecológicos del Area de Estudio

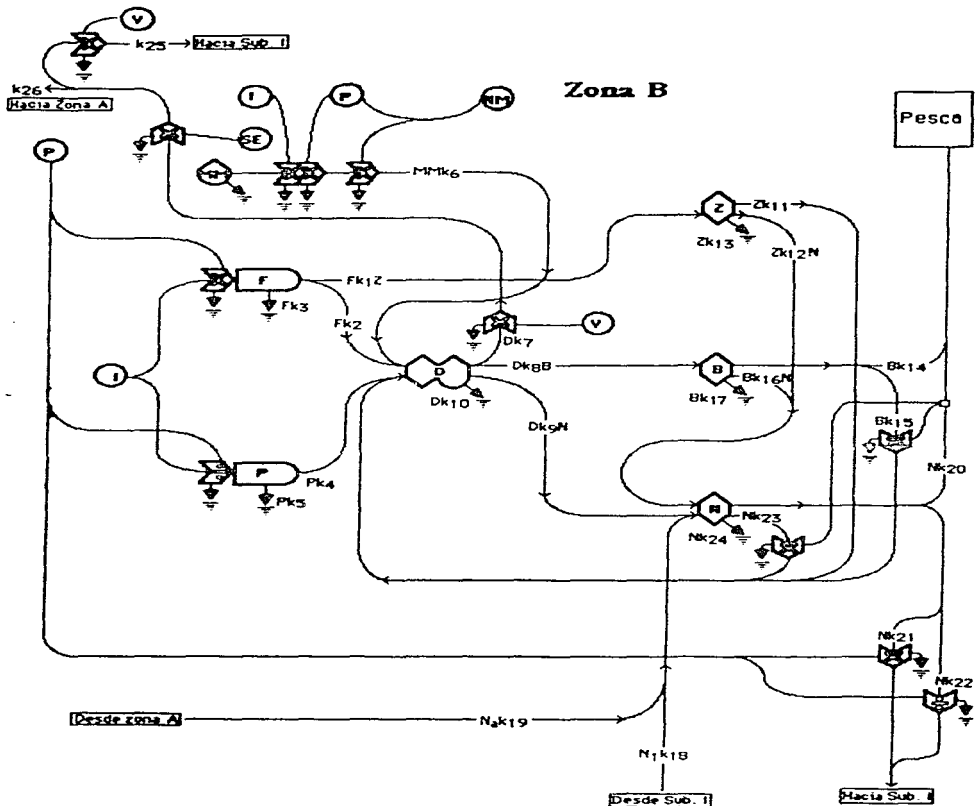


Fig. B1. Modelo diagramático del Subsistema B. Se muestran los principales componentes y los mecanismos de producción.

Subsistema I

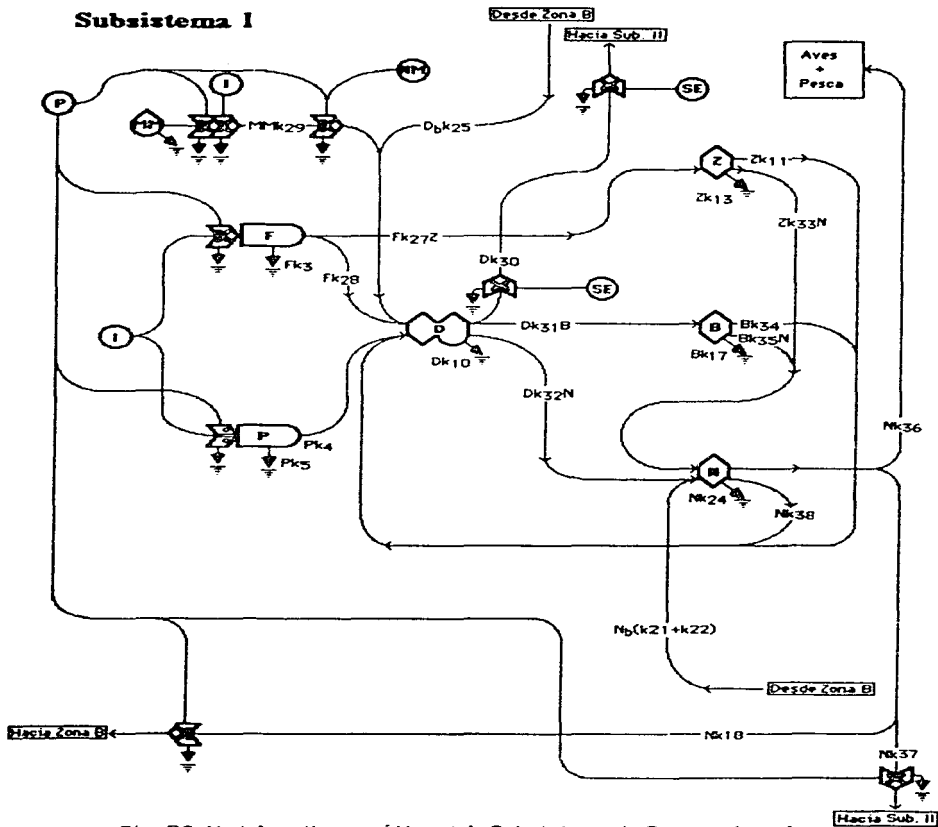


Fig. B2. Modelo diagramático del Subsistema I. Se muestran los principales componentes y los mecanismos de producción.

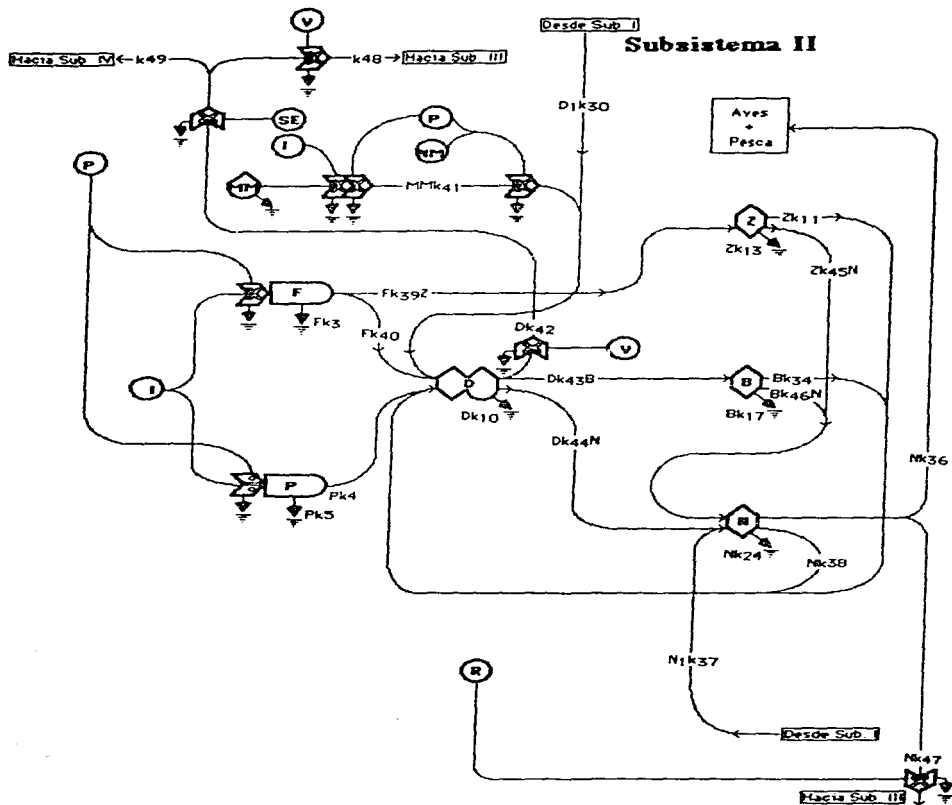


Fig. B3. Modelo diagramático del Subsistema I. Se muestran los principales componentes y los mecanismos de producción. (R=río Palizada)

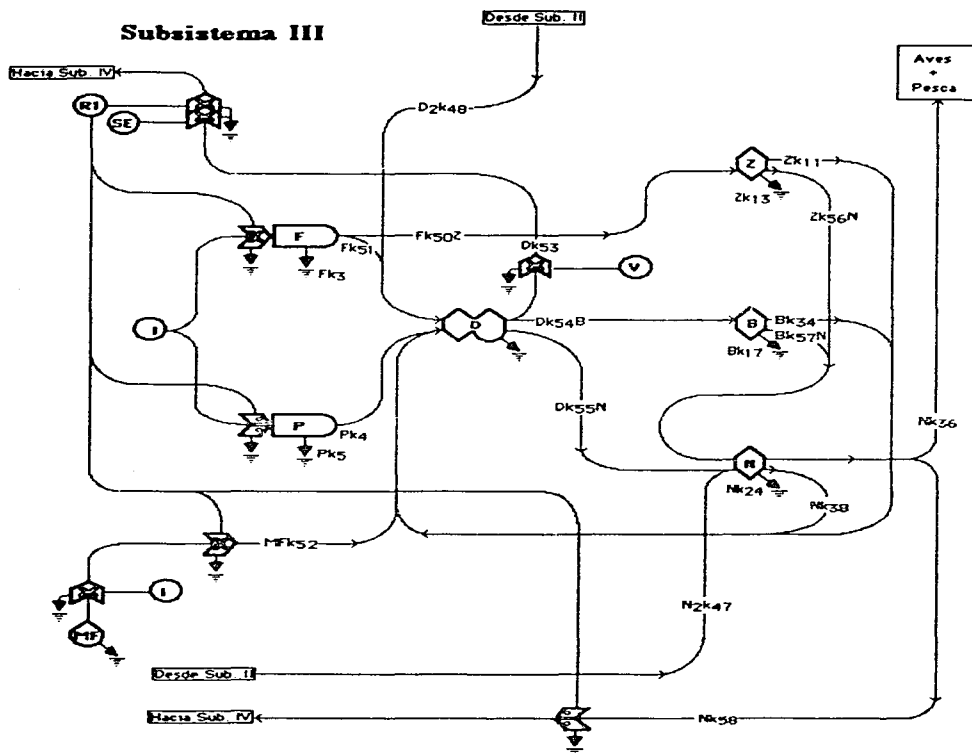


Fig. B4. Modelo diagramático del Subsistema III. Se muestran los principales componentes y los mecanismos de producción.

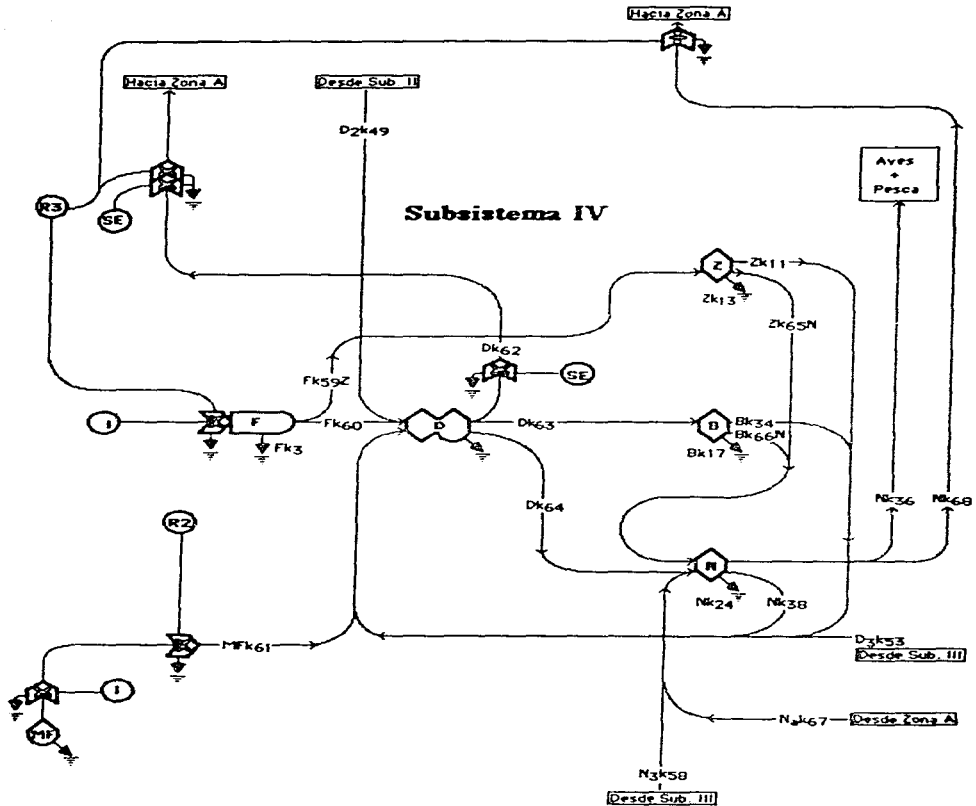


Fig. B5. Modelo diagramático del Subsistema IV. Se muestran los principales componentes y los mecanismos de producción.

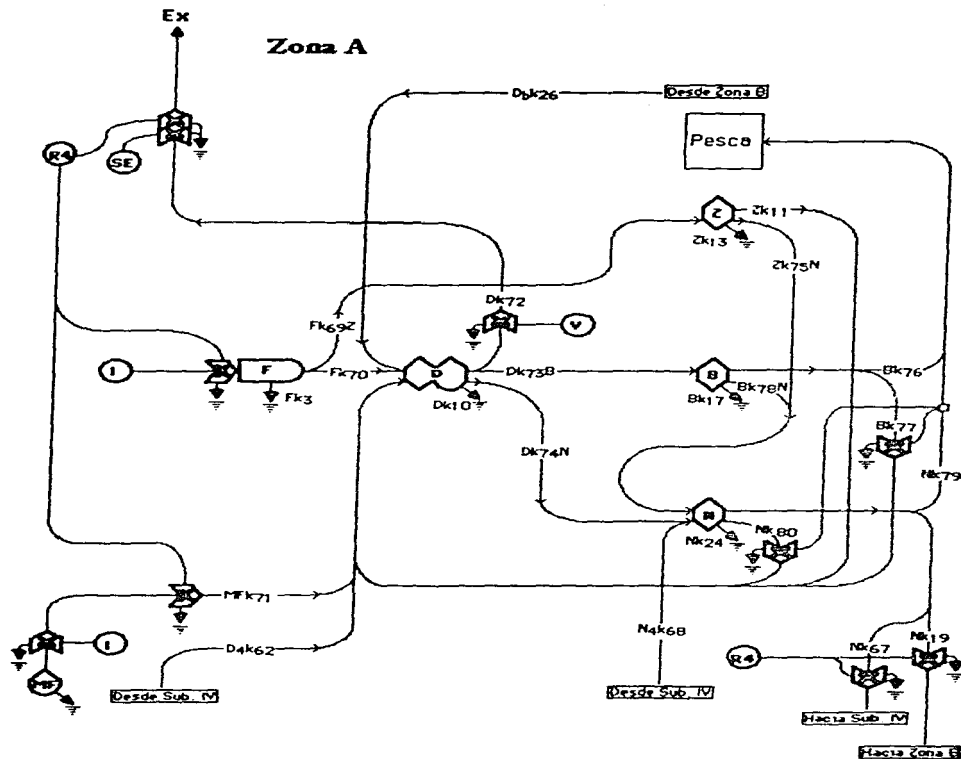


Fig. B6. Modelo diagramático del Subsistema III. Se muestran los principales componentes y los mecanismos de producción.

Anexo C. Análisis Estadísticos

C.1

Polinomial - Y : Iluminación X : Meses

GL:	R ² :	Err. Estandar:	Coef. Var.:
11	.878	107.128	7.576

Tabla de Analisis de Varianza

Fuente	GL:	Suma de Cuad.:	Cuad. Medio:	Prueba-F:
REGRESION	2	742987.055	371493.527	32.37
RESIDUAL	9	103286.945	11476.327	.0001 < p < .005
TOTAL	11	846274		

Tabla de Coeficientes Beta

Parámetro:	Valor:	Err. Estandar:	Valor de T:	F Parcial:
INTERCEPCION	659.545	110.719	5.957	
x	311.912	39.159	7.965	63.445
x ²	-23.501	2.932	-8.014	64.231

C.2

Polinomial - Y : Nortes X : Meses

GL:	R ² :	Err. Estandar:	Coef. Var.:
11	.877	.04	30.677

Tabla de Analisis de Varianza

Fuente	GL:	Suma de Cuad.:	Cuad. Medio:	Prueba-F:
REGRESION	4	.082	.02	12.527
RESIDUAL	7	.011	.002	.0001 < p < .005
TOTAL	11	.093		

Tabla de Coeficientes Beta

Parámetro:	Valor:	Err. Estandar:	Valor de T:	F Parcial:
INTERCEPCION	.035	.105	.328	
x	.232	.103	2.266	5.136
x ²	-.085	.03	-2.811	7.899
x ³	.01	.003	2.852	8.137
x ⁴	-.0003504	.0001316	-2.662	7.084

C.3

Polinomial - Y : Surestes X : Meses

GL:	R ² :	Err. Estandar:	Coef. Var.:
11	.877	.018	3.911

Tabla de Analisis de Varianza

Fuente	GL:	Suma de Cuad.:	Cuad. Medio:	Prueba-F:
REGRESION	4	.016	.004	12.527
RESIDUAL	7	.002	.000313	0001 < p ≤ .005
TOTAL	11	.018		

Tabla de Coeficientes Beta

Parámetro:	Valor:	Err. Estandar:	Valor de T:	F Parcial:
INTERCEPCION	.495	.046	10.716	
x	-.102	.045	-2.266	5.136
x ²	.037	.013	2.811	7.899
x ³	-.004	.002	-2.852	8.137
x ⁴	.0001535	.00005766	2.662	7.084

C.4

Polinomial - Y : Nivel del Mar X : Meses
Cd. del Carmen

GL:	R ² :	Err. Estandar:	Coef. Var.:
11	.973	20.824	18.817

Tabla de Analisis de Varianza

Fuente	GL:	Suma de Cuad.:	Cuad. Medio:	Prueba-F:
REGRESION	5	95110.917	19022.183	43.868
RESIDUAL	6	2601.749	433.625	0001 < p ≤ .005
TOTAL	11	97712.667		

Tabla de Coeficientes Beta

Parámetro:	Valor:	Err. Estandar:	Valor de T:	F Parcial:
INTERCEPCION	260.864	90.985	2.867	
x	-286.952	120.601	-2.379	5.661
x ²	154.9	52.035	2.977	8.862
x ³	-36.304	9.684	-3.749	14.055
x ⁴	3.671	.808	4.546	20.665
x ⁵	-.13	.025	-5.258	27.649

C.5

Polinomial - Y: Nivel del Mar X: Meses
Campeche

GL:	R ² :	Err. Estandar:	Coef. Var.:
11	.885	32.369	28.966

Tabla de Analisis de Varianza

Fuente	GL:	Suma de Cuad.:	Cuad. Medio:	Prueba-F:
REGRESION	4	56571.842	14142.96	13.498
RESIDUAL	7	7334.408	1047.773	.0001 < p < .005
TOTAL	11	63906.25		

Tabla de Coeficientes Beta

Parámetro:	Valor:	Err. Estandar:	Valor de T:	F Parcial:
INTERCEPCION	659.545	110.719	5.957	
x	-134.755	84.49	-1.595	
x ²	281.943	82.15	3.432	11.779
x ³	-100.331	24.321	-4.125	17.017
x ⁴	12.689	2.759	4.598	21.143
x ⁴	-511	.106	-4.842	23.45

C.6

Polinomial - Y: Precipitación X: Meses
Campeche

GL:	R ² :	Err. Estandar:	Coef. Var.:
11	.968	18.674	22.055

Tabla de Analisis de Varianza

Fuente	GL:	Suma de Cuad.:	Cuad. Medio:	Prueba-F:
REGRESION	5	63603.55	12720.71	36.48
RESIDUAL	6	2092.216	348.703	.0001 < p < .005
TOTAL	11	65695.767		

Tabla de Coeficientes Beta

Parámetro:	Valor:	Err. Estandar:	Valor de T:	F Parcial:
INTERCEPCION	-20.668	81.591	-0.253	
x	95.763	108.149	0.885	.784
x ²	-73.367	46.663	-1.572	2.472
x ³	20.195	8.684	2.326	5.408
x ⁴	-2.076	.724	-2.867	8.219
x ⁵	071	022	3.19	10.175

C.7

Polinomial - Y: Precipitación X: Meses
Sabancuy

GL:	R ² :	Err. Estandar:	Coef. Var.:
11	.858	42.784	32.887

Tabla de Analisis de Varianza

Fuente	GL:	Suma de Cuad.:	Cuad. Medio:	Prueba-F:
REGRESION	3	88835.297	29611.766	16.177
RESIDUAL	8	14643.572	1830.446	.0001 < p < .005
TOTAL	11	103478.869		

Tabla de Coeficientes Beta

Parámetro:	Valor:	Err. Estandar:	Valor de T:	F Parcial:
INTERCEPCION	99.905	69.998	1.427	
x	-85.179	44.76	-1.903	3.621
x ²	25.262	7.84	3.222	10.383
x ³	-1.547	.398	-3.892	15.15

C.8

Polinomial - Y: Precipitación X: Meses
Cd.Carmén

GL:	R ² :	Err. Estandar:	Coef. Var.:
11	.864	35.256	25.162

Tabla de Analisis de Varianza

Fuente	GL:	Suma de Cuad.:	Cuad. Medio:	Prueba-F:
REGRESION	3	63225.524	21075.175	16.955
RESIDUAL	8	9943.933	1242.992	.0001 < p < .005
TOTAL	11	73169.457		

Tabla de Coeficientes Beta

Parámetro:	Valor:	Err. Estandar:	Valor de T:	F Parcial:
INTERCEPCION	159.596	57.682	2.767	
x	-101.348	36.885	-2.748	7.55
x ²	25.199	6.46	3.901	15.215
x ³	-1.431	.328	-4.369	19.091

C.9

Polinomial - Y : Descarga X : Meses
Candelaria

GL:	R ² :	Err. Estandar:	Coef. Var.:
11	.991	7891.959	7.969

Tabla de Analisis de Varianza

Fuente	GL:	Suma de Cuad.:	Cuad. Medio:	Prueba-F:
REGRESION	5	4.301E10	8.603E9	138.121
RESIDUAL	6	373698091.622	62283015.27	p.s. .0001
TOTAL	11	4.339E10		

Tabla de Coeficientes Beta

Parámetro:	Valor:	Err. Estandar:	Valor de T:	F Parcial:
INTERCEPCION	168168.136	34482.45	4.877	
x	-131426.765	45706.718	-2.875	8.268
x ²	56288.173	19720.839	2.854	8.147
x ³	-11845.955	3670.034	-3.228	10.418
x ⁴	1181.793	306.081	3.861	14.908
x ⁵	-42.558	9.385	-4.535	20.565

C.10

Polinomial - Y : Descarga X : Meses
Palizada

GL:	R ² :	Err. Estandar:	Coef. Var.:
11	.864	35.256	25.162

Tabla de Analisis de Varianza

Fuente	GL:	Suma de Cuad.:	Cuad. Medio:	Prueba-F:
REGRESION	3	63225.524	21075.175	16.955
RESIDUAL	8	9943.933	1242.992	.0001 < p.s. .005
TOTAL	11	73169.457		

Tabla de Coeficientes Beta

Parámetro:	Valor:	Err. Estandar:	Valor de T:	F Parcial:
INTERCEPCION	159.596	57.682	2.767	
x	-101.348	36.885	-2.748	7.55
x ²	25.199	6.46	3.901	15.215
x ³	-1.431	.328	-4.369	19.091

C.11

Polinomial - Y: Descarga Grijalva - X: Meses
Usumacinta

GL:	R ² :	Err. Estandar:	Coef. Var.:
11	.944	795031.734	16.037

Tabla de Analisis de Varianza

Fuente	GL:	Suma de Cuad.:	Cuad. Medio:	Prueba-F:
REGRESION	3	8.486E13	2.829E13	44.75
RESIDUAL	8	5.057E12	6.321E11	p < .0001
TOTAL	11	8.991E13		

Tabla de Coeficientes Beta

Parámetro:	Valor:	Err. Estandar:	Valor de T:	F Parcial:
INTERCEPCION	7765802.182	1300737.927	5.97	
x	-4681406.251	831760.105	-5.628	31.678
x ²	980944.143	145682.995	6.733	45.339
x ³	-50322.613	7387.099	-6.812	46.406

C.12

Multiple - Y: Manglar Dos Variables X
Marino

GL:	R ² :	Err. Estandar:	Coef. Var.:
11	.563	11.743	24.489

Tabla de Analisis de Varianza

Fuente	GL:	Suma de Cuad.:	Cuad. Medio:	Prueba-F:
REGRESION	2	1597.846	798.923	5.793
RESIDUAL	9	1241.107	137.901	.01 < p < .025
TOTAL	11	2838.953		

Tabla de Coeficientes Beta

Parámetro:	Valor:	Err. Estandar:	Valor de T:	F Parcial:
INTERCEPCION	14.317	19.554	.732	
p. e. pargo	.115	.054	2.13	4.536
Iluminación	.017	.015	1.122	1.26

C.13

Simple - Y: Manglar X: Iluminación
Fluvial

GL:	R ² :	Err. Estandar:	Coef. Var.:
11	.426	24.848	33.305

Tabla de Análisis de Varianza

Fuente	GL:	Suma de Cuad.:	Cuad. Medio:	Prueba-F:
REGRESION	1	4588.51	4588.51	7.432
RESIDUAL	10	6174.194	617.419	.01 < p.s. .025
TOTAL	11	10762.703		

Tabla de Coeficientes Beta

Parámetro:	Valor:	Err. Estandar:	Valor de T:	F Parcial:
INTERCEPCION	-29.511	38.861	-.759	
iluminación	.074	.027	2.726	7.432

C.14

Biomasa Fiteplancton (g/m²)
Coef. Corr. Spearman x: Observado Y: Predicho

N	12
SD ²	22.5
Rho	.921
Z	3.056
Rho corregida por empates	.921
Z corregida por empates	3.054
#grupos de X empatados: 3	#grupos de Y empatados: 0

p < 0.1

C.15

Subsistema I
Producción Fitoplancton (g/m²*mes)
Coef. Corr. Spearman x: Observado Y: Predicho

N	6
SD ²	26
Rho	.257
Z	.575
#grupos de X empatados: 0	#grupos de Y empatados: 0

p < 0.1

C.16

Subsistema II
 Producción Fitoplancton (g/m²*mes)
 Coef. Corr. Spearman x: Observado Y: Predicho

N	6
ΣD^2	22.5
Rho	.357
Z	.799
Rho corregida por empates	.348
Z corregida por empates	.778
#grupos de X empatados: 1	#grupos de Y empatados: 0

p>0.1

C.17

Subsistema B
 Biomasa Necton (g/m²)
 Coef. Corr. Spearman x: Observado Y: Predicho

N	5
ΣD^2	18
Rho	.1
Z	.2
#grupos de X empatados: 0	#grupos de Y empatados: 0

p>0.1

C.18

Subsistema I
 Biomasa Necton (g/m²)
 Coef. Corr. Spearman x: Observado Y: Predicho

N	10
ΣD^2	164
Rho	.006
Z	.018
#grupos de X empatados: 0	#grupos de Y empatados: 0

p>0.1

C.19

Subsistema II
 Biomasa Necton (g/m^2)
 Coef. Corr. Spearman x: Observado Y: Predicho

N	8
ΣD^2	136
Rho	-.619
Z	-1.638
#grupos de X empatados: 3	#grupos de Y empatados: 0

$p < 0.1$

C.20

Subsistema III
 Biomasa Necton (g/m^2)
 Coef. Corr. Spearman x: Observado Y: Predicho

N	12
ΣD^2	221.5
Rho	.226
Z	.748
Rho corregida por empates	.224
Z corregida por empates	.743
#grupos de X empatados: 0	#grupos de Y empatados: 1

$p < 0.1$

C.21

Subsistema IV
 Biomasa Necton (g/m^2)
 Coef. Corr. Spearman x: Observado Y: Predicho

N	12
ΣD^2	221.5
Rho	.226
Z	.748
Rho corregida por empates	.224
Z corregida por empates	.743
#grupos de X empatados: 0	#grupos de Y empatados: 1

$p < 0.1$

C.22

Subsistema A
Biomasa Necton (g/m²)
Coef. Corr. Spearman x: Observado Y: Predicho

N	5
ΣD^2	2
Rho	.9
Z	1.8
Rho corregida por empates	.921
Z corregida por empates	3.054
■ grupos de X empatados: 0	■ grupos de Y empatados: 0

$p \leq 0.1$

C.23

Prueba de Chi-Cuadrada
X: Observados Y: Predichos

GL:	Chi-Cuadrada:	Significancia:
78	921.981	$p \leq .001$

**Anexo D. Estimación de las Tasas de
Explotación Pesquera en
los Subsistemas de la Sonda
de Campeche**

Tabla D.5. Composición en Peso de la Captura Pesquera Comercial Promedio para los Años 1978 a 1984 (Ton/año).

	Tabasco	Campeche
Peces.....	5091	22212.4
Camarón.....	327	8078.5
Crustáceos.....	436.6	755.1
Moluscos.....	42.7	3552.5
Necton Acom.....	3547.3	12006.2
Bentos Acom.....	259.1	873.9

Tabla D.6. Composición de la Captura Comercial Pesquera en el Área de Estudio (suponiendo igual intensidad de pesca de Camarón en Subsistemas A y B).

	Zona A	Zona B
Peces.....	5091	22212.4
Camarón.....	4202.75	4202.75
Crustáceos.....	436.6	755.1
Moluscos.....	42.7	3552.5
Necton Acom.....	12552	3001.6
Bentos Acom.....	914.5	218.5
necton total.....	9298.75	26415.15
bentos total.....	479.3	4307.6
necton des.....	44284.38	44284.38
bentos des.....	5169.38	5169.38

Tabla D.7. Tasas de Explotación Pesquera Comercial para los Subsistemas de la Plataforma Continental del Área de Estudio.

	Subsistema A		Subsistema B	
	g/m ² *año	g/m ² *mes	g/m ² *año	g/m ² *mes
necton total.....	0.24	0.02	0.515	0.043
bentos total.....	0.012	0.001	0.084	0.007
necton des.....	1.144	0.095	0.863	0.072
bentos des.....	0.134	0.011	0.101	0.008

Tabla D.1. Estimación de la proporción Necton : Bentos y Camarón : Necton : Bentos.

Crucero	Pece	Camarón	labios	otros	necton	bentos
OP.LAC-1	11	1	1	2	12	3
OP.LAC-2	9	1	1	1	9	2
OP.LAC-3	10	3	2	1	13	3
OP.LAC-4	21	3	3	1	24	4
OP.LAC-5	30	1	2	0	31	2
OP.LAC-6	57	4	1	1	61	2
Promedio	22.833	2.167	1.667	1	25	2.66667
Proporción 1	10.537	1	0.769	0.461	9.373	1.23
Proporción 2	1	0.0949	0.07298	0.04375	1.0949	0.11673
Proporción 1-Peces=1				Proporción Necton : Bentos		1
Proporción 2-Camarón=1						0.10661

Fuente: Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1986.

Tabla D.2. Composición de la Captura Pesquera Comercial del área de estudio para los años 1983 y 1984 (Ton/año).

	Tabasco 83	Tabasco 84	Prom. Tab	Campeche 83	Campeche 84	Prom. Camp
Pece	6353	7139	6746	25351	30668	28009.5
Camarón	415	451	433	8203	12170	10186.5
Crustáceos	368	790	579	1112	795	953.5
Moluscos	21	91	56	3883	5096	4489.5
Necton Acóm.	4166	5235	4700.5	86435	128235.3	15139.4
Bentos Acóm.	304	382	343	10097.9	14981.3	1104.6
Total			12857.5			59883

Fuente: Secretaría de Pesca, Dirección General de Planeación, Informática y Estadística. General de Planeación, Informática y Estadística.

Tabla D.3. Composición Promedio de la Captura Pesquera Comercial (en base a Tabla D.2.)

	Tabasco %	Campeche %
Pece	52.47	46.77
Camarón	3.37	17.01
Crustáceos	4.5	1.59
Moluscos	0.44	7.48
Necton Acóm.	36.56	25.28
Bentos Acóm.	2.67	1.84

Tabla D.4. Captura Pesquera Comercial del Área de Estudio para los años 1978 a 1984.

	Tabasco	Campeche
1978	6719.7	26410.9
1979	5406.7	25978.7
1980	9329.8	45542.3
1981	11685.1	69739.8
1982	9797.9	35627.8
1983	11059.8	54490.3
1984	13919.4	74659.9
Promedio	9702.6	47492.8

Fuente: Secretaría de Pesca, Dirección General de Planeación, Informática y Estadística.