

# Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE CIENCIAS

*Edna Heubchel*



ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE UN MODELO  
BIOECONOMICO DE CRASSOSTREA CORTEZIENSIS  
DE SAN BLAS, NAYARIT

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O  
P R E S E N T A:

Francisco Javier Solís Celada

MEXICO, D. F.

AGOSTO 1982



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.

- I N D I C E -

- 1.- Antecedentes
  - 1.1 Desarrollo de la Acuacultura en México.
  - 1.2 Presentación del Problema.
  - 1.3 Cultivo de Ostión de San Blas, Nayarit.
  - 1.4 Estrategias de Explotación (Objetivo).
- 2.- Programa Monitor y Coordinador de Cultivos Comerciales de Moluscos (MONYCO) - Antecedente Directo.
- 3.- Diagrama de Flujo.
  - 3.1 Relación entre los Subsistemas.
- 4.- Análisis de Sensibilidad (Planteamiento).
- 5.- Identificación de los elementos de los subsistemas para el Cultivo de Ostión de San Blas, Nayarit.
  - 5.1 Subsistema Biológico Pesquero-Ostión.
  - 5.2 Subsistema Tecnológico Pesquero-Ostión.
  - 5.3 Subsistema Económico Pesquero-Ostión.
  - 5.4 Diagrama Formal del Sistema:
- 6.- Resultados.
  - 6.1 Resultados de la Estimación de Parámetros.
  - 6.2 Resultados de la Primera Corrida.
  - 6.3 Resultados del Análisis de Sensibilidad.
- 7.- Discusión.
- 8.- Conclusiones y Sugerencias.
- 9.- Bibliografía.

## 1.- ANTECEDENTES.

### 1.1 DESARROLLO DE LA ACUACULTURA EN MEXICO.

Hasta fines del siglo pasado, se hicieron en México los primeros intentos para el fomento de las actividades pesqueras y acuaculturales. Sin embargo, la incipiente actividad se detiene a causa del Movimiento Revolucionario de 1910 y reanuda en 1923 con la introducción de ejemplares de lobina negra (Microp-  
terus salmoides) en la vertiente del Río Lerma (Morales, 1975). En la década de los 30 se construye una estación piscícola en la Ciudad de México con el fin de sembrar crías en algunas masas de agua del país; así, surgen centros de estudio de la fauna acuática de la República en tanto que se siguen sembrando truchas y lobinas en las Lagunas de Zempoala, Tequesquitengo, San Miguel Regla, Acámbaro, Huichapan, Necaxa y gran cantidad de presas y embalses de menor tamaño.

La introducción de bagre y carpa en los 40, inicia la construcción de nuevos centros acuícolas que siembran ríos, lagos y arroyos de la Meseta Central.

En la década de los 50 y de los 60, se publican revistas y se ponen en operación nuevos centros con el fin de aplicar y divulgar nuevos métodos piscícolas; con ésto se termina el primer período acuacultural en el país (1884-1970), caracterizado por las primeras iniciativas que impulsan a las instituciones públicas a realizar actividades de promoción, inversión y fomento de la acuacultura.

Una segunda etapa se inicia en atención al interés del Estado para lograr el aprovechamiento integral de los recursos -hidráulicos, incluyendo las áreas estuarinas y los cuerpos de aguas continentales, con lo cual, la Secretaría de Recursos Hidráulicos instituyó en marzo de 1971 la Dirección de Acuacultu

ra, encomendándole la tarea de llevar a cabo el Plan Nacional de los Distritos de Acuicultura. Este hecho, así como el surgimiento del Fideicomiso para el Desarrollo de la Fauna Acuática ---- (FIDEFA), son considerados como el primer intento del Gobierno Federal para establecer una política acuícola basada en la ejecución de programas nacionales fundados en investigaciones en los campos biológico, ecológico y socioeconómico.

Los objetivos de dicha Dirección son: "la preservación y mejoramiento de las condiciones naturales de las aguas de propiedad nacional para el fomento y la explotación de las especies acuáticas, animales y vegetales" (Anónimo, 1974); la finalidad, entre otras, asignada a FIDEFA fueron:

"el cultivo, siembra, protección, captura, comercialización e industrialización de los recursos pesqueros, así como la captación de recursos humanos, a fin de mejorar la dieta alimenticia de la población y crearles nuevas fuentes de trabajo" (Anónimo, 1976). Estas actividades se remitieron principalmente, a la producción de crías de siembra en cuerpos de agua diversos. Al respecto de la proyección socio-económica, FIDEFA promueve la conscientización de los ribereños para que protejan el desarrollo de las especies que aportan y para que en su oportunidad las consuman o exploten racionalmente, sin acudir a intermediarios. Esta tarea, realizada en 10 estados del país y 17 estaciones piscícolas, pone énfasis en fomentar organizaciones cooperativas. También se establecen canales de comercialización o bien, la intervención de Productos Pesqueros Mexicanos como compradores del producto.

En 1977 se crea el Departamento de Pesca, cuyas actividades son regidas por el Plan Nacional de Desarrollo Pesquero; la acuicultura, "como expresión económica y social de una tecnología multidisciplinaria para el cultivo en el medio ambiente acuá

tico", es considerada dentro de este plan, como "una de las alternativas más viables para la producción de alimento, la generación de empleos y divisas y finalmente el incremento del nivel de vida, principalmente en el medio rural"; para lo cual se consideró la construcción de nuevas Unidades de Producción Acuícola, además de los ya existentes, que realizan inventarios de cuerpos de agua, reproducción, crías y control de los programas de cultivo.

El Plan Nacional de Desarrollo Pesquero, identifica entre otros, los siguientes objetivos generales para el Programa Nacional de Acuicultura (Programa Acuacultural 1979-1982):

- "Coadyuvar al logro de la autosuficiencia de productos básicos de origen acuícola para el consumo popular mediante la producción de proteína barata pero de excelente calidad proveniente de especies acuáticas, utilizando los medios ambientes de aguas dulces, salobres y saladas."
- "Establecer una base sólida para la acuicultura industrial en los tres sectores: Público, Social y Privado, de tal manera que el Gobierno Federal se constituyó en el promotor para el desarrollo acuícola regional y microrregional a partir de Unidades de Producción Acuícola o en su caso Piscifactorías que dependen directa o indirectamente del Departamento de Pesca.
- "Aumentar la producción de organismos acuáticos comestibles en cuerpos de agua naturales tales como ríos, lagos, embalses, esteros y el mar mediante el poblamiento o repoblamiento de los mismos, a partir de crías de talla mínima."
- "Incrementar y optimizar el maricultivo de moluscos

y crustáceos de alta rentabilidad con el sector social, mediante el establecimiento de pesquerías y Unidades de Producción Acuícola basados en los criterios de biotecnología más actualizados que permitan alcanzar niveles óptimos en la calidad del producto".

## 1.2 PRESENTACION DEL PROBLEMA.

El tema central de la tesis, la adaptación y aplicación del modelo bioeconómico formal del cultivo, constituye un trabajo especializado cuyos resultados inciden directamente sobre problemas muy particulares del desarrollo de la acuicultura, en esencia sobre el nivel proyecto.

De acuerdo con esto, y ampliando el contexto del presente trabajo, se tratará de presentar las características más generales de la problemática acuícola en México.

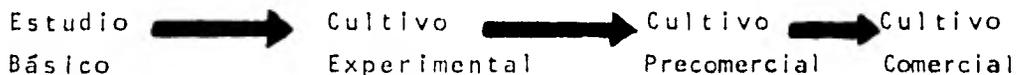
El lugar que ocupa la acuicultura nacional, puede ser estimado solamente en forma aproximada pues mayormente esta actividad se hace a nivel de producción de crías, siembra y repoblaciones no teniendo un sistema adecuado para recoger informaciones referentes a los resultados de dichas actividades (Anónimo, 1974).

La acuicultura comercial, a pequeña escala, por parte del Estado ha permitido generar y adoptar tecnología para lograr producciones rentables; el sector privado, con una participación mínima, realiza proyectos aislados que casi no han generado un desarrollo tecnológico palpable y, ayudada por la mínima asesoría y apoyo del Estado, su producción no es rentable en este aspecto.

El Estado ha enfocado el proceso de crecimiento de la acuicultura, como un problema bio-tecnológico, en un contexto socioeconómico ambiguo y a través de prácticas empíricas, donde supone

que el incremento de insumos y recursos humanos convertirán los estudios en proyectos rentables, para entonces, cederlos a ciertas comunidades (cooperativas, ejidos), que seguirán siendo dependientes (Pérez-Gómez, 1979)

El esquema de las prácticas ha sido el siguiente:



"Los resultados obtenidos, sobre las pretenciones del esquema, se reducen a experiencias empíricas de escasa unidad en términos de planeación y fomento; éstos proyectos no han demostrado ser rentables y por lo tanto no han pasado a la etapa de producción comercial. Esto significa que el Estado no puede -- responder hasta el momento con un proyecto rentable ante una solicitud de inversión, sumándose a ésta situación el hecho de que aún no se cuenta con la elaboración de los mecanismos de reglamentación pertinentes. En este caso también resulta imposible esperar inversiones productivas" (García, 1981).

Considerando lo anterior, podemos señalar que:

- La acuacultura extensiva está por completo subsidiada y centralizada; no ha habido cambios que modifiquen la estructura original, en vías de un aumento de eficiencia.
- La acuacultura comercial, prácticamente no existe, y los esfuerzos realizados no han arrojado producción rentable.
- La información que de éstas actividades se tienen, no está sistematizada ni generalizada, lo cual dificulta su utilización en términos de planificación.

García (1981) señala que:

- En principio, el problema se manifiesta como un problema de diseño, tanto a nivel macro-económico o de planeación, como a nivel micro-económico o de proyecto.
- El problema también es de ubicación del diseño en el área de conocimiento adecuado, en términos reales, la actividad de -

cultivo, no se ha planteado como una actividad productiva, ni se ha enfocado de manera sistemática a partir del ámbito interdisciplinario Biología-Tecnología, Economía. El enfoque fundamental ha sido básicamente empírico, desde el campo Biológico y/o Tecnológico.

- A nivel planeación, el problema ha radicado en la intención de desarrollar tecnología a partir de proyectos que no han sido planteados en el ámbito productivo, suponiendo que estos experimentos crecerán por sí solos hasta convertirse en los mencionados proyectos productivos, para manejarse, entonces sí por productores.
- A nivel proyecto, el problema radica en que éstos no han sido más que un conjunto de prácticas empíricas, con enfoque a académico y con carácter experimental; el diseño se ha ubicado exclusivamente en el esquema biotécnico y no en la interdisciplina Economía-Tecnología.

### 1.3 CULTIVO DE OSTION DE SAN BLAS, NAY.

Dentro de los recursos pesqueros, el cultivo ostrícola tiene una importancia comercial derivada de sus calidades alimenticias. El alto contenido de proteínas y carbohidratos de primer calidad, la elevada proporción de sales minerales indispensables y una apreciable dotación vitamínica, son las características del ostión que han intensificado su producción y consumo (Sevilla, 1965).

Las costas de México poseen bancos naturales y en algunas áreas realizan cultivos de éste, por lo cual son extraídos en escala comercial desde hace largo tiempo.

Como este recurso no es inagotable y la explotación en muchos casos ha sido intensa y poco cuidadosa, se ha intensificado la ostricultura en entidades del Pacífico mexicano y el Golfo de México tales como Sonora, Nayarit, Guerrero y Tampico, Ve

racruz, Tabasco y Campeche, respectivamente.

Los trabajos realizados en San Blas, Nay., sobre el ostión de placer Crassostrea corteziensis han sido exclusivamente biológicos y ecológicos dando como resultado conocimientos en las variaciones del medio y sus efectos en el ciclo de vida de esta especie, lo cual ha dado criterios abocados a mejorar el manejo y producción de cultivo.

Sin embargo, los avances biotécnicos, sobre este cultivo no han alcanzado un desarrollo óptimo, ya que la explotación en el área de estudio, y presumiblemente en otras áreas, es exclusivamente de extracción, disminuyendo la producción y principalmente la población de ostión en esta zona.

Por otro lado, la ostricultura es de gran importancia económica ya que se encuentra entre los cinco productos que se capturan con mayor intensidad en las aguas mexicanas, y además de proporcionar prácticas y organización de desarrollo comunitario, la tarea de administración del recurso no corresponde a un nivel de exigencias que es el propio de los objetivos y de la lógica de trabajo político y de gestión que las comunidades que lo explotan y nuestro país requieren (Molina, 1978).

Nayarit cuenta con 240 Kms. de litoral, 2,185 Km<sup>2</sup> de plataforma continental y de 92,400 has., de esteros y lagunas costeras.

La actividad pesquera que se realiza en la entidad, gira en torno a la captura del camarón principalmente, seguido de otras especies, como son: tiburón, sierra, róbalo, lisa y otras de menor importancia económica.

El ostión de Placer Crassostrea corteziensis, especie que fue la segunda en importancia después del camarón, alcanzó rendimientos nulos debido a cambios ecológicos en la zona estuarina del Estado y a una explotación irracional.

Durante los años 1971 a 1973, el Instituto de Biología de la UNAM y la Secretaría de Recursos Hidráulicos, a través de su Distrito de Acuacultura, realizaron algunas investigaciones ecológicas sobre C. corteziensis en Nayarit.

En 1974, la S.R.H., realizó actividades similares en el estero de Camichín, en el municipio de Santiago Ixcuintla, Nay.

Asimismo, en 1976 el Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Nayarit, inició trabajos experimentales en los esteros de San Blas, con el fin de sentar las bases que permiten implementar el cultivo de Ostión a escala comercial.

La información aportada por estos estudios, permitió delimitar las áreas y las fechas óptimas para desarrollar las distintas etapas de un Cultivo Semicontrolado de Ostión.

En julio de 1977, el Departamento de Pesca, a través de su Dirección de Acuacultura, en coordinación con P.I.D.E.R. (Programa de Inversión Pública para el Desarrollo Rural), inició cultivos ostrícolas en los Sistemas estuarinos de San Blas --- (Esteros; El Paso, Rey y San Cristóbal), Boca de Camichín (Laguna Paliciencia y estero Camichín), Agua Brava, Pimientillo, El Roblito y Otatitos (Estero de Teacapán). Aplicando mayor esfuerzo y recursos económicos en San Blas y Camichín, quedando el resto como programas experimentales.

En las comunidades de San Blas, Camichín y Campo de Limones, en Nayarit, el Programa Ostrícola de 78-79, alcanzó una producción de 243,733 Kg., cubriendo metas sociales y técnica, según lo indican los registros de rendimiento y distribución de beneficios de las cosechas, en estos lugares, el desarrollo de la Ostricultura dependerá de los sistemas de asesoría, financiamiento, administración y organización social que se apliquen al Programa, así como los esquemas legales que permita a los productores proteger esta actividad. (Anónimo, 1980)

#### 1.4 ESTRATEGIAS DE EXPLOTACION (Objetivo)

Como se ha visto anteriormente, el problema exige estrategias de explotación en los que se deben tomar en cuenta factores intrínsecos de este sistema ostrícola. Así, uno de los enfoques para la solución de muchos problemas industriales y empresariales como puede ser el cultivo del ostión, es el sistemático; este enfoque utiliza el concepto de sistemas teóricos que puede ser ligeramente distinto del problema real que se estudia. La aproximación sistemática puede ser muy útil para lograr una solución final del problema utilizando una combinación de otros enfoques representados en un modelo matemático.

Un modelo es una representación o abstracción de una situación y objeto reales que muestra las relaciones directas e indirectas y las interrelaciones de acción y reacción en términos de causa y efecto. Una de las razones básicas para el desarrollo de los modelos es la de descubrir cuáles son las variables importantes o pertinentes. Los modelos pueden clasificarse por sus dimensiones, funciones, propósitos, temas o grados de abstracción; los hay de tipo icónico, analógico, abstracto y simbólico (matemático).

Los modelos proporcionan descripciones concentradas y económicas (diagramas, ecuaciones), y explican las operaciones (relaciones matemáticas) del sistema al que representan.

Una de sus formas más comunes son los modelos matemáticos. Su formalización permitirá un tratamiento interdisciplinario, manejando las variables y parámetros presentes en los subsistemas biológicos, tecnológicos y económicos dentro de un mismo contexto.

Por otra parte, Negrete (1980) , señala los requerimientos que según Churchman, un sistema positivo debe cumplir:

- Existencia de una medida objetiva de desempeño del sistema.
- Existencia de un subsistema decisor que salvaguarda los intereses del usuario.
- Existencia de subsistemas propositivos con sus propias medidas de desempeño que cooperan con la medida de desempeño del sistema.
- Existencia de un modelo de cómo la medida de desempeño de las partes, coopera a la medida total.

Evidentemente, el problema del proyecto se centra en la obtención de una medida de desempeño adecuada; de tal manera que, en el diseño se tomará como base encontrar tal medida.

Así, la estimación de esta medida se limita al análisis económico, es decir a los aspectos de inversión y operación. Ya que normalmente la rentabilidad la da un indicador económico, para la obtención de la medida de desempeño del cultivo de ostión de San Blas, Nay., se eligió la renta interna (10) que es función del parámetro de escalado (No = número inicial de organismos) del proyecto. La obtención de ésta se puede obtener utilizando un programa de cómputo y el proceso del mismo permitirá ordenar sistemáticamente los problemas (diagrama de flujo).

De lo anterior se deduce que se trata de una problemática compleja, ya que presenta la interacción de tres áreas: Biología, Tecnología y Economía, lo cual demanda información sobre biología general, biotecnología de cultivo de microorganismos, biotecnología de cultivo de macroorganismos, investigación de operaciones y Administración.

Para resolver la problemática se pueden elaborar modelos estructurales que posibiliten un análisis de sensibilidad --- a priori con los parámetros o elementos identificados y finalmente el análisis y diseño del sistema. El objetivo principal de este trabajo es analizar la rentabilidad del cultivo en fun

ción de la optimización relativa de los parámetros biológicos, eficiencia tecnológica, costos de cultivo y costos de insumos y complementarios, además de permitir una determinación de opciones de optimización por análisis de sensibilidad. Entendiéndose esto último como la posibilidad de observar las variaciones porcentuales de algún parámetro específico.

La estimación de esta rentabilidad se hará en función de renta interna del escalado, lo cual significa la optimización de parámetros en función de una inversión teórica de referencia propuesta como medida de desempeño del cultivo.

## 2. PROGRAMA MONITOR Y COORDINADOR DE CULTIVOS COMERCIALES DE MOLUSCOS (MONYCO). ANTECEDENTE DIRECTO.

Este modelo matemático fué elaborado por el Dr. José Negrete y colaboradores (1980) para la Dirección General de Acuacultura del Departamento de Pesca. Esta Institución desarrolla proyectos de cultivos precomerciales de Moluscos en Baja California Sur, por lo cual Negrete y sus colaboradores realizaron un análisis y diseño del sistema de estos cultivos, con el objeto de poder encontrar una medida de rentabilidad, función de una medida de escalado, llegando a la conclusión de que "el proceso intelectual que conduce a la generación de un cultivo rentable, es el resultado de "N" ciclos de búsqueda de esa rentabilidad utilizando el método heurístico (por aproximaciones)".

El programa MONYCO está orientado para cultivos de peces en cajas flotantes, moluscos en suspensión, tipo granja y engorda; evidentemente este sistema de cultivos precomerciales requiere de una instrumentación de computadora, si ha de ser eficiente.

Se consideró importante transcribir casi textualmente y de

manera resumida el MONYCO, ya que este modelo es sujeto de a plicación y columna vertebral del presente trabajo.

Como ya se ha señalado, el desarrollo del modelo se inicia a partir de la búsqueda de una medida de rentabilidad -- (renta interna) que sea función del proceso demográfico del sistema-cultivo. El concepto de renta interna (o tasa interna de retorno, TIR), requiere de la noción del valor presente del flujo del capital, que define el valor monetario de una percepción o un costo futuros ( $\pi$ ) para el presente ( $t=0$ ), como el valor residual que queda de dicha percepción o costo con una tasa de interés dada, es decir, la equivalencia futura del dinero al valor presente, ganando intereses hasta la fecha futura determinada, donde el coeficiente del valor futuro se calcula  $(1+i)^n$  en la cual  $i$  = interés anual y  $n$  = número de períodos para calcular intereses.

La ecuación que describe el valor presente, se presenta en dos formas distintas, equivalentes a dos tipos de tasa de interés:

Para tasa continua de interés (para toda  $t$ )  $V_{pt} = \pi \cdot e^{-\delta t}$

Para tasa discontinua de interés:

$$i \text{ (} t = 1, 2, 3, \dots \text{ etc.) } V_{pt} = \frac{\pi}{(1+i)^t}$$

Donde  $\pi$  = flujo de capital, y el valor presente es una integral en caso continuo y una sumatoria en el discontinuo:

$$\int_0^t \pi(t) \cdot e^{-\delta t} dt \qquad \sum_{i=0}^t \pi_i / (1+i)^i$$

Como  $\pi$  tiene la estructura de costo-beneficio, el  $V_{pt}$  representa el beneficio neto o pérdida neta total obtenidas al horizonte  $t$  considerado; la relación está condicionada a la tasa de interés elegido para el caso, generalmente la corres

pondiente al valor social de preferencia, por ejemplo, la tasa de interés bancaria.

Formalmente la renta interna o TIR está dada por la raíz  $\delta^*$  de la ecuación integral  $\int_0^t \pi(t) p^{-\delta^* t} dt = 0$ , ó bien por la raíz  $1^*$  del polinomio:

$$0 = \sum_{i=0}^t \pi_i / (1+i)^t$$

por lo que la renta interna corresponde a la tasa de interés donde costos y beneficios proyectados al presente se anulen.

Expuesto el concepto anterior, se puede resumir que para el modelo las actividades del cultivo se reúnen en tres entornos: el biológico, el tecnológico y el económico. Así, se señalan los componentes del modelo y se establece una composición de costos y beneficios del sistema.

#### EL ENTORNO BIOLÓGICO.

Se puede concebir el "stock" de organismos como un beneficio de la inversión, si multiplicamos aquél (Considerado como biomasa total) por el precio de venta (especificado por unidad de Biomasa). Este último valor requiere encontrar un modelo que permita predecir la biomasa en el tiempo, para conocer el momento óptimo de la venta del producto; es decir, un modelo cuyas variables externas sean las del escalado. Así, el modelo descriptivo de Beverton y Holt (1957) propone que la biomasa en el tiempo se calcule como el producto del peso promedio por individuo y el número de supervivientes. La cuestión de cómo calcular tal promedio por individuo y el número de supervivientes, se resuelven por el modelo del proceso de crecimiento corporal de Von Bertalanffy (1968).

## EL ENTORNO TECNOLÓGICO.

Dos tipos de costos genera este entorno; de fijación y de crecimiento.

Los costos de fijación se refieren a los costos de colocación de los artefactos de fijación, junto con los costos de retiro de los mismos (CF1). Se excluyen de estos costos por concepto de construcción de artefactos ya que se consideran como esfuerzo de cultivo. Otros costos de fijación corresponden a la "Pizca" de semilla de los artefactos de fijación (CF2).

El esfuerzo de cultivo, es una medida función del número de artefactos de crecimiento, al cual se asocia una eficiencia, expresable en términos de tasa de mortalidad, velocidad de crecimiento.

Los costos de crecimiento son los costos de crecimiento -- propiamente dichos (CC) y los costos de recolección para venta (CR).

## COSTOS UNITARIOS.

Las unidades que generan costos son dos: los organismos y los artefactos de cultivo.

Cuando los organismos generan costos, los costos unitarios se definen como costos de unidad por organismo.

Cuando los artefactos generan costos, los costos unitarios se definen como costos por artefacto, de tal manera que el número de artefactos es función del escalado, de diversas formas:

para la fijación se refiere a la conducta de aclareo (Cambio - de densidad) del acuacultor en el tiempo siendo ésta una variable tecnológica.

#### COSTOS UNITARIOS DE FIJACION:

El componente unitario del costo (CF1), es el costo de colocación y retiro de cada artefacto de fijación;

El componente unitario del costo (CF2), es el costo de --- "pizca" de semilla por artefacto.

#### COSTOS UNITARIOS DE CRECIMIENTO.

Los costos unitarios de crecimiento propiamente dicho, son los costos de limpieza de artefactos, los costos de aclareo del artefacto y los costos de limpieza de cada organismo, cuando es el caso.

Los costos unitarios de recolección se refieren a los costos de recolección de artefactos de cultivo, costos de presentación o limpieza del organismo y los costos de comercialización por organismo.

#### EL ENTORNO ECONOMICO.

Este entorno incurre en dos clases de costos, correspondientes a los insumos y a los costos complementarios.

Los costos de insumos se clasifican en costos de operación, de mantenimiento y de administración; los complementarios se clasificaron en obra civil, equipo, personal de planta y misce

lanceos.

Como estos costos definen el horizonte económico del sistema, dada su naturaleza anual, se consideran como dos matrices de costos: una de insumos y la complementaria, ambas denominadas como inversión canónica.

#### COSTOS UNITARIOS DE LA INVERSION CANONICA.

Estos costos se sugieren como costos de obra y equipo considerados unitarios por organismo y los misceláneos, incluidos -- los de fabricación de artefactos, se consideran unitarios por artefacto.

Respecto a los vectores de la matriz de insumos, se sugiere que el vector de costos de operación contenga los costos unitarios por organismo, y el mismo caso para los costos de mantenimiento.

#### EL VALOR PRESENTE EN EL FLUJO DEL CAPITAL SEGUN EL HORIZONTE ECONOMICO.

En este caso, el ciclo económico de producción se repite -- cada año, por lo cual se calcula el valor presente de flujo de capital una sola vez en un período AT, y actualizado cada año, según el horizonte económico (Para este caso, 15 años).

#### ESTIMACION DE LA RENTA INTERNA.

La estimación de la renta interna consiste en encontrar la raíz  $1^*$  del polinomio que está constituido por el valor moneta

rio de percepciones o costos futuros para el presente, a una tasa de interés donde los costos y beneficios se anulen.

Así, el cálculo de la renta interna, requiere del cálculo del Vp máx. por ciclo; este término, se denomina "Valor presente máximo del capital", y debe ser máximo porque la renta interna será mayor, a medida que crezca el Vp.

Finalmente, un detalle contemplado en el desarrollo de este modelo, es que la variación de la falla en longitud de un cultivo, origina una distribución que se supone normal; por lo tanto, la asignación del precio, está en función de L-2 ó 1 que refiere el 98% de la población existente.

#### MONYCO.

Modelo Biológico:

$$N_t = N_0 \cdot e^{mt}$$

$$L_t = L_{oo} (1 - e^{-k(t+tf/2)})$$

$$W = B \cdot L^x$$

$$B_m = N \cdot W = N_0 \cdot e^{-mt} \cdot b(L_{oo}(1 - e^{-k(t+tf/2)}))^x$$

$$L = L_t (L_{com})^{-1} \cdot o L_{com}$$

Modelo Tecnológico:

$$D = (at + b)^{-1}$$

$$EF = (\text{No. de larvas fijadas}) \cdot (\text{balsas})^{-1}$$

$$C_c = C_c + H ((C_l/c + C_n/e) D^{-1} + C_l/o)$$

$$C_r = N ((C_r/c) D^{-1} + C_l/o + C_{com}/o)$$

$$C_{f1} = N_o (EF)^{-1} C_c/b$$

$$C_{f2} = N_o (EF)^{-1} C_p/b$$

Modelo Económico:

$$V_p = p \cdot B_m (1+i)^{-t} - \left( \sum_0^t C_c (1+i)^{-t} + C_r (1+i)^{-t} + (Cf_1 + Cf_2 \cdot (1+i)^{-t}) \right)$$

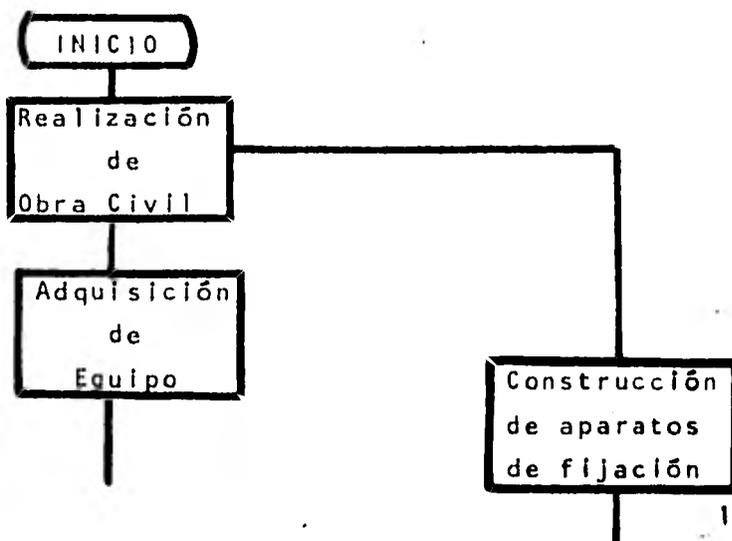
$$VP_n = \sum_{t=0}^n \sum_k C_{oe}(t,k), (C_I(t,k) - (C_{oe}(t,k) - C_I(t,k) (1+i)^{-t})) \cdot V_{p \text{ máx.}}$$

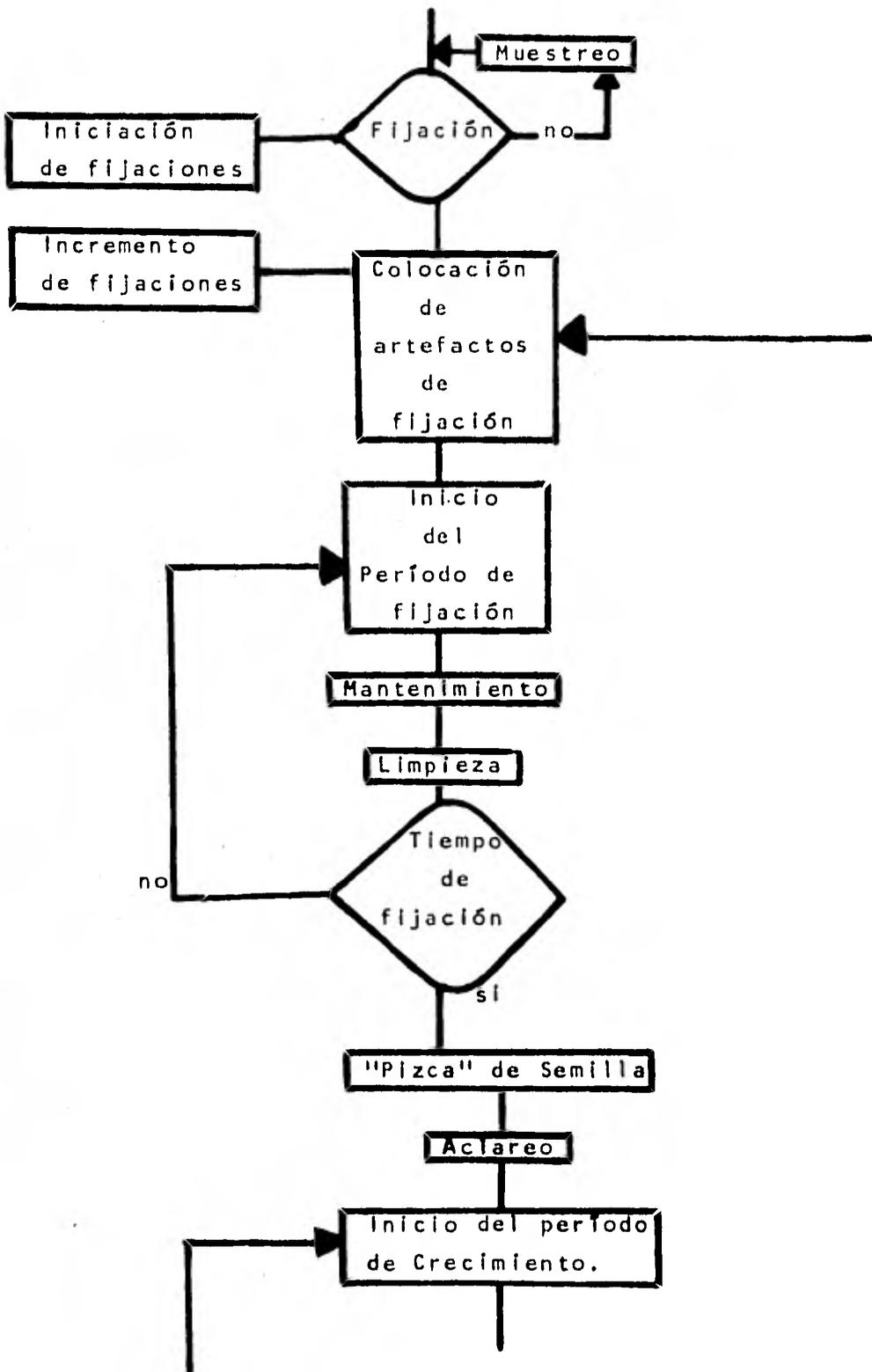
Renta Interna = 1 e |||| :  $V_{pn}(N_0, 1) = 0$

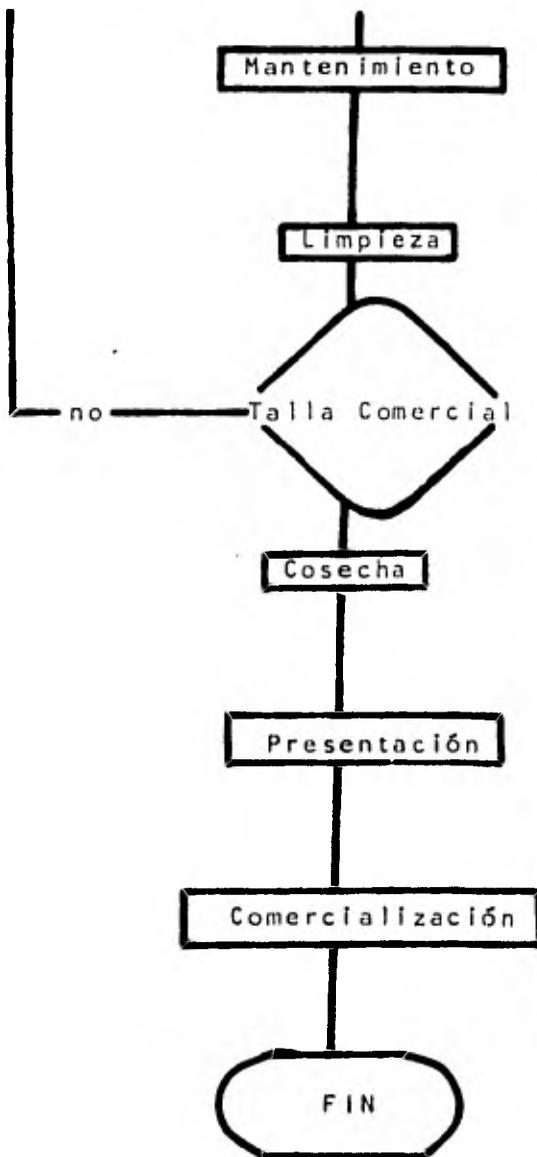
### 3.- DIAGRAMA.

Una vez analizados los aspectos principales del cultivo -- de ostión como lo son, artefactos de fijación, épocas de reproducción, larval, fijación, crecimiento, densidad, manejo, limpieza, es posible establecer una serie de actividades asociadas cuya secuencia se puede observar mejor en un diagrama, que así permite ubicar los conceptos de costos de cultivo, recolección y de inversión, que implican.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL SISTEMA DE CULTIVO DE OSTIÓN DE SAN BLAS, NAYARIT.



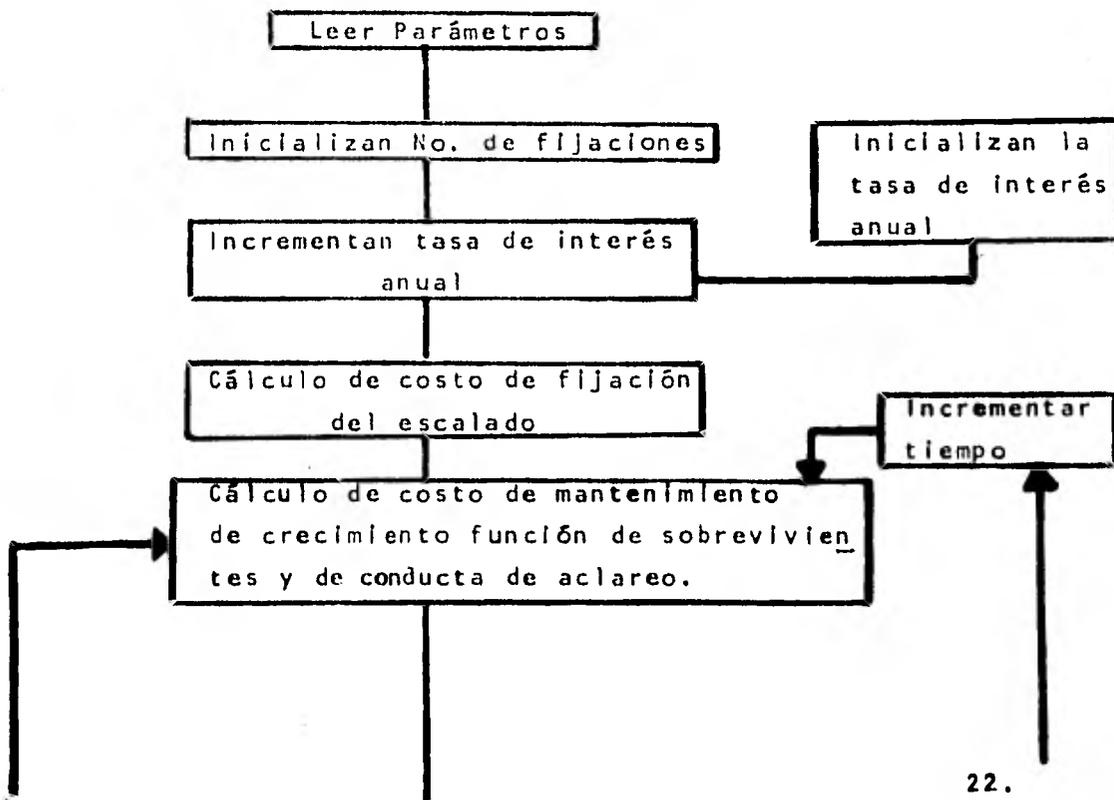


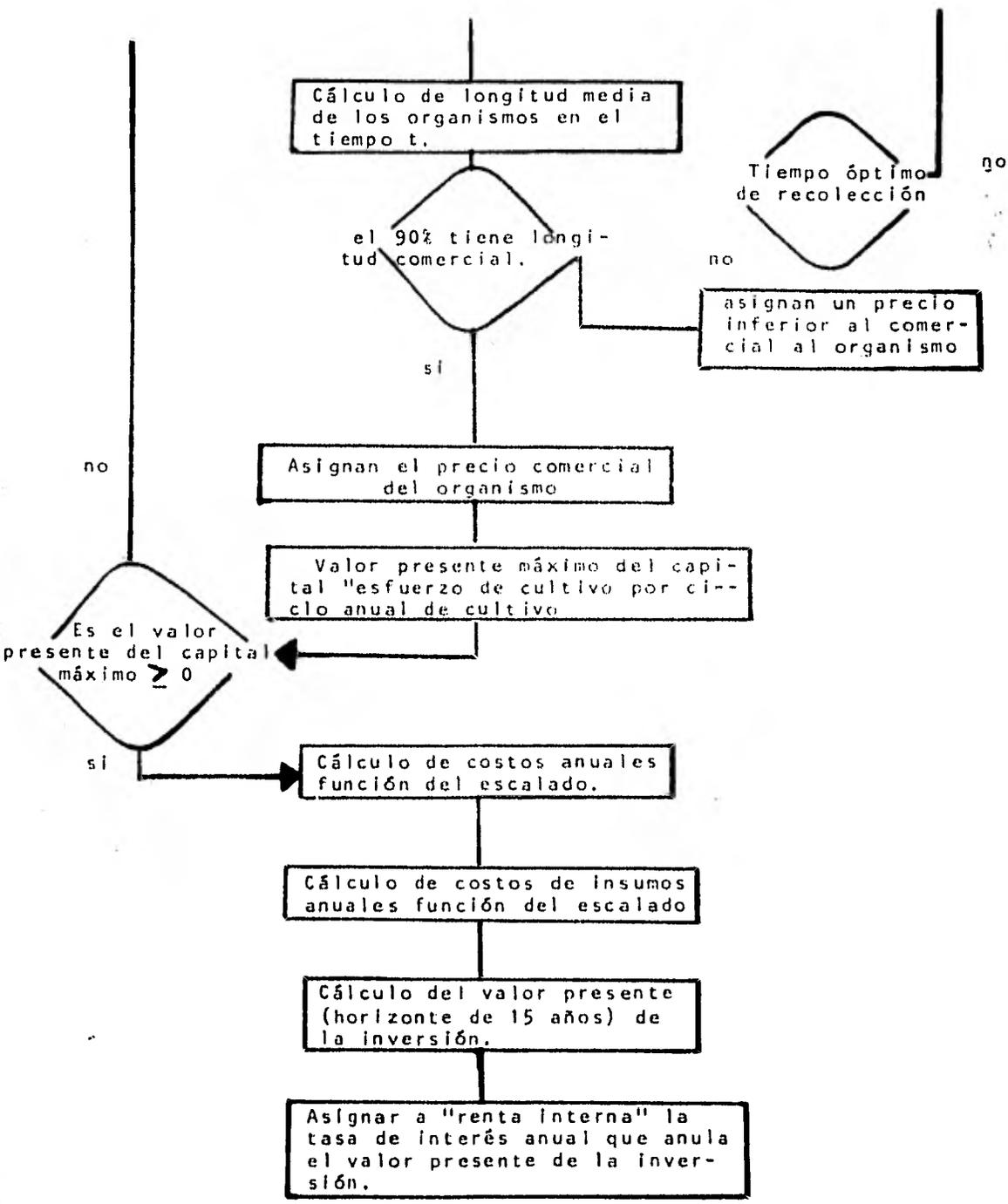


De acuerdo a la estructura del modelo Monyco, estas actividades llevan asociadas un conjunto de costos, como son los de fijación y los costos de crecimiento. Como ya se explicó, los costos de fijación incluyen la colocación y retiro de los organismos de cada artefacto de cultivo, y los de "pizca" o recolección de semilla; y los costos de crecimiento incluyen la limpieza, el "aclareo" o cambio de densidad por artefacto, recolección, presentación y comercialización.

Así, se puede presentar un diagrama detallado de las actividades que comprenden los tres subsistemas:

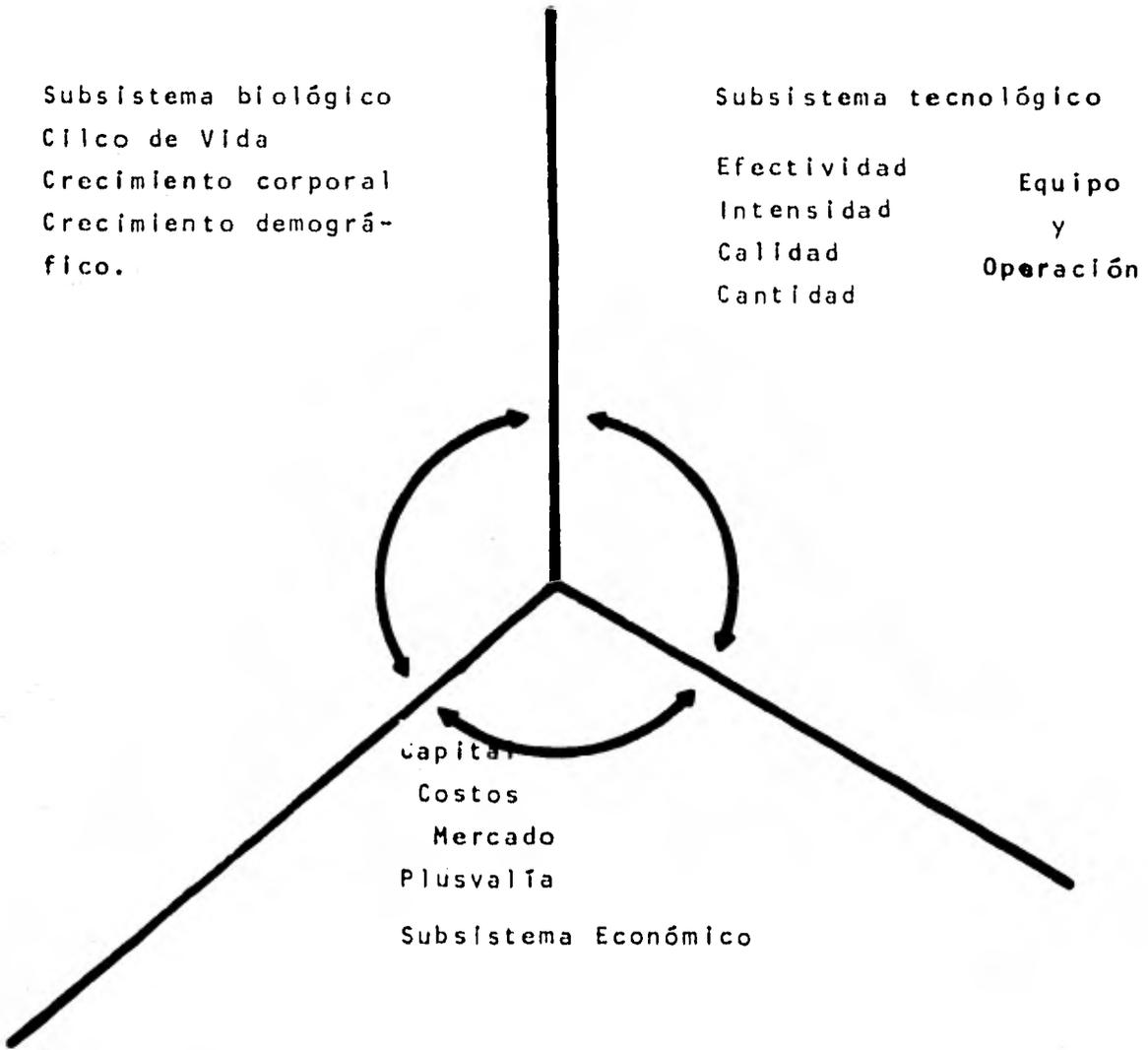
DIAGRAMA DE FLUJO DETALLADO





Así, ya explicado el flujo de actividades que sigue el sis  
tema, se puede observar que existe una relación directa o indi  
recta entre los elementos de cada entorno.

### 3.1 RELACION ENTRE LOS SUBSISTEMAS.



En este esquema se evidencia que entre los elementos de cada subsistema, existe una relación de mutua determinación, marcada por su casi absoluta interdependencia.

Así, por ejemplo, si se reduce o aumenta la exposición de los artefactos de fijación, en el subsistema tecnológico, la influencia de este cambio, en el subsistema económico, es evidente en tanto que los artefactos son también considerados en este sector. La misma modificación afectará al sistema biológico, especialmente en el proceso de crecimiento poblacional y corporal de los organismos, lo cual modifica el subsistema económico directa o indirectamente.

Es claro pues, que no se puede introducir ninguna variable importante en un elemento sin que se afecte, de manera significativa, a los demás componentes del sistema. De este modo, la relación de mutua determinación entre ellos no se puede dar de manera más sencilla.

Sin embargo, uno de los factores que tienen más relevancia desde la base del sistema es la supervivencia de la especie, que determinará la posibilidad de subsistencia de cada uno de los tres subsistemas. Esto es tan sencillo, que si no hay recurso, toda la infraestructura económica y tecnológica es obsoleta.

Así pues, existen tantas relaciones entre los subsistemas como elementos tengan los mismos, tanto directas como indirectas, que se puede identificar cada elemento en todos los subsistemas.

#### 4.- ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD ( PLANTEAMIENTOS ).

El pretender hacer el análisis de sensibilidad de un modelo, sugiere la necesidad de conocer la conducta de éste, con lo cual se puede saber cuáles son los parámetros que modifican las salidas del sistema planteado. Por consiguiente, el término análisis de sensibilidad, implica la observación de la conducta del sistema, sometido a acciones exteriores, variando el valor de las variables y parámetros del mismo.

Una vez elaborado el programa de cómputo y alimentado con los resultados de la estimación de los valores de los parámetros, y que dé salida a las primeras corridas, es necesario -- plantear los objetivos del análisis de sensibilidad, siendo -- que éste "permita deshechar parámetros irrelevantes debido a su poca sensibilidad, sugerir optimizaciones experimentales de los parámetros más sensibles y proveer una directriz adecuada para la demanda de variación tolerable, de la información experimental". (Negrete 1980).

Con base en lo anterior, se ha decidido, a priori, realizar el análisis de sensibilidad con los parámetros que se enlistan a continuación:

- La tasa de mortalidad del proceso demográfico (m) (parámetro biológico).
- La tasa de crecimiento del proceso de desarrollo corporal de la ecuación de Von Bertalanffy (k) (parámetro biológico).
- El precio comercial del producto (parámetro económico).
- Los costos de cultivo para un ciclo (parámetro tecnológico).

Con la variación de estos parámetros, se espera que el modelo produzca diversos grados de variación de la renta interna del sistema.

El análisis de sensibilidad es importante en los procesos del diseño, en la elaboración de diseños paralelos o alternantes, generados por la operación del diseño seleccionado y para la toma de decisiones respecto a tales diseños y a las posibilidades del propio análisis de sensibilidad.

## 5.- IDENTIFICACION DE LOS ELEMENTOS DE LOS SUBSISTEMAS PARA EL CULTIVO DEL OSTION DE SAN BLAS, NAYARIT.

Una vez expuesto el modelo Monyco y el planteamiento del análisis de sensibilidad, se hace necesario identificar cada uno de los elementos de los entornos involucrados en el ciclo de cultivo y de qué manera se formalizan en los procesos activos de los mismos.

### 5.1.- SUBSISTEMA BIOLÓGICO PESQUERO-OSTION.

Este se caracteriza por el estudio del ciclo de vida del ostión y su ecología, así como su ambiente físico, químico, su mortalidad, migración, alimentación, depredación, conducta, -- etc.; dadas las características de estos parámetros, Negrete y colaboradores (1980), precisaron que las variables fundamentales del ciclo de producción, son aquéllas que expresan el proceso de crecimiento demográfico y el proceso de crecimiento -- corporal por organismo, ya que las relaciones de los parámetros del subsistema biológico determinan directamente estos procesos

sin olvidar que son base primordial del objetivo del cultivo y que mantienen una relación directa con los demás subsistemas.

En el primer proceso la ecuación es:

$$N = N_0 * e^{-m * t}$$

Donde:

- N<sub>0</sub> = Número inicial de organismos que ingresan al sistema.
- m = Tasa de mortalidad de la población sujeta a cultivo.
- t = Tiempo inicial de cultivo.
- N = Número de organismos sobrevivientes.
- e = Constante.

Para el segundo proceso, la ecuación es:

$$L = L_{oo} (1 - e^{-k(t+t_0)})$$

Donde:

- L = Longitud de los organismos
- L<sub>oo</sub> = Longitud máxima que teóricamente pueden alcanzar los organismos en el cultivo, calculando para toda la población
- k = Es la tasa de crecimiento para toda la población.
- t = Es el tiempo al cual se calcula la longitud
- t<sub>0</sub> = Tiempo "teórico" inicial de crecimiento.

## 5.2.- SUBSISTEMA TECNOLÓGICO PESQUERO-OSTION.

Este subsistema se ocupa del material e instrumental (equipo), la metodología y el personal que labora en el cultivo (operación); así como la calidad y cantidad de equipo y su efi-

ciencia e intensidad de operación, es decir, para el caso que aquí se ocupa, la recolección de larvas en las sartas y su distribución para la etapa de crecimiento y el combate de depredadores. También el tiempo del ciclo de cultivo, el cual está determinado por el tiempo en que los organismos alcanzan la talla comercial y son cosechados. Los parámetros de conducta de despoblamiento o aclareo para la fase de crecimiento, que está dada por la densidad en número de individuos por sarta de crecimiento. La medida de "eficiencia de fijación" está estimada como número de fijaciones por unidad de concentración de larvas específicas en el medio, es decir, el número de organismos por concha; el tiempo de exposición en las sartas y el tiempo del ciclo de cultivo, son los elementos que se formalizaron para el modelo y se calculan como sigue:

a) Número de aparatos de fijación y/o de crecimiento:

$$B = NO / NS / NSB$$

Donde:

B = Balsas

NO = Número de organismos que ingresaron al sistema

NS = Número de organismos por sarta

NSB = Número de sartas por balsa.

b) Costos de fijación:

$$CF1 = NO / NS * Ccs$$

$$CF2 = NU / NS * Cps$$

Donde:

CF1 = Costo de fijación en la etapa de captación de larvas

CF2 = Costos de la etapa de crecimiento

NO = Número de organismos

EF = Eficiencia del artefacto de fijación

Ccs = Costos de colocación de sartas

Cps = Costos de pizca por sarta

c) Costos de "Cultivo", que se calculan como sigue:

$$C_c = C_{cs} + (C_{ms} * N/NS) * (1 + i * DT)^{-t}$$

Donde:

$C_c$  = Costos de Cultivo

$C_{cs}$  = Costos de Construcción y colocación de sarta de fijación y crecimiento.

$(C_{ms} * N/NS)$  = Costo de mantenimiento por sarta multiplicado por el número de sarta.

$(1+i*DT)^{-t}$  = Factor de actualización del interés en donde:

$i$  = Interés,

$DT$  = Factor de corrección que permite el uso de valores fraccionarios de  $T$ .

$N$  = Sobrevivientes

d) Costos de recolección o cosecha:

$$CR = (CRS * N / NS) * (1 + i * DT)^{-t}$$

Donde:

$CR$  = Costos de recolección o cosecha

$(CRS * N/NS)$  = Costos de recolección por sarta multiplicado por el número de sarta.

Finalmente, los cálculos tecnológicos concluyen con la ecuación que calcula el valor presente del capital y que se expresa:

$$V_p = (P * N - CR - C_c) - C_{f2} (1 + i * DT)^{-t_f} - C_{f1}$$

Donde se agrupan todos los cálculos tecnológicos anterior-

mente revisados.

( P = Precio por Organismo )

Pcom = Precio comercial por organismo.

### 5.3.- SUBSISTEMA ECONOMICO PESQUERO-OSTION.

El modelo económico del sistema consiste de los cálculos - de la inversión que requiere el proyecto de cultivo de ostión, y se componen de los costos por obra y equipo y de los insumos considerados en dos matrices: COE y CI respectivamente.

La matriz de costos de obra y equipo está compuesta como - sigue:

- COE ( 1, J ) = Costos de edificio
- COE ( 2, J ) = Costos de material de oficina
- COE ( 3, J ) = Costos de caseta de vigilancia
- COE ( 4, J ) = Costo de Libros y servicios
- COE ( 5, J ) = Costo de Balsas de cultivo
- COE ( 6, J ) = Costo de vehículos terrestres
- COE ( 7, J ) = Costo de vehículos acuáticos
- COE ( 8, J ) = Costo de motores 40 H.P.
- COE ( 9, J ) = Costo de taladros
- COE ( 10, J ) = Costo de Motosierra
- COE ( 11, J ) = Costo de martillos y marros
- COE ( 12, J ) = Costo de brocas
- COE ( 13, J ) = Sueldo personal administrativo
- COE ( 14, J ) = Sueldo ostricultores
- COE ( 15, J ) = Sueldo personal técnico

$$COE ( J ) = COE ( 1, J ) + COE ( 2, J ) + COE ( 3, J ) + COE ( 4, J ) +$$

$$\begin{aligned}
 &+ \text{COE } (6, J) + \text{COE } (7, J) + \text{COE } (8, J) + \text{COE } (9, J) + \\
 &+ \text{COE } (10, J) + \text{COE } (11, J) + \text{COE } (12, J) + \text{COE } (13, J) \\
 &+ \text{COE } (15, J) + \text{COE } (5, J) + \text{COE } (14, J) * \text{NO} / \text{EF}
 \end{aligned}$$

La matriz de insumos para la inversión, se compone como sigue:

- CI (1, J) = Costo de alambre por balsa
- CI (2, J) = Costo de colectores por balsa
- CI (3, J) = Costo de palos de mangle por balsa
- CI (4, J) = Costo de cabo No. 34 por balsa
- CI (5, J) = Costo de cabo 3/4 por balsa
- CI (6, J) = Costo de tabloncillos por balsa
- CI (7, J) = Costo de flotadores por balsa
- CI (8, J) = Costo de cemento, grava, arena
- CI (9, J) = Costo de mantenimiento de camiones
- CI (10, J) = Costo de mantenimiento de motores (lanchas)
- CI (11, J) = Costo de placas y tenencia de camiones
- CI (12, J) = Costo de seguros de camiones
- CI (13, J) = Costo de combustible y lubricantes de camiones
- CI (14, J) = Costo de combustible y lubricantes de motores
- CI (15, J) = Gastos por servicios

$$\begin{aligned}
 \text{CI } ( J ) = &(\text{CI } (1, J) + \text{CI } (2, J) + \text{CI } (3, J) + \text{CI } (4, J) + \text{CI } (5, J) + \\
 &+ \text{CI } (6, J) + \text{CI } (7, J)) * \text{NO} / \text{EF} + (\text{CI } (8, J) + \\
 &+ \text{CI } (9, J) + \text{CI } (10, J) + \text{CI } (11, J) + \text{CI } (12, J) + \\
 &+ \text{CI } (13, J) + \text{CI } (14, J))
 \end{aligned}$$

Todos los costos anteriores están proyectados a un horizonte económico de 15 años, es decir, se cuenta con dos matrices: COE (15,15) y CI (15,15).

Por otro lado, el siguiente aspecto es calcular el valor presente máximo en el horizonte económico antes determinado:

$$VP_{15} = \sum_{j=1}^{15} + (VP_{max.} - COE (J) - CI (J)) * (1 + i)^{-j}$$

donde:

VP<sub>max.</sub> = Valor presente máximo del ciclo de cultivo

J = Año del cultivo

Finalmente, el modelo económico concluye calculando la renta interna o tasa interna de retorno, para un escalado determinado:

$$IO = (VPO * DI) (VPO * VP_{15})^{-1} + (1 - DI)$$

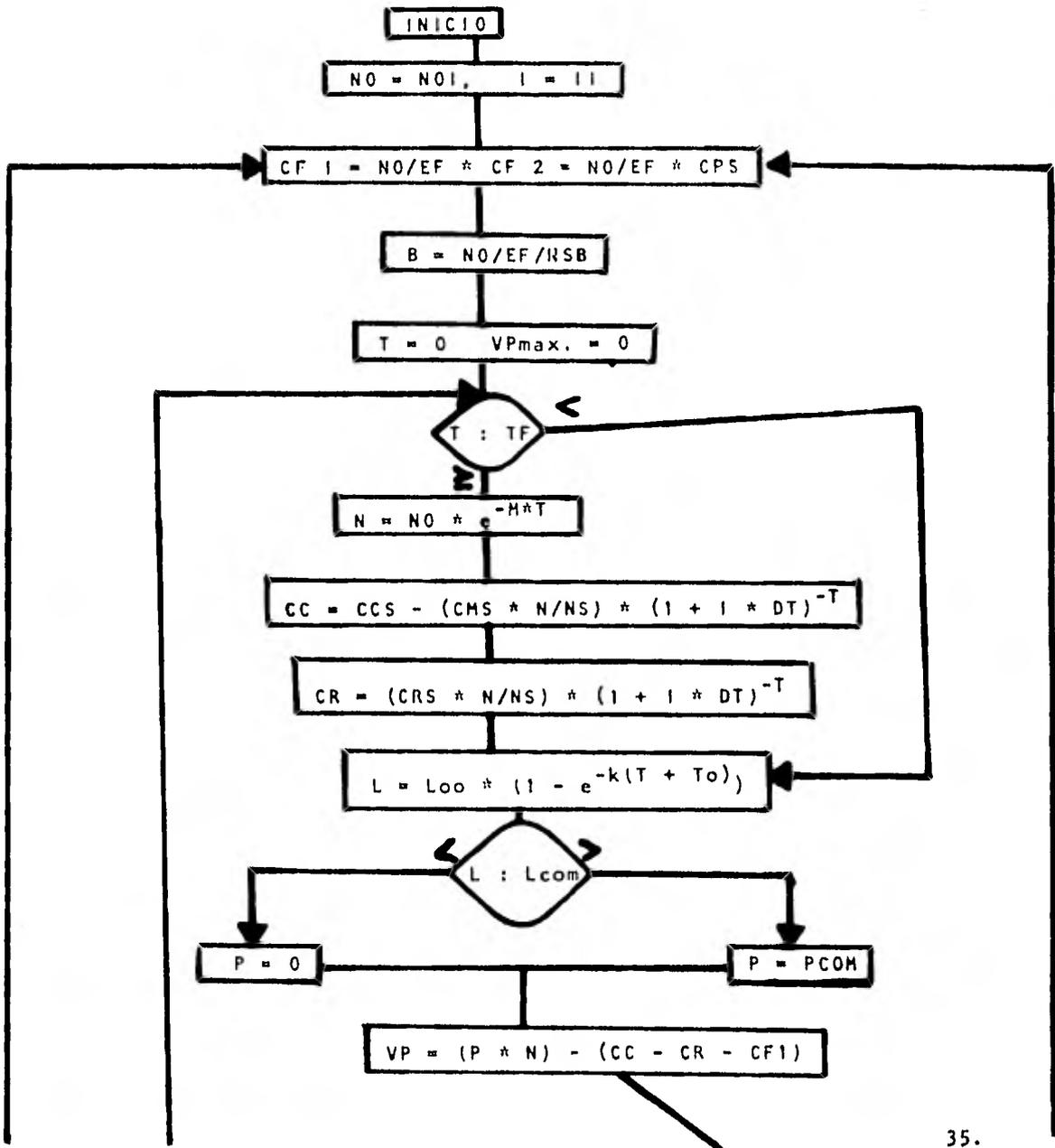
Donde:

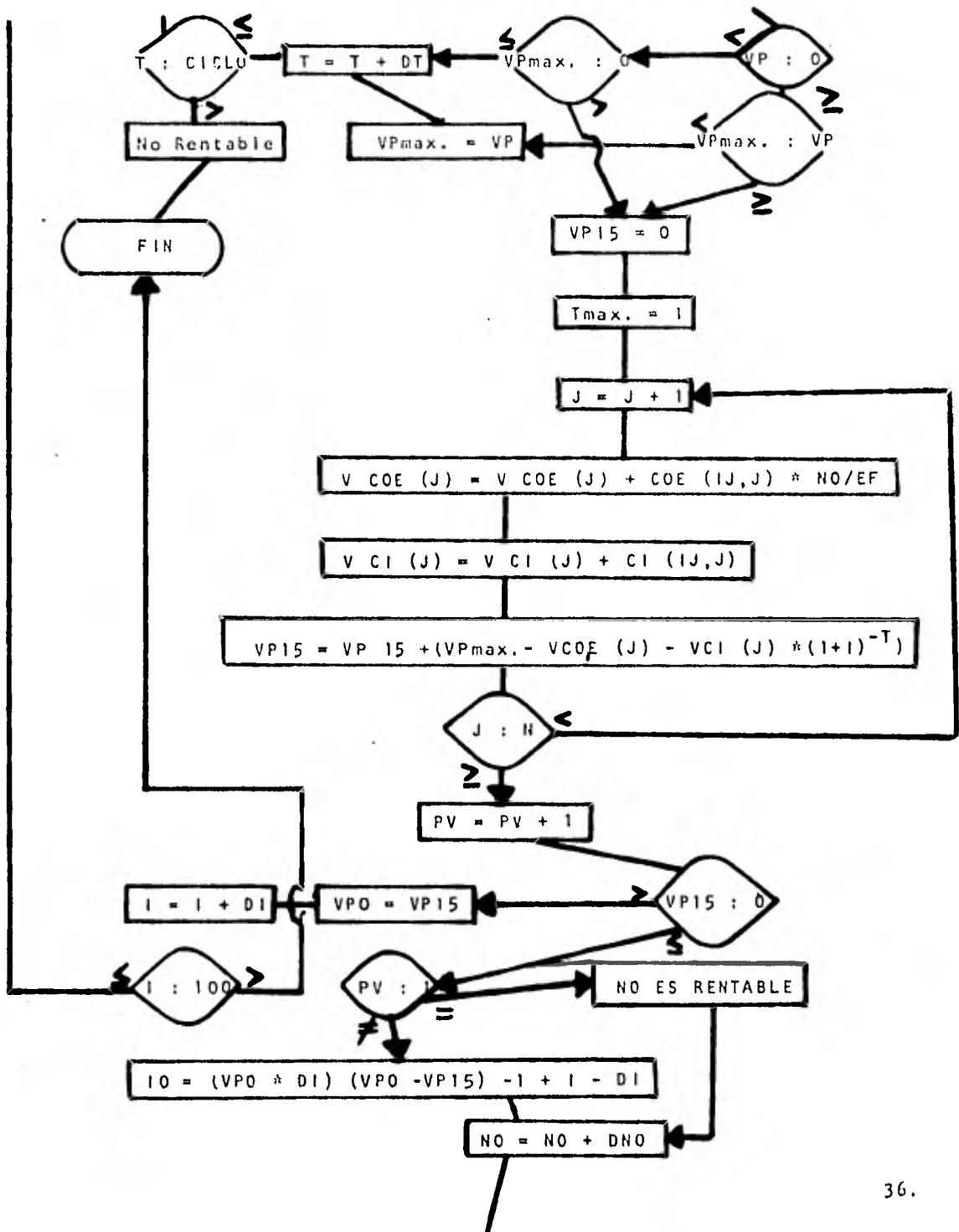
VPO = Valor presente máximo en el horizonte económico superrior a cero

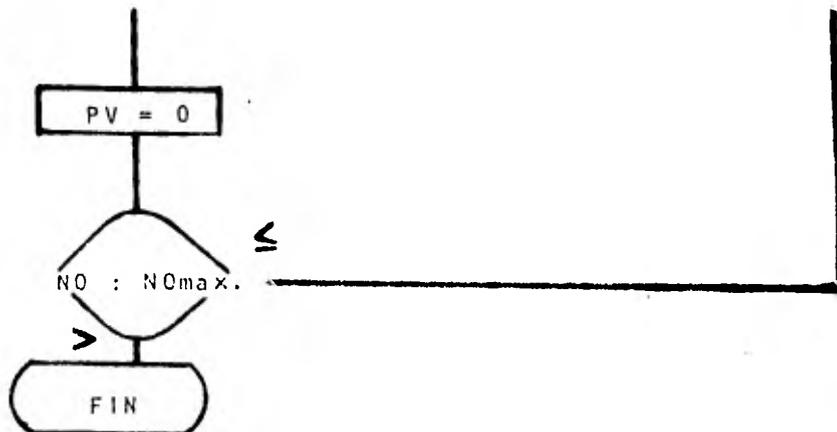
DI = Factor incremento del interés

Así, con estos elementos de los diferentes modelos; se puede presentar un diagrama donde las actividades del modelo de cultivo se formalizan, con el cual se aclara la estructura general del mismo.

5.4.- DIAGRAMA DE FLUJO DETALLADO DEL CULTIVO DEL OSTION  
SAN BLAS, NAYARIT.







Con el cual se procedió a la elaboración de un programa completo:

```

FILE      8=FILES, UNIT=DISK,RECORD=14,BLOCKING=30
FILE      4=RMT,UNIT=REMOTE
FILE      5=TMR,UNIT=REMOTE
FILE      6=PACO,UNIT=PRINTER
%        ESTE PROGRAMA CALCULA LA RENTE INTERNA PARA EL PROYEC
%        TO DE
%        OSTION EN SAN BLAS, NAYARIT
DIMENSION VCOE(50),VCI(50),COE(20,50),CI(20,50),FAC(50),
FAC1(50)
DIMENSION AI(15),COSTO(15),YO(15)
REAL NOI,M,LOO,K,MCB,NOMAX,II
REAL I,IL,NB,NCB,N,L,LCOM,IO,NO
INTEGER PV
DATA PV/0/,NN/15
DATA FAC(1),FAC(3),FAC1(4)/4*1.0/
41 FORMAT(7F18.2,/,7F18.2,/.F18.2
35 FORMAT(" DAME LOS VALORES DE M,K,PCOM ")
36 FORMAT(" SI TERMINASTE DAME 7 SI NO CUALQUIER OTRO")
91 FORMAT(/,5X,"VALOR PRESENTE",5X,F15.2

```

```

39 FORMAT(//," M= ",F6.2," K= ",F6.3,"PCOM=",F6.2)
90 FORMAT(/," LARENTA INTERNA ES MAYOR QUE 1 ")
11 FORMAT(8F10.2)
56 FORMAT(///,10X,"NO ES RENTABLE")
84 FORMAT(/,"VALOR PRESENTE A 15 YEARS",F18.2,5X,"INTERES",
F6.2)
1000 FORMAT(//,10X,"NO ES RENTABLE CON I=",F6.3)
101 FORMAT(//,5X,"RENT INT=",F10.3,5X,"NO=",F15.0,5X,
"TMAX=",F10.3)
1010 FORMAT(F10.2)
1011 FORMAT(15(12))
DO 7 IJ=1,20
VCOE(IJ)=0.0
7 VCI(IJ)=0.0
READ(8,/)NO,M,LOO,K.TO,NOMAX
READ(8,7)I,DI,CCS,CPS,CRS,CMS,PCOM
READ(8,/)DT,CICLO,TF,NS,NSB,LCOM,DNO
DO 17 IND=1,12
READ(8,1010) COSTO (IND)
READ(8,1011) (AI(II);II=1,15)
DO 117 II=1,15
IF (AI(II).EQ.0) GO TO 17
117 COE(IND,AI(II))=COSTO(IND)
17 CONTINUE
DO 18 IND=1,15
READ(8,1010) COSTO(IND)
READ(8,1011) (AI(II),II=1,15)
DO 118 II=1,15
IF (AI(II).EQ.0) GO TO 18
118 CI(IND,AI(II))=COSTO (IND)
18 CONTINUE
I=.1
NS=2200

```

```

NO=100000000
DNO=100000000
WRITE(4,36)
READ(5,/)TU
IF (TU.EQ.7) GO TO 37
WRITE(4,35)
READ(5,/)M,K,PCOM
WRITE(6,39)M,K,PCOM
LOO=275
NSB=1000
NOI=NO
II=1
VP=0,0
19 FORMAT(/,2X,"NUMERO DE ORGANISMOS=",2X,F17.2
% CALCULO DE COSTOS DE FIJACION
10 CFI=(CCS+CPS)*(NO/NS)
% CALCULO DEL NUMERO DE BALSAS
123 FORMAT(/,10X,"COSTOS DE FIJACION=",2X,F11.2
B=NO/NS/NSB
15 FORMAT(/,5X,"EL NUMERO DE BALSAS ES",2X,F6.2)
WRITE(6,15)B
12 T=0.0
FAC(2)=NO
FAC1(1)=NO
FAC1(2)=NO
VPMAX=0.0
CC=0.0
OP=2.0/12.0
20 IF(1.LT.OP)GO TO 30
% CALCULO DEL NUMERO DE SOBREVIVIENTES
N=NO*EXP(-M*T)
% CALCULO DE COSTOS DE CULTIVO

```

```

CC=CCS+(CRS*NO/NS)*(1+I*DT)**(-T)
%  CALCULO DE COSTOS DE RECOLECCION
CR=(CRS*(N/NS))*(1+I*DT)**(-T)
%  CALCULO DE LA LONGITUD DE ORGANISMOS
30 L=L00*(1.0-EXP(-K*(T-T0)))
32 FORMAT(/,5X,"VIVOS",5X,"COSTOS CULTIVO",3X,/,2X,I10,
3X,F9.2)
33 FORMAT(/,3X,"COST REC",,"LONG MED",/,2X,F9.2,4X,F7.3)
34 FORMAT(/,10X,"TIEMPO",2X,F6.4)
    IF(L.GE.LCOM)GO TO 40
    P=0.0
    GO TO 42
40 P=PCOM
42 CONTINUE
%  CALCULO DEL VALOR PRESENTE POR CICLO DE CULTIVO
VP=(N*P)-(CC+CR+CFI)
16 FORMAT(/,5X,"VALOR PRESENTE",2X,F15.2)
    IF(VP)50,60,60
50 IF (VPMAX.GT.0.0)GO TO 70
    T=T+DT
    IF(T.GE.0.747) GO TO 55
    GO TO 20
55 WRITE(6,56)
    GO TO 37
60 IF (VPMAX.GE.VP)GO TO 70
    VPMAX=VP
    GO TO 50
70 VP15=0.0
    WRITE(6,91)VPMAX
    TMAX=T-DT
    DO 75 J=1,NN
    DO 80 IJ=1,15

```

```

VCI(J)=VCI(J)+CI(IJ,J)
VCOE(J)=VCOE(J)+COE(IJ,J)*B
% CCALCULO DEL VALOR PRESENTA A 15 YEARS
VP15=VP15+(VPMAX-VCOE(J)-VCI(J)*(1+I)**(-J))
80 CONTINUE
75 YO(J)=VP15
WRITE(6,41)(YO(Q),Q=1,15)
WRITE(6,84) VP15,I
PV=PV+1
IF(VP15)94,94,92
92 I=I+DI
PRINT *//,I
VPO=VP15
IF (I.LE.1.0) GO TO 12
WRITE(6,90)
GO TO 120
94 IF(PV.NE.1)GO TO 99
WRITE(6,1000)I
GO TO 110
% CALCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO
99 IO=(VPO*DI)*(VPO-VP15)**(-1.0)+(1-DI)
WRITE(6,101) IO,NO,TMAX
110 NO=NO+DNO
PV=0
IF(NO.LT.300000000) GO TO 10
120 GO TO 18
37 STOP
END

```

## 6.- RESULTADOS.

### 6.1.- ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE LECTURA DEL PROGRAMA.

Como se puede apreciar en la revisión del programa, éste - presenta instrucciones que preguntan por los valores de un conjunto de parámetros de lectura, para poder desarrollar el cálculo de las ecuaciones presentes en el modelo.

Para estimar los valores correspondientes, en algunos casos se requerirá de la realización de cálculos previos, y en otros, la estimación se convertirá en una asignación directa. - La información necesaria conseguida se consultó en los proyectos de cultivo del ostión de San Blas, Nayarit, que actualmente lleva a cabo el Departamento de Pesca, a la consulta directa con el personal técnico encargado del cultivo en esa zona, así como a consulta Bibliográfica.

Como los parámetros pertenecen a alguno de los entornos señalados en el modelo, se procedió por estimarlos en el contexto de cada uno de éstos.

#### PARAMETROS DEL ENTORNO BIOLÓGICO.

A éstos pertenecen dos grupos: el de población y el de crecimiento.

- a) Los parámetros poblacionales a estimar son:  $N_0$ ,  $t_0$  y  $m$ . Los dos primeros se determinan de manera directa;  $N_0$  equivale - al número de organismos que ingresan al sistema función de los artefactos de fijación y su eficiencia, y  $t_0$  tiene un - valor de cero para todas las corridas.

La tasa de mortalidad (m) se refiere a la rapidez con que decrece el número de organismos en el tiempo. Su cálculo requiere conocer el número de sobrevivientes (N) en dos períodos de tiempo (t).

$$N = N_0 * e^{-m(t-t_0)}$$

$$N = N_0 * e^{-mt}$$

$$\ln N = \ln N_0 - mt$$

$$-mt = \ln N_0 - \ln N$$

$$-m = (\ln N_0 - \ln N)/t$$

Para tal estimación se consideró una mortalidad del 95 % - para un ciclo de cultivo (t) = 6 y un número inicial de organismos en fijación (N<sub>0</sub>) = 100,000,000 de lo cual, realizada la sustitución correspondiente, se obtuvo un valor de (m) = -6.02.

b) Los parámetros de crecimiento, se han agrupado en la ecuación de Von Bertalanffy, es decir:  $L = L_{\infty} (1 - e^{-k(t+t_0)})$ ; para la estimación de éstos se utilizó la tabla siguiente:

TAELA 1) RELACION LONGITUD EN EL TIEMPO ( STUARDO Y MARTINEZ ) (1975).

Tiempo (meses)	Longitud (mm) (L)
1	16
2	31
3	42
4	50
5	59
6	67
7	75

Tiempo (meses)	Longitud (mm) (L)
8	83
9	92
10	99
11	108
12	115

Para la obtención de estos parámetros, es necesario contar con los valores de la regresión lineal  $l_t$  vs  $l_{t+1}$ , cuyo desarrollo gráfico se conoce como modelo de Ford-Walford y la ecuación que se obtiene es:

$$l_{t+1} = bl_t + a$$

Sin embargo, al no contar con datos anuales para la longitud, ya que se tienen datos de 12 meses exclusivamente, se utilizó dicho modelo para diferentes períodos de tiempo; en este caso, meses.

De acuerdo con esto,  $e^{-k}$  corresponderá a la pendiente de dicha regresión:

$$l_{t+1} (\text{mes}) = l_t (942) + 12.743$$

$$b = e^{-k} = 0.942$$

$$\text{Para 1 mes } k = 0.056$$

Para la estimación de la  $k$  anual, se graficaron los valores de  $k$  vs  $t$  (meses) para los  $t = 1, 3, 4, 5, 7$  y  $9$  meses con lo cual se obtuvo una  $k = 0.513$  correspondiente a 12 meses (gráfica 1).

Se estimaron, de la misma manera, las  $k$  de los meses 1,3,4, 5,7 y 9 con lo cual se graficó una recta y por extrapolación se obtuvo una  $k = 0.513$  correspondiente a 12 meses (gráfica 1).

Para ajustar al modelo de Von Bertalanffy se requiere determinar la  $L_{oo}$  correspondiente a la población manejada, de acuerdo a la relación:

$$L_{oo} = \frac{b}{1 - e^{-k}}$$

donde  $b$  es el valor de la intercepción entre la relación  $l$  vs  $l + 7(\text{meses})$

$$1 - e^{-k} = 0.057$$

$$L_{oo} = \frac{12.743}{0.057} = 223.56$$

Esta  $L_{oo}$  corresponde a los datos tomados de un mes; la obtención de la  $L_{oo}$  anual, es la que utiliza el modelo de Von - Bertalanffy, se estimó por el método de Ford-Walford, graficando los valores que se obtienen de 1,4,9 y 12 meses con lo cual se estimó un promedio de  $L_{oo} = 275$  para un año (gráfica 2).

El otro parámetro,  $t_0$ , correspondiente al tiempo teórico en el cual los organismos comienzan su crecimiento; este parámetro se obtuvo del cálculo que hace Negrete (1980) para el MONYCO:

$$t_0 = -TF / 2$$

$$t_0 = -0.166 / 2$$

$$t_0 = -0.083$$

Los parámetros estimados para el desarrollo de la ecuación

de Bertalanffy, ( $k=0.513$ ,  $t_0=-0.083$ ,  $L_{\infty}=275$ ) corresponden a un período de un año de los organismos de cultivo. La gráfica 3 muestra que la ecuación  $l_t=L_{\infty}(1-e^{-k(t-t_0)})$  presenta un ajuste al proceso de crecimiento corporal.

La tasa de mortalidad ( $m=6.02$ ), corresponde a un decremento de 98.17 en el número de organismos cultivados; considerado desde el momento en que se establece la etapa de crecimiento en el cultivo hasta que se cosecha ( 6 meses ).

#### PARAMETROS DEL ENTORNO TECNOLOGICO.

Es este un amplio grupo, ya que existen parámetros relacionados con la operación, con el tiempo, con la eficiencia y número de los aparatos de fijación de la talla comercial de los organismos.

Para algunos casos, la estimación del parámetro es particular para cada uno de los grupos mencionados.

- a) Los parámetros relacionados con la operación, son los verdaderos tecnológicos; son función de la biotecnia y son -- los parámetros de operación propiamente dichos; para su -- cálculo se considera el sueldo por jornada de trabajo, teniendo en cuenta el número de artefactos que puede operar, según la actividad, en esa jornada. Como en el caso que nos ocupa participan: 6 trabajadores, estos salarios se suman. El monto de los salarios se divide entre el número de artefactos trabajados en esa actividad por día y así se obtiene un costo unitario:

$$\text{COSTO UNITARIO} = \frac{\text{SALARIO/DIA} * \text{No. DE OSTRICULTORES}}{\text{NUMERO DE ARTEFACTOS TRABAJADOS / DIA}}$$

Los costos que se estiman de esta manera son:

- Costo de Construcción y colocación de artefactos de fijación y crecimiento por artefacto - sarta - (CCS)

$$\text{CCS} = \frac{225 \times 6}{166.66} = 8.10$$

- Costo de "pizca" de semilla por sarta (CPS)

$$\text{CPS} = \frac{225 \times 6}{222.22} = 6.07$$

- Costo de recolección por sarta (CRS)

$$\text{CRS} = \frac{225 \times 6}{666.66} = 2.02$$

- Costo de mantenimiento y limpieza por sarta (CMS)

$$\text{CMS} = \frac{225 \times 6}{222.22} = 6.07$$

Finalmente, la asignación del precio comercial, (Pcom) que se refiere al precio local por kilogramo entre el número de organismos por kilogramo al mayoreo y menudeo:

$$\text{Pcom} = \frac{\text{Precio / Kg.}}{\text{No, organismos / Kg.}} = \frac{25}{12} = 2.08$$

- b) Los parámetros relacionados con el tiempo tienen ingerencia en el cálculo del valor presente mensual y el cálculo del valor presente al horizonte económico; en estos casos, se estiman por asignación directa, con base en la recopilación bibliográfica (Sin nombre 1980).

Estos parámetros son los siguientes:

- DT: para su estimación se divide la unidad entre el número de meses que tiene el año:

$$DT = \frac{1}{12} = 0.083$$

- TF y CICLO: se obtienen de la multiplicación de Dt por el número de meses que corresponden a cada caso:

$$TF = DT (2) = 0.166$$

$$CICLO = DT (8) = 0.644$$

- H: corresponde al número de años a los que se proyecta el cultivo:

$$H = 15$$

- c) Los parámetros relacionados con la eficiencia y número de artefactos de fijación y crecimiento:

- NS: se estimó como un promedio de larvas fijadas por concha (C), cada sarta tiene 60 conchas en fijación; de estas 60 - sólo 22 pasan a la etapa de crecimiento.

$$NS = 100 (22)$$

$$NS = 2200$$

lo cual da una eficiencia por sarta.

- S: número de artefactos de fijación:

$$S = \frac{NO}{NS}$$

- B: Número de balsas:

$$B = \frac{S}{NSB}$$

donde NSB = 1000 (número de sartas por balsa).

- d) La Lcom. = 80 mm que corresponde a la talla de captura.

## PARAMETROS DEL ENTORNO ECONOMICO.

Los parámetros del entorno económico, corresponden al cálculo de los costos de inversión y a aquéllos relacionados con el interés.

Los primeros se presentan una o varias veces durante el transcurso del horizonte económico; corresponden a los gastos anuales de insumos e infraestructura. Para su estimación se desarrollaron dos matrices, una de costos de obra, equipo y personal (COE) y otra de costos de insumos (CI).



Con el fin de minimizar al máximo el monto de estos costos, se consideraron solamente aquéllos que son estrictamente imprescindibles para el proyecto del cultivo del ostión, con lo cual, el sistema se hizo más dinámico.

Su estimación se llevó a cabo como sigue: a los costos --- (COE,1), (COE,2), (COE,4), (COE,6), (COE,10), (COE,13), (COE,15), no se les asignó ningún valor, considerando que un proyecto como el presente puede prescindir de ellos; (COE,15), - también carece de valor asignado, por considerarse presente en los costos de cultivo.

El costo (COE, 3), se consideró tres veces: para el primero, sexto y onceavo años del proyecto; al igual que (COE,5) y (COE,12); (COE,7) y (COE,11) se les consideró en el primero y onceavo años del horizonte; (COE,8), se consideró para el primer, cuarto, séptimo, décimo y treceavo años del horizonte económico; (COE,9), se consideró para el primero, quinto, noveno y treceavo años en la matriz de costos de obra y equipo al horizonte económico de 15 años.

En todos los casos, salvo en los costos unitarios ya señalados, la estimación se llevó a cabo por asociación directa.



Su estimación se llevó a cabo de la siguiente manera: los costos (C1,2), (C1,9), (C1,11), (C1,12), (C1,13), (C1,14), no se les asignó ningún valor; (C1,1), (C1,3) y (C1,4), se consideraron en todos los años, excepto en el primero, sexto y onceavo del horizonte económico.

Los costos (C1,5), (C1,6) y (C1,7), se les considera en el cuarto, décimo y quinceavo años; (C1,8) se tomó en cuenta para los años uno, cuatro, siete, diez y trece del horizonte.

Finalmente, los costos (C1,10) y (C1,15) se consideraron para cada uno de los años en el horizonte económico.

c) Los parámetros relacionados con el Interés son: el interés inicial  $(i) = 10\%$  lo cual facilita la corrida del programa evitando salidas previas en el desarrollo del sistema.

Se consideró también un incremento a la misma tasa (DI):

$$DI = 10\% = 0.10$$

## 6.2 RESULTADO DE LAS PRIMERAS CORRIDAS.

Para ingresar al primero de los ciclos del programa se pregunta por la diferencia entre la longitud de los organismos (L), respecto a la longitud comercial (LCOM); en el caso de que L sea mayor o igual a LCOM, se ingresaría al cálculo del valor presente al horizonte económico. Las primeras corridas mostraron que la etapa de crecimiento representaba un factor muy importante de no rentabilidad cuando  $T=Ciclo$ , ya que los costos de cultivo y recolección, impedían la entrada al ciclo del horizonte económico; esto indicaba que el valor presente mensual (VP), al final del ciclo de crecimiento, -- era negativo o cero.

Sin embargo, era menester hacer correr el programa completo (obligarlo a entrar a todos los ciclos). Así, los organismos alcanzaron 79 mm de longitud para un  $CICLO=0.664$ ; se le asignó a este último valor de 0.747, que corresponde a 9 meses, considerando que en el transcurso del siguiente mes -- los organismos alcanzan la talla de LCOM; así pasó a calcular el valor presente mensual, que involucra el tiempo de -- cultivo en meses (CICLO). Previamente el programa había calculado el número de balsas:

$$B = NO/NS/NSB$$

y los costos de "fijación" de semilla:

$$CF1 = ( CCS + CPS ) * ( NO/NS )$$

Este costo (CF1) está representado en la gráfica 4, como constante en pesos para el primer valor de la escala que utilizó el programa (100 000 000 de organismos). En la misma --

gráfica se calculó mensualmente, los costos de colocación y mantenimiento de sartas (CCS y CMS) representados por los -- costos de cultivo (CC) y los costos de recolección (CR) en - función del número de sartas; los dos tipos de costos de cultivo se expresan en pesos.

En la misma gráfica, se puede observar que, mientras los costos de recolección ( $CRS*(N/NS)$ ) se incrementan regularmente a lo largo del ciclo de cultivo ( $CCS+(CMS*N/EF)$ ) se incrementan abruptamente a partir del tiempo 4, donde después de igualar los costos de recolección se incrementan incluso para superar los costos de fijación (CF1) poco antes de llegar el último mes de cultivo. Este crecimiento se debe a que después de la cosecha de semilla, se incrementa el trabajo del cultivo en las actividades de aclareo, mantenimiento y limpieza de los artefactos de fijación.

Posteriormente el programa pasó a calcular el valor presente mensual (VP), valor que comienza a ascender en el mes 8, hasta alcanzar un máximo (VPmax.) en el mes 9, lo que significa que alcanzó un valor comercial justamente al final -- del tiempo de ciclo de cultivo (Gráfica 5).

Al abandonar el ciclo del cálculo del valor presente mensual, procedió a calcular el valor presente el horizonte económico (VP15), para lo cual leyó los valores de los parámetros VCI y VCOE (Gráfica 6) cuyo monto, restado al VPmax., - proporcionó un VP15 positivo. Lo cual significó que encontró rentable el cultivo con un escalado de 100 millones de organismos y un interés del 10%. Después comenzó a calcular nuevos valores del VP15, manteniendo constante NO y cambiando - las tasas de interés. Así, cuando la tasa de interés tomó el

valor de  $i = 0.30$ , el  $VP_{15}$  se presentó negativo; con esto se pasó al ciclo del incremento de escalado  $NO = NO + DNO$  hasta  $NOMAX$ , efectuándose la salida del programa y la no rentabilidad del mismo.

Con un  $PCOM = 2.08$  y una tasa de interés de  $i = 0.20$ , el cultivo alcanzó una Tasa Interna de Retorno de  $i_0 = 0.28$ ; superior al primero (1) en 8 centésimas.

En la gráfica 7, se presenta la variación del  $VP_{15}$ , que representa el valor futuro del VP considerando los costos de operación y equipo ( $VCOE$ ) y los costos de insumos ( $VCI$ ) año tras año, según la ecuación  $VP_{15} = VP_{15} + (VPMAX - VCOE (J) - VCI (J) * (1+i) ** (-J))$ .

Finalmente, la gráfica 8 presenta la variación del VP -- respecto del  $NO = B$  (número de balsas) lo cual significa las utilidades netas de la cosecha respecto del número de organismos.

### 6.3 RESULTADOS DEL ANALISIS DE SENSIBILIDAD.

Para realizar el análisis de sensibilidad del modelo, se procedió a insertar en el programa, las variaciones porcentuales, una por una, de los parámetros siguientes:

- Tasa de Crecimiento (K)
- Tasa de mortalidad (M)
- Costos de cultivo (CCS, CPS, CRS, CMS)
- Precio Comercial (Pcom)

El objetivo de las variaciones porcentuales de estos parámetros, era el de conocer su efecto sobre la función Renta Interna VS, número inicial de organismos, considerada como la medida de desempeño del sistema. Todos los parámetros se refieren al ciclo de crecimiento ya que la Renta Interna debe ser sensible a los costos de cultivo en el ciclo.

Los resultados fueron los siguientes:

#### VARIACION DE LA TASA DE CRECIMIENTO (K)

La tasa de crecimiento está principalmente determinada -- por el genotipo y factores de competencia y metabólicos; así, las variaciones porcentuales de este parámetro, son: el decremento de K en 10 % ( $K=0.461$ ), se alcanza la LCOM por lo cual pasa a calcular el VP15 encontrando una renta interna  $10=0.722$  con una tasa de interés de  $1 = 0.70$  y un PCOM = 5.50. El de--cremento del 15% ( $K = 0.435$ ) no alcanza la LCOM y no es rentable. Cualquier incremento de K pasará la LCOM y los decrementos de más del 10% serán no rentables (gráfica 3).

### VARIACION DE LA TASA DE MORTALIDAD (M).

La gráfica 9, muestra las funciones de la variación de  $M = 6.02$  en  $-10\%$ ,  $-20\%$ ,  $+10\%$  y  $+20\%$ . En ella se puede apreciar que la variación del parámetro produjo modificaciones significativas en la renta interna (I) Vs. precio comercial (PCOM). El decremento de la M genera una I superior a la considerada para el sistema cuando toma un  $PCOM = 2.49$  y  $M=4.81$ ; también para  $PCOM = 3.12$  y  $M = 5.40$  la renta interna resulta superior. Para los incrementos de M se ve que la I no rebasa la tasa considerada para el proyecto lo cual indica que cualquier aumento en la tasa de mortalidad hará bajar la rentabilidad del cultivo.

### VARIACION DE LOS COSTOS DE CULTIVO (CCS, CRS, CPS Y CMS).

El incremento de estos parámetros hasta en un  $30\%$  de aumento, no produce modificaciones sustanciales en la Tasa Interna de Retorno. Como se muestra en la gráfica 10, la variación del parámetro alcanza la I, considerada para el presente trabajo, cuando el  $PCOM = 4.50 - 4.80$ . Así, se puede considerar un aumento de salario por ostricultor hasta de un  $30\%$  ó más, sin que se afecte significativamente la rentabilidad del cultivo.

### VARIACION DEL PRECIO COMERCIAL (PCOM).

La gráfica 11, muestra la función I señalada para los incrementos de  $PCOM = 2.08$  en  $10\%$  hasta  $PCOM = 5.50$ , precio que está por debajo del actual y que representa el  $160\%$  más con respecto al tomado en 1979 de San Blas, Nayarit.

Los datos obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

PCOM (\$)	I (%)	IO (%)
2.08	20	28.0
2.28	30	30.5
2.49	30	33.3
2.70	30	36.0
2.91	30	38.7
3.12	40	41.4
3.32	40	44.0
3.53	40	46.7
3.74	40	49.4
3.95	50	52.1
4.16	50	54.8
4.36	50	57.4
4.57	60	60.1
4.78	60	62.8
5.00	60	65.7
5.20	60	68.3
5.50	70	72.2

Como es obvio, al aumentar el precio la renta interna va en aumento. Empero, sólo el incremento en 120% sobrepasa la rentabilidad canónica (IO = 58%) tomada como medida de desempeño del sistema. Cabe mencionar que para la estimación del sueldo por ostricultor, se tomó como base el sueldo mínimo de 1981 establecido por el Gobierno Federal, para el estado de Nayarit.

Por lo anterior, se puede inferir que la Tasa Interna de Retorno, tomada como rentabilidad canónica para el proyecto, es muy sensible a los cambios en el precio comercial; por con-

siguiente se deben considerar mecanismos efectivos para las variaciones del PCOM combinado con los incrementos en los costos de cultivo (salarios de ostricultores) que resultan poco importantes en la sensibilidad del sistema.

Las variaciones en la tasa de crecimiento son de gran importancia ya que si los organismos no alcanzan la talla comercial en el ciclo normal de cultivo, deberá alargarse éste, -- produciendo un aumento en los costos y un menor número de sobrevivientes.

Las variaciones en la tasa de mortalidad resultaron ser -- las más importantes para la rentabilidad del sistema, ya que modifican en mucho la Tasa Interna de Retorno del cultivo.

Finalmente, se concluye que el sistema de cultivo de os--tión de San Blas, Nayarit, resulta muy sensible a los cambios de la tasa de mortalidad, relativamente sensible a los cam--bíos de la tasa de crecimiento, seriamente sensible a los cambios del precio comercial y poco sensible a los cambios de los costos de cultivo.

## 7.- DISCUSION.

Debido a que la discusión de los resultados de la obten--ción de parámetros, primeras corridas y análisis de sensibilidad, fué presentada en el inciso correspondiente, esta discusión se centrará en el ámbito general, realizando los puntos -- donde el trabajo realizado pudiera tener mayor importancia.

Puesto de manifiesto lo anterior, la discusión se enfoca en dos puntos: el de la estructura del modelo y el operativo.

En lo que se refiere a la estructura del modelo, es necesario mencionar los siguientes aspectos:

a) Generalidad del MONYCO.

- MONYCO constituye el primer evento en la búsqueda de la interdisciplina biología-tecnología-economía, para el desarrollo de la acuicultura.
- El modelo biológico, que es representado por las ecuaciones de los procesos de desarrollo demográfico y corporal, fueron planteados por Beverton-Holt y Von Bertalanffi, - para peces originalmente y no para moluscos.
- En el cultivo del ostión, no se ejerce ningún control sobre el medio (variables exógenas del sistema), como en otros cultivos; por ejemplo, granjas de peces o producción de larvas en los cuales, el diseño de modelos exógenos es necesario.
- La entrada de los organismos al sistema está representada por los aparatos de fijación (su eficiencia y costo) parámetro económico y no por la conducta de reproducción de la especie (parámetro biológico).

b) MONYCO.

Puede considerarse que el Monyco y su aplicación, es el primer trabajo en el terreno del diseño bio-económico de los cultivos, a más de considerar los realizados por la Dirección de Acuicultura del Departamento de Pesca. Además, tomando en cuenta la naturaleza retroalimentativa y operacional del dise

ño, este modelo es sólo uno de los muchos modelos bio-económicos posibles para el programa de cultivo del ostión; así, debe considerarse como un diseño seguramente modificable al --- aplicarlo en los cultivos base de su diseño. En este sentido, el modelo presenta bases y características modificables, por ejemplo:

- En el diseño del Monyco no se consideró las diferencias de talla de los organismos de cultivo; ya que parece ser que durante los dos meses en que se lleva a cabo la fijación, se introducen al sistema organismos con diferencias de talla hasta de 1 cm. De lo anterior, el ostricultor deberá incluir en el sistema, un ciclo de crecimiento de -- "semillas", o alargar el tiempo del ciclo de cultivo para que el mayor porcentaje de organismos alcance la talla comercial; obviamente, esto repercutirá en un aumento en -- los costos de cultivo y su reflejo en la renta interna y el valor presente al horizonte económico.
  
- Los modelos de proceso corporal y demográfico están representados por variables endógenas, es decir, no se expresan como función de factores ambientales (temperatura, -- oxígeno, etc.) o con factores exógenos (competencia, de--predación, etc.).  
Esto se debe al carácter empírico de este conocimiento, -- lo que obliga a un manejo de información cuya variabili--dad y estructura es desconocida.
  
- En el modelo se considera una sola producción anual, lo -- que en términos pesqueros significa el manejo de un solo "stock", es decir, una sola sobreposición de generaciones.
  
- La fijación de "semilla" y la cosecha se realizan una vez en el ciclo de cultivo, en sus tiempos correspondientes -

dentro de flujo de actividades.

- El aclareo, cambio de densidad en términos del número de organismos se consideró una variable constante, evitándose costos de manejo por esta actividad.
- El modelo no contempla el crecimiento de la empresa, ya que el escalado se mantiene constante durante el horizonte económico una vez que ha llegado al escalado rentable.
- En el modelo no se considera un modelo financiero; esto quiere decir que la inversión y el presupuesto de operación no paga intereses ni amortizaciones.
- La vida útil de los aparatos de cultivo se consideró en la matriz de costos de operación y equipo efectuándose su gasto en los años necesarios.
- El horizonte económico no coincide necesariamente con un período de estabilización de la renta interna, sino que fué tomada como la vida útil de las balsas de cultivo (5 años por 3 veces ésta).
- El manejo de un solo "stock" repercute en el modelo tecnológico y económico, puesto que la salida del producto es en cada fin de ciclo de cultivo, uniforme.

El problema del escalado ha sido el aspecto más difícil de abordar en el desarrollo clásico de la bio-tecnología. El enfoque económico complica más el problema, puesto que la función de variables y procesos biológicos, está determinada por el escalado, cuya expresión económica contendrá los principios básicos de la micro-economía. Generalmente se considera a la producción como medida de escalado; en el presente trabajo, tal medida de escalado fué considerada con el número inicial de organismos ( $N_0$ ), lo cual representó una ventaja, pues

to que NO es un parámetro tanto biológico, como económico y -- tecnológico, ya que influye en los costos y el manejo.

Por tanto, debe señalarse que las modificaciones del mo-- delo en el entorno biológico, debe repercutir en los entornos tecnológico y económico. Así, en términos de operación del -- cultivo, podrán diseñarse modelos exógenos que posibiliten la obtención de modelos "tipo" para los diferentes cultivos de ostión.

En lo referente a la operación del sistema, el modelo y - su aplicación permiten el diseño de la ingeniería del cultivo y su operación calendarizada, lo que permitiría diseñar un mo delo específico para el proyecto. Se espera que en el futuro, cada variedad del proyecto, cuente con un modelo específico y un manual de operación que permita a las cooperativas ostríco las un sistema de clasificación de costos y de instrumentos - para el manejo administrativo.

El modelo puede considerarse, debido a sus características, como una contribución al conocimiento interdisciplinario del - cultivo, y como ayuda a resolver el problema de empirismo. A - nivel operativo, el modelo y su aplicación resultan útiles pa- ra la generación de proyectos.

Por otra parte, para el aspecto macro-económico, o de pla neación, el contar con un instrumento que permita el diseño - de sistemas rentables de producción, permitirá también apoyar políticas de beneficio social, por la generación de proyectos de inversión del sector público o privado para grupos comuni- tarios de producción autónoma.

Por último, el análisis de sensibilidad puede considerarse como una técnica que permite visualizar e influir sobre diversos problemas tanto en el diseño, como en diseños alternativos, así como en la jerarquización de las decisiones y operaciones que constituyen un proceso dinámico y retroalimentativo del diseño.

Aún cuando en esta tesis sólo se midió la relevancia de ciertos parámetros, el análisis de sensibilidad servirá al diseñador para mejorar el diseño y generar un conjunto de alternativas viables, ya que con este instrumento se pueden hacer predicciones. Al responsable de tomar decisiones deberá servir, para seleccionar la mejor alternativa, y al ostricultor, operador o cultivador para control y medición de los parámetros relevantes.

## 8.- CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.

Las conclusiones principales de la tesis, se presentan sobre el ejercicio realizado, del análisis de sensibilidad y -- del uso de la computación y el modelo.

El sistema de cultivo de Ostión (Crassostrea corteziensis) de San Blas, Nayarit, es rentable por encima de la tasa interna de retorno  $10 = 58\%$ , bajo las condiciones siguientes:

Escalado	100 000 000 organismos
Tiempo de fijación	2 meses
Número de artefactos de fijación	45 450 sartas
Talla comercial	8 cm.
Tasa de mortalidad (m)	6.02
Tasa de crecimiento	0.513
Precio del producto por organismo	4.57 pesos
Costos anuales de producción	362 742 pesos
Total de inversión para el 1er. año	4 436 379 pesos
Horizonte económico	15 años

Lo anterior quiere decir que si se quiere realizar este cultivo con fines netamente comerciales, es necesario contar con un número de organismos inicial igual al correspondiente en la escala señalada.

Siendo los proyectos de cultivo de ostión, inversión del sector público y un beneficio de las cooperativas pesqueras - que lo operan, se debe esperar que el precio del producto ascienda hasta un 120% de acuerdo al análisis de sensibilidad y la creación de empleos y/o el aumento de salarios, según muestra la variación de la Tasa Interna de Retorno y los aumentos

en los costos respectivos.

Puede ser que el elemento más sensible sea la tasa de mortalidad, ya que se presentó como el principal factor influyente en el desarrollo del análisis; además del precio, que en la actualidad se incrementó en 6.00 pesos -aproximadamente el 300% más del considerado en este trabajo.

Esto, expresado en términos de beneficio económico, permite saber, dada una política de beneficio social, por el sector público, bajo qué condiciones se realiza el subsidio, ya que este es el caso de los proyectos de ostión del país. Es decir, en qué tiempo y/o tasa de interés (crédito) se amortiza la inversión y qué utilidades genera el proyecto; tanto para el sector social como para el Gobierno Federal (sector público).

En este caso, además de los beneficios económicos que recibiría la comunidad, el cultivo de ostión con 45.5 balsas, -generaría 227.25 empleos y 699 toneladas por año.

En lo que respecta al análisis de sensibilidad llevado a cabo, se concluye que:

- La medida de desempeño del modelo de ostión, presentó sensibilidad con las modificaciones al valor del parámetro escogido en el siguiente orden de importancia:
  - Tasa de mortalidad
  - Precio Comercial del Producto
  - Tasa de Crecimiento
  - Costos de Cultivo
- El Conocimiento anterior proporciona una guía para decidir

Las necesidades de corrección del modelo, y para desarrollar sistemas de control sobre los procesos que intervienen en él.

- Se puede realizar un programa de cómputo del modelo, en el cual se contemple un análisis de sensibilidad automático, - de tal manera que el modelo resultara un mejor instrumento de operación.

En cuanto al uso de la computación, se concluye que:

- La elaboración de un manual de operación y un programa de cómputo del sistema de cultivo del ostión como el presentado en esta tesis, posibilita el cálculo rápido sobre cualquier modificación al sistema, profundizar en el comportamiento del sistema y facilitar el diseño del modelo. A más de generar y detectar fallas y/o eficiencias en los tres entornos.

Por último, para el modelo y su aplicación, se concluye que:

- Un modelo de variables endógenas como el Monyco, permite diseñar cultivos de ostión rentables.
- La aplicación del Monyco, permitió conocer la interdisciplina del cultivo del ostión.
- El modelo es un instrumento útil al diseño de alternativas y a la toma de decisiones de inversión pública, como es el caso.
- La aplicación del Monyco generó la demanda de información sobre sistemas de medición adecuados en los aspectos biotécnicos, productivo y contables.
- El Monyco, es un modelo general que puede considerarse una referencia, punto de inicio del diseño de otros cultivos.

## SUGERENCIAS.

Las sugerencias son las siguientes:

- Es deseable que se dé una mayor importancia al desarrollo de modelos de sistemas de cultivo como el presentado en esta tesis.
- Es menester hacer llegar estos diseños a los usuarios del recurso natural; así como de sistemas de cómputo ad hoc, a las zonas ostrícolas y pesqueras del país, para que los usuarios adecúen a sus necesidades y se emancipe el proceso del diseño bio-económico de sus proyectos.
- Asesorar a los usuarios para que los modelos sean instrumentos eficientes y prácticos.
- Diseñar sistemas de medición de los parámetros que implica el sistema de cultivo de ostión, probar la eficiencia del modelo y rediseñarlo si es el caso.
- Determinar la utilidad de la aplicación de modelos exógenos y diseñarlos si es el caso.
- Profundizar en la obtención de datos para longitud, ya que los modelos de crecimiento corporal están realizados para períodos anuales; y en el presente caso sólo existen datos hasta 10 u 11 meses, lo que dificulta la obtención de (L<sub>00</sub>) longitud máxima y (K) tasa de crecimiento.
- Realizar muestreos de cuantificación reales que permitan de terminar la mortalidad; inferir sus causas, tanto de factores físicoquímicos, como de conducta, competencia, alimentación, etc.
- Señalar las diferencias de talla al final del tiempo de fi-

jiación, ya que de ésta depende el tiempo del ciclo de cultivo y la "seguridad" de que la mayoría de los organismos alcancen la talla comercial.

- Siendo el punto anterior función de la talla (longitud); determinar, en su defecto una talla de siembra.

9.- BIBLIOGRAFIA.

- Aguilar, I.F., 1963. Proyecto para el estudio de las posibilidades ostrícolas del Estado de Nayarit. Sría. Agricultura y Recursos Hidráulicos. Trabajo Divisional. 6(55): 136-167.
- Anónimo, 1967. Ostrea-Crecimiento. Biología Pesquera. 2:11-23
- Anónimo, 1974. Estado de la Acuicultura en México. Actas del Simposio de Acuicultura en América Latina, Montevideo. Informes Nals. FAO, Sept. 1974: 39-48.
- Anónimo, 1978. Ostricultura. El Pescador. Boletín del Centro de Promoción Pesquera. Año 2 (8): 8 ps.
- Anónimo, 1980. Programa Ostrícola de Nayarit. Expediente Técnico. Centro de Acuicultura de Nayarit. Delegación Federal de Pesca del Estado. Departamento de Pesca. P.I.D.E.R. San Blas, Nayarit, México. 60 Ps.
- Anónimo, 1976 Estado de la Acuicultura en la República Mexicana. Informes de Pesca. FAO 3 (159): 21-34
- Albores, R.R., 1976. Lineamiento de una Política Pesquera en México. Tesis Profesional. Facultad de Economía. Univ. Nacional Autónoma de México. 82 Pags.
- Arizpe, C. y Pérez-Gómez, S. 1976. Introducción al Concepto de Manejo de los Recursos Pesqueros. Biología de Campo. Facultad de Ciencias de la U.N.A.M.
- Aubert, M. 1968. Cultiver L'Océan. Presses Universitaires. París, France. 212 Ps.
- Cortés, G., A. Y A. Martínez, 1979. Identificación y Cuantificación de larvas Pediveliger de Crassostrea corteziensis (Hertlein) y Balanidos, en el Plancton de los esteros de --

San Blas, Nayarit, México. An. Centro Ciencias Mar. y Limnol. U.N.A.M. 6 (1): 37-52

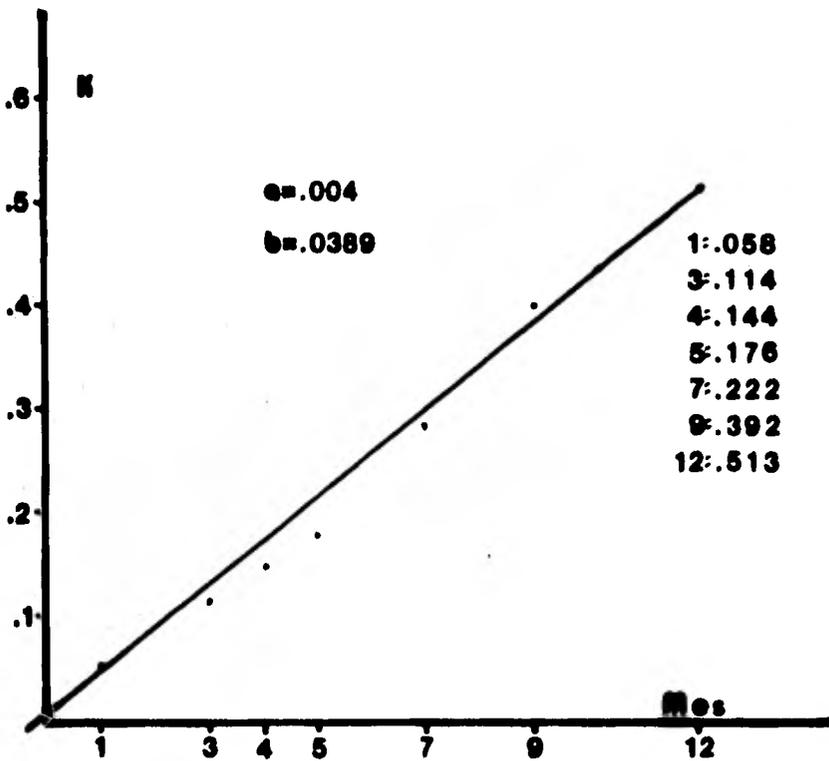
- Escobar de la Ll., F., 1977. Aportaciones al Conocimiento - Sobre la Biología y la Ecología de Crassostrea Cortezensis en San Blas, Nayarit y sus posibles Métodos de Cultivo. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 72 Ps.
- Ferré, D., R., 1979. La Pesca, La Acuicultura y El Desarrollo Regional. I Simposium Internacional de Educación y Organización Pesquera. Dic. 1979, 6: 1-XII
- Fuentes, J., 1977. La Ostra, un manjar histórico. Técnica - Pesquera. Oct.-Nov. 1977. 2 (11): 18-25.
- García, O., J.M., 1981. Diseño Bioeconómico Formal del Cultivo de Peces en Jaulas Flotantes. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias U.N.A.M. 81 Ps.
- García, S., 1973. Cultivo en condiciones controladas. Informe Técnico. Subsecretaría de Pesca. Sría. de Ind. y Com. Inst. Nal. Pesca. 43 Pp.
- Gulland, L.A., 1973. Manual de Métodos para la Evaluación - de las Poblaciones de Peces. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 102 Pp.
- Henderson, F., 1974. Programa de Evaluación de Recursos para apoyar el desarrollo Pesquero en las aguas continentales de México, Contribución al estudio de las Pesquerías en México. Fomento Pesquero, Informe Nacional. FAO (139): 112 Pp.
- Iversen, F., 1971. Cultivos Marinos, Peces, Moluscos y Crustáceos. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 168 Pp.
- Kesteven, G.L., 1973. Manual de Ciencia Pesquera. Una Introducción a la Ciencia. FAO Parte 1. México.

- Laris, C.L., 1975. Administración Integral. Ed. Oasis, México. 620 Pgs.
- Lizarraga, D.C., 1974. Algunos Aspectos Económicos y Sociales de la Pesca en México. Tesis Profesional. Fac. Economía U.N.A.M. 118 Pgs.
- Lizarraga, M., 1969. Sobre la Ostricultura en México y en el Mundo. Técnica Pesquera. 20: 6 Pgs.
- Lozano, C.F., 1970. Oceanografía, Biología Marina y Pesca. Ed. Paraninfo, Madrid, España. 123 p.
- Luch, B.L., 1977. Manual para la Determinación de la Edad, Crecimiento y Mortalidad de Peces a partir de Tablas de Frecuencia por Tallas. Instituto Nacional de Pesca. Depto. de Pesca, México.
- Maynard, J. t W., Smith, 1968. Mathematical Ideas in Biology. Oxford University Press, Oxford. 136 Pgs.
- Miller, D.W., y H.R., Starr. Executive Decitions and Operations Research. Englewood Chiefs, Prentice-Hall, Nueva Jersey. 790 Pgs.
- Molina, U.D., 1978. La Ostricultura. Promoción Pesquera. -- Guaymas, Sonora. 2(8): 24-27.
- Morales, H.L., 1978. La Revolución Azul (Acuacultura y Desarrollo) Ed. Nueva Imagen, México. 105 Pgs.
- Negrete, J., 1980. Análisis y Deseño del Sistema de Cultivos Precomerciales de Moluscos en Baja California Sur. --- MONYCO. Informes de Contrato con el Departamento de Pesca. Dirección de Acuacultura. 421 Pgs.
- Odum, E.P., 1976. Ecología. Cía. Editorial Continental, S.A. 12a. Edición. México.

- Pedrero, G.L., 1974. La Acuacultura en México. Actas del Simposium de la Acuacultura en América Latina, Montevideo. Inst. Nal. Pesca. Agosto 1974. 31-38 Pgs.
- Ramírez, G.R. y M.L. Sevilla, 1965. Las Ostras de México, - Datos Biológicos y Planeación de su Cultivo. Secretaría de Industria y Comercio. Dirección General de Pesca e Industrias Conexas. (7). México.
- Restrepo, I., 1977. Organización para el Aprovechamiento -- Racional de la Acuacultura, el Mar y la Alimentación del -- Mexicano. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 3 (4): 17-32.
- Sevilla, H.M.L., 1956. Posibilidades Ostrícolas de México. Seminario de Estudios Biológicos de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Inst. Politéc. Nal. México. 86 Pgs.
- Stuardo, J. y A. Martínez, 1975. Relaciones entre algunos Factores Ecológicos y la Biología de Poblaciones de Crasostrea corteziensis. (Hertlein, 1951) de San Blas, Nay., México. An. Centro Cienc. Mar y Limnol. U.N.A.M. México 2 (1): 89-130.
- Weatherley, A.H., 1976. Factors Affecting Maximization of Fish Growth. Journal Fish. Res. Board. Canada 33 1046-1058.
- Zarur, M.A., 1978. La Acuacultura y el Desarrollo Pesquero Nacional. Análisis de Tres Lustros. XX Serie de mesas redondas sobre Acuacultura Nacional. Ed. Imerenar A.C. México Octubre 1978.

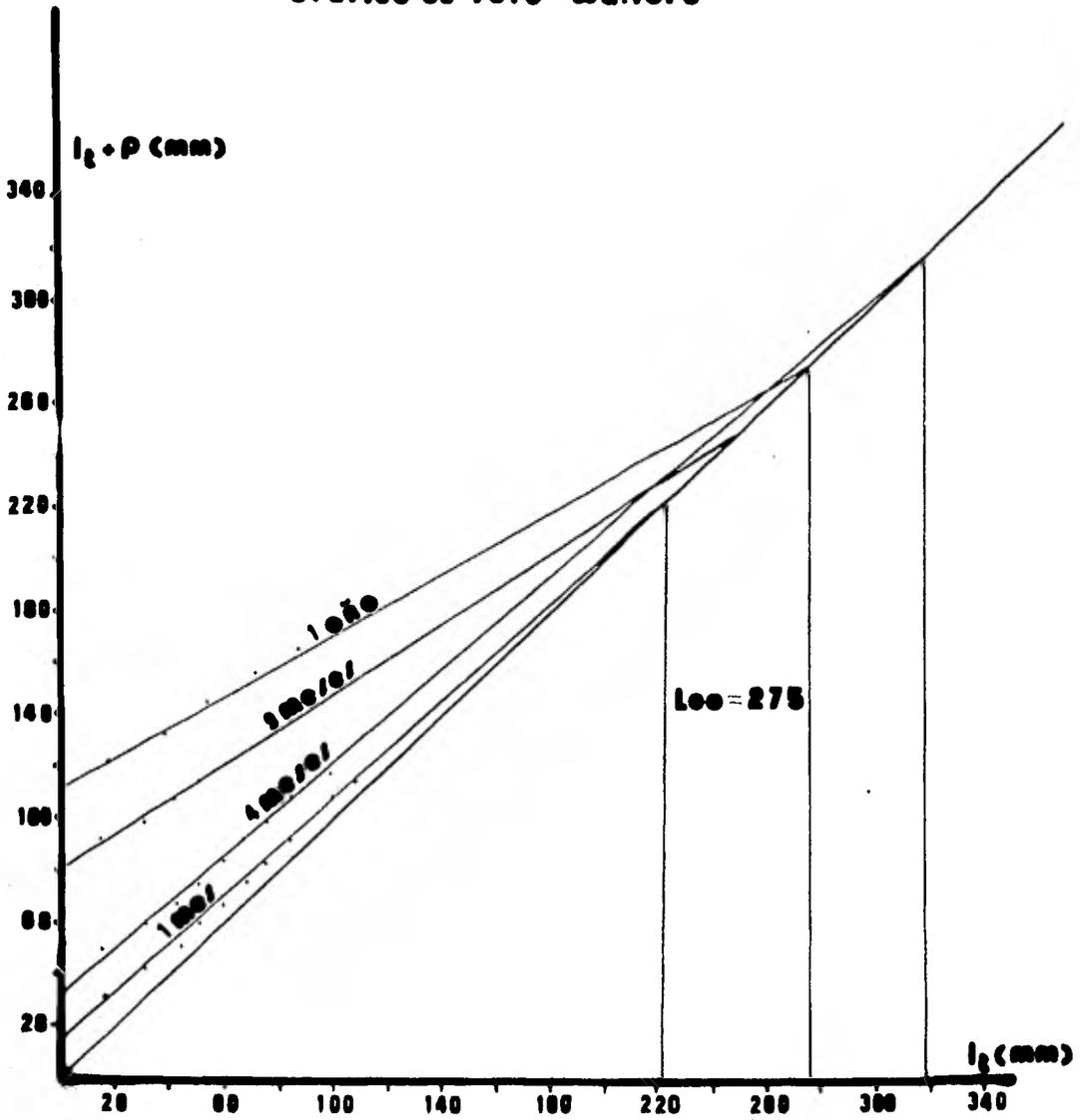
**Gráfico 1**

**Estimación de la  $K$  anual por  
el método de Ford-Walford**



Gráfica 2

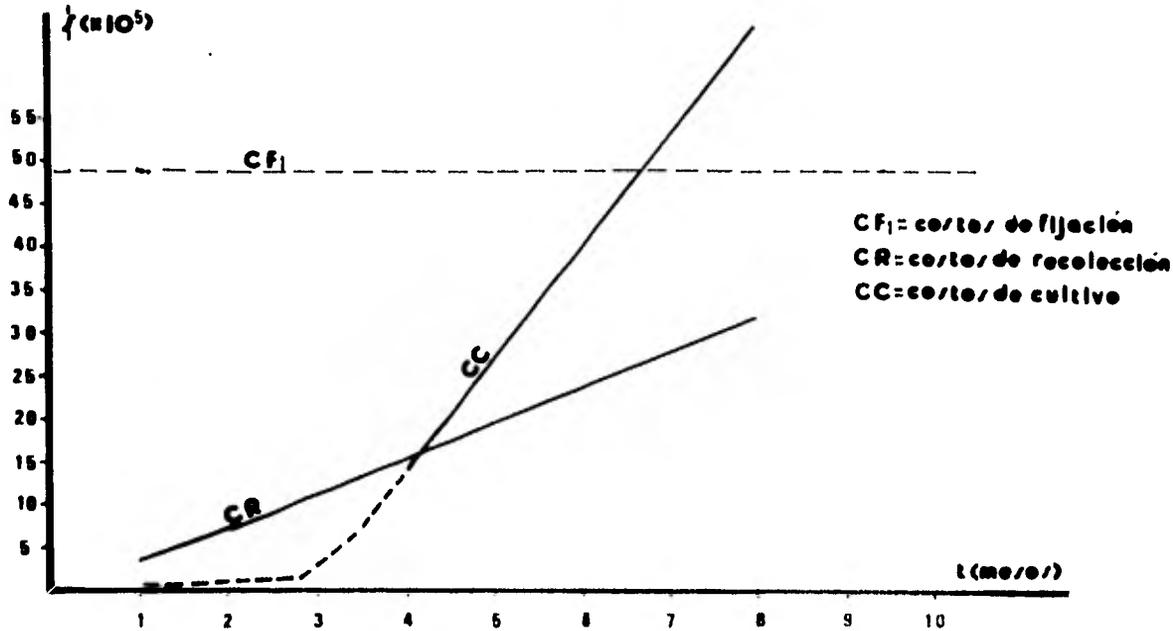
Estimación de  $L_{50}$  por el método  
Gráfico de Ford-Walford





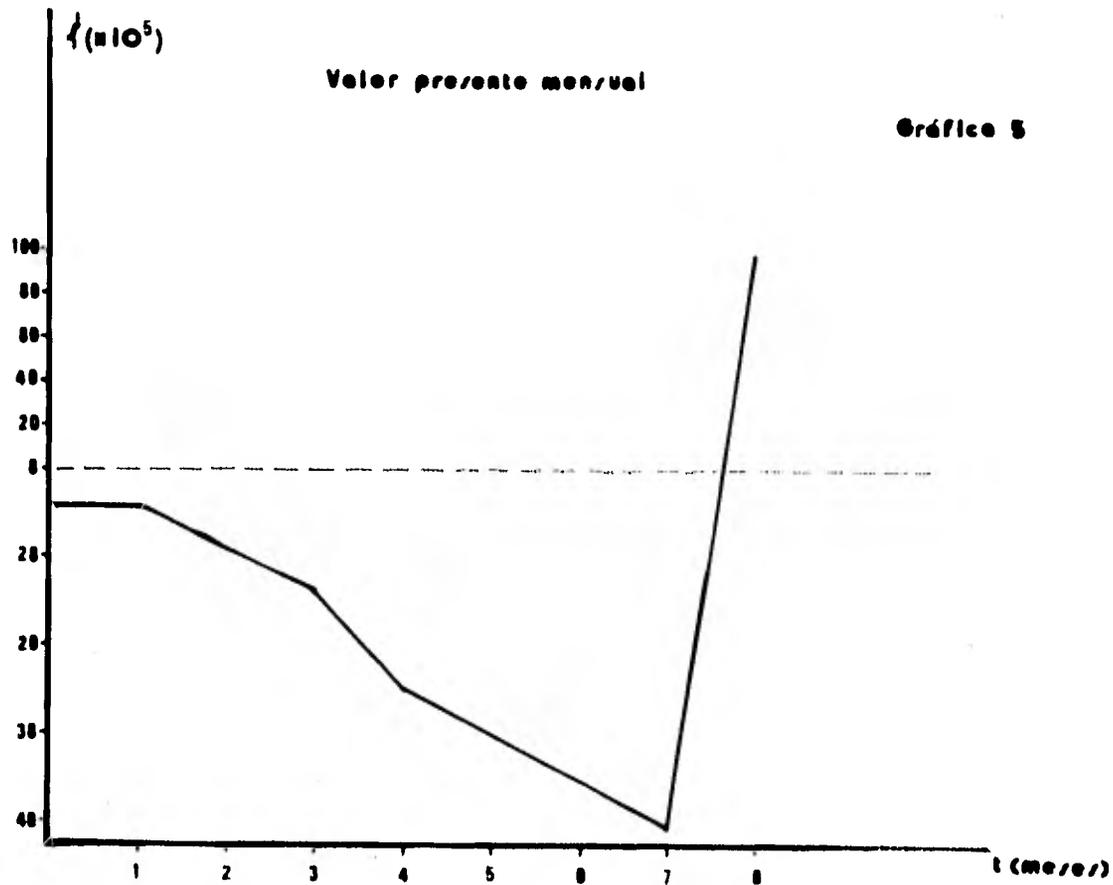
# Costos del ciclo de un cultivo

Gráfica 4

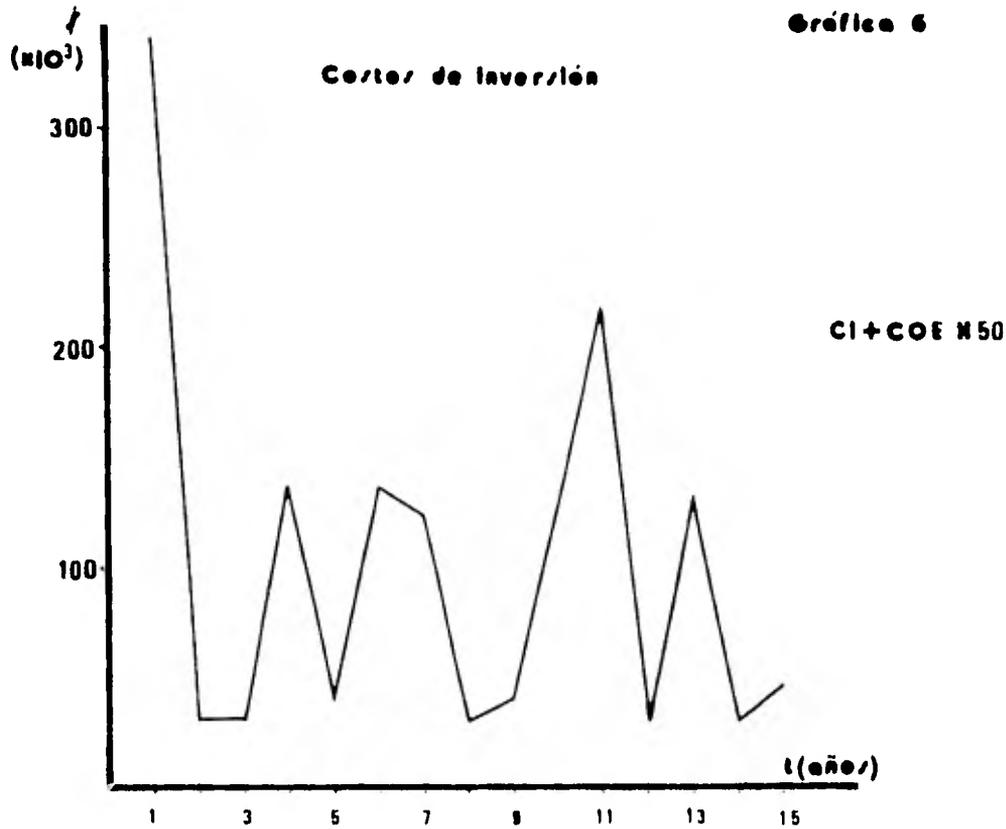


Valor presente mensual

Gráfico 5



Gráfica 6



### Valor presente al horizonte económico

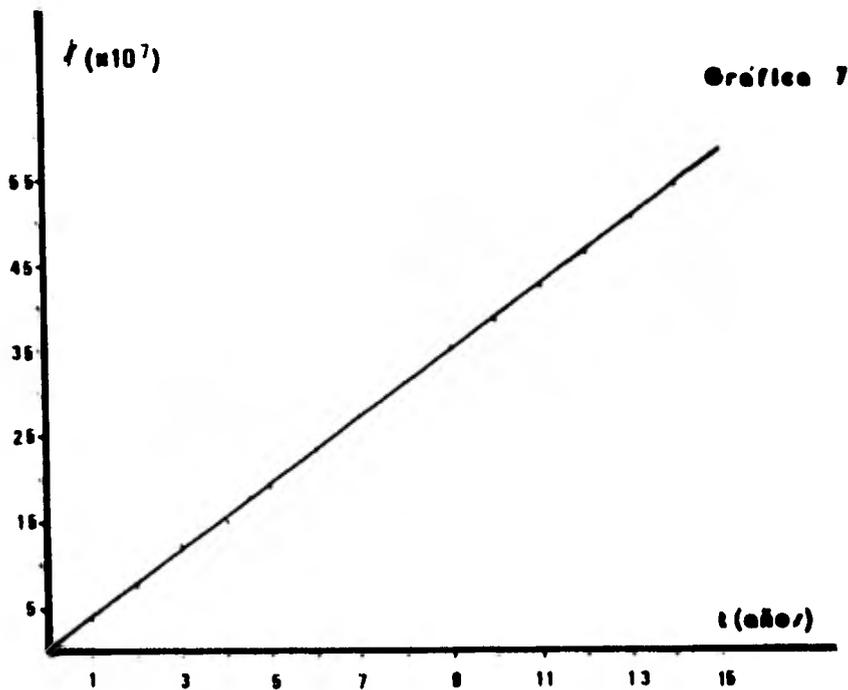
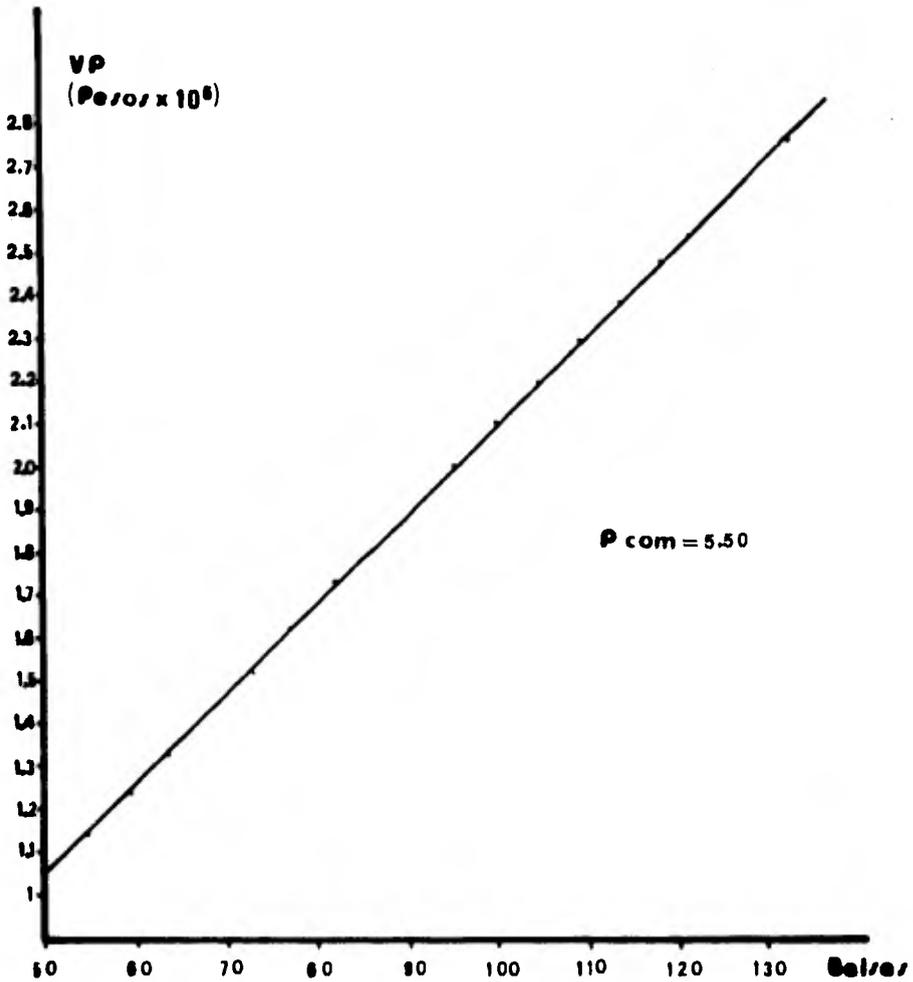
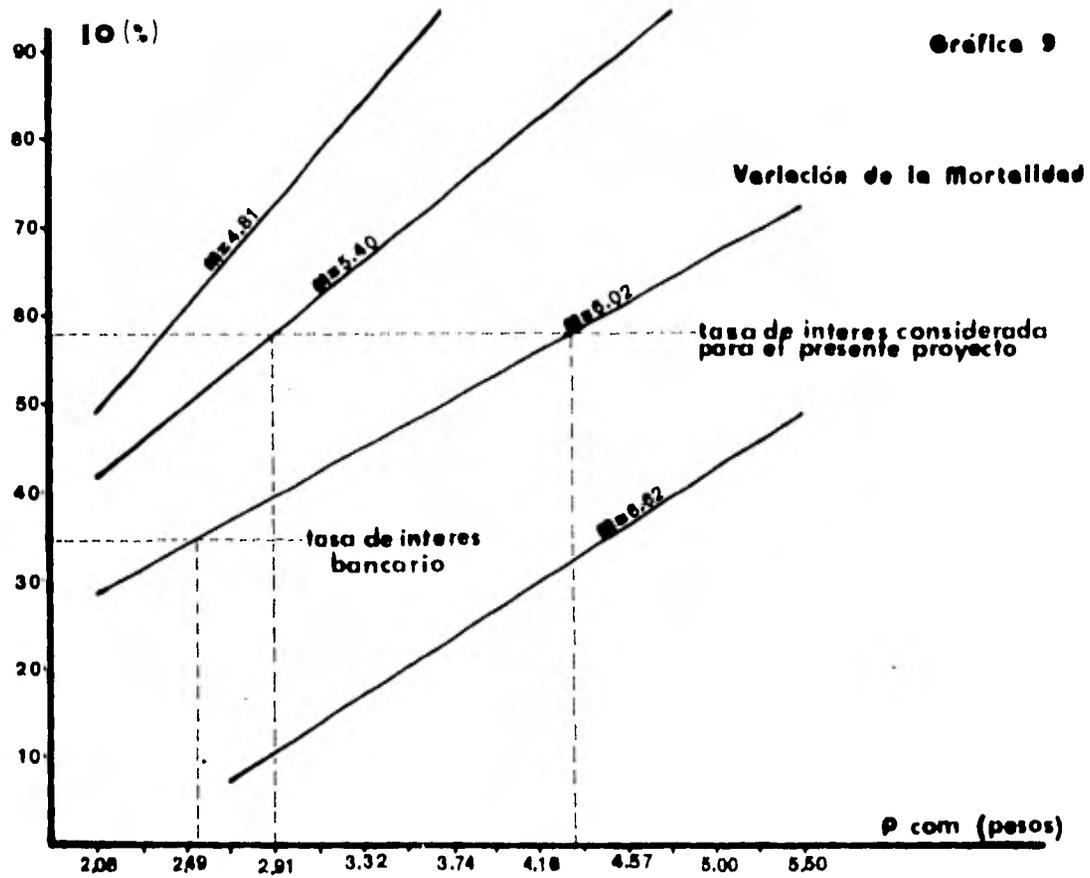


Gráfico 8

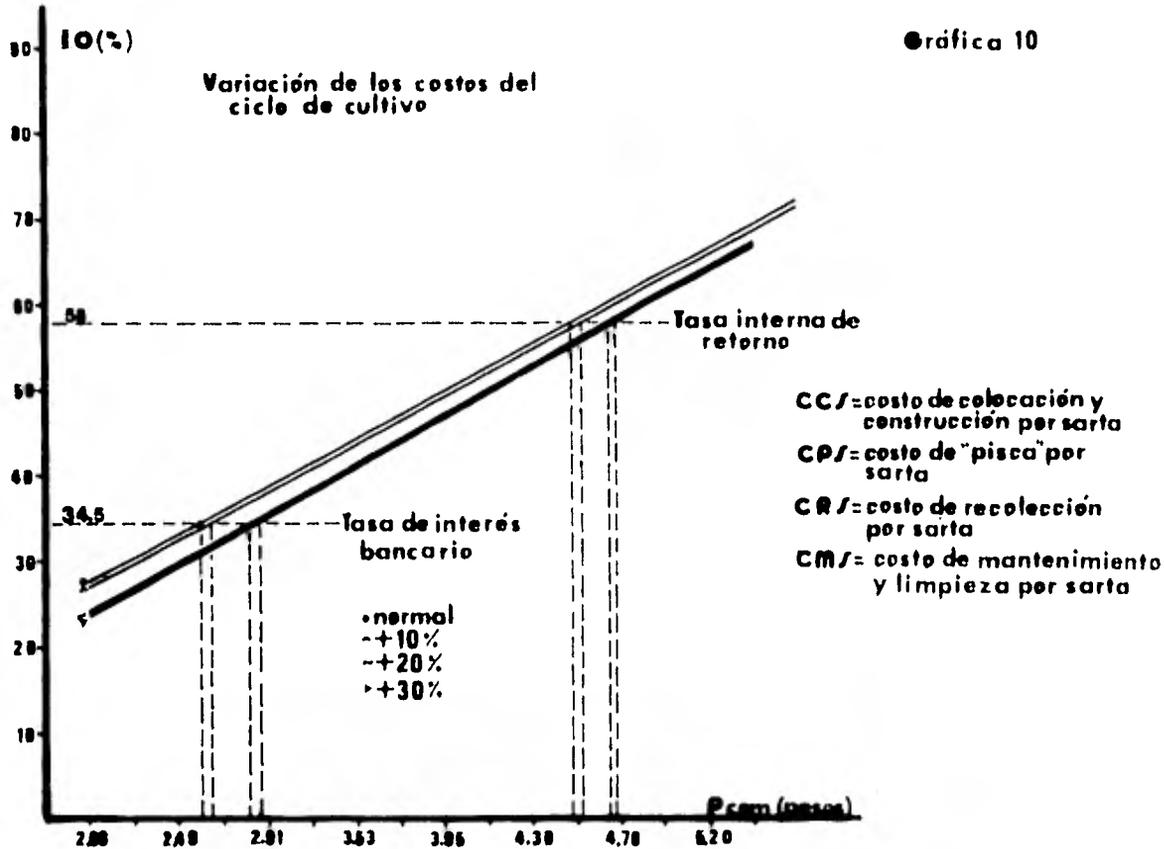
Valor presente / No. de Balas



Gráfica 9

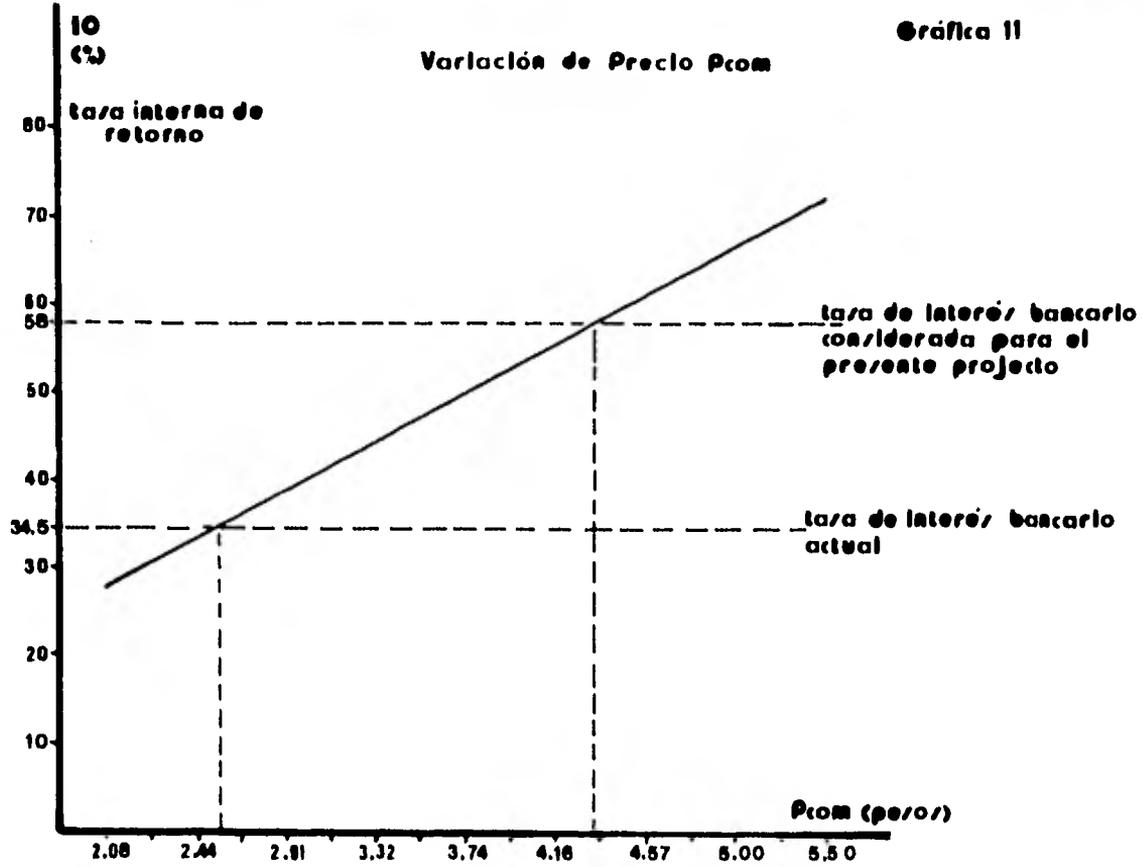


Gráfica 10



Gráfica 11

Variación de Precio Pcom



IR (%)

tasa interna de retorno

tasa de interés bancario considerada para el presente proyecto

tasa de interés bancario actual

Pcom (pesos)

2.08 2.44 2.81 3.32 3.74 4.16 4.57 5.00 5.50

FE DE ERRORES.

EN LA HOJA:

DONDE DICE:

DEBE DECIR:

Primera

que el paso

que el pasado

37

un programa completo:

un programa de  
cómputo:

Gráfica 7

\$ (x 10<sup>7</sup>)

VP15 \$ (x 10<sup>6</sup>)