

1980



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**LOS ANALISIS DE SENSIBILIDAD Y DE RIESGO
COMO INSTRUMENTOS PARA EL DISEÑO DE
CULTIVOS DE PREINVERSION**

T E S I S

Que para obtener el Título de

B I O L O G O

presenta

ALFREDO HERNANDEZ LLAMAS

México, D. F.

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi reconocimiento y agradecimiento al Dr. José Negrete por haber sido, para mí, verdaderamente un maestro y sin cuyo ejemplo - siempre estimulante - e invaluable asesoría, no habría tenido la motivación ni la oportunidad para -- hacer este trabajo.

Agradezco a la Delegación Federal de la Secretaría de -- Pesca en B.C.S. las facilidades que se me dieron para la realización de este trabajo; especialmente al M. en C. Arturo Tripp, su valiosa colaboración en la definición de la tecnología del cultivo y en la estimación de los parámetros del modelo.

Por último, deseo también expresar mi agradecimiento al Centro de Investigaciones Biológicas de La Paz y al Centro -- Interdisciplinario de Ciencias Marinas del I.P.N. por las facilidades que me brindaron para desarrollar trabajos de computación en sus instalaciones.

I N D I C E

	Pág.
I. INTRODUCCION	
1.1 Antecedente y Presentación	2
1.2 Problemática del Desarrollo de la Acuicultura en México	3
1.3 Concepto de Cultivo Precomercial	6
1.4 Objetivo del Estudio	7
1.5 Contexto Metodológico y Medida de Desempeño del Sistema	8
1.6 Conceptos de Valor Presente y de Tasa Interna de Rendimiento	9
II. EL MODELO	
2.1 Descripción General	15
2.2 Modelos Específicos que Calculan los Beneficios y Costos del Sistema	17
2.3 Modelo Total	31
III. ANALISIS DE SENSIBILIDAD	
3.1 Introducción	33
3.2 Resultados y División	34
3.3 Conclusiones	47

IV. ANALISIS DE RIESGO	
4.1 Introducción	51
4.2 El Modelo de Riesgo	51
4.3 Selección de Parámetros y de Distribu- ciones de Probabilidad	54
4.4 Resultados y Discusión.....	70
4.5 Conclusiones y Recomendaciones	93
V. CONCLUSIONES	97
APENDICE 1 PROGRAMA SENSIBILIDAD.....	100
APENDICE 2 PROGRAMA RIESGO.....	103
BIBLIOGRAFIA.....	112

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTE Y PRESENTACION

Este trabajo tiene como antecedente el estudio: "Análisis y Diseño del Sistema Cultivo Precomercial de Moluscos en Baja California" (Negrete, 1980); realizado durante 1979-1980 como una consulta que la Oficina de Cultivos Precomerciales del Departamento de Pesca, hiciera al Dr. José Negrete, Jefe del Departamento de Biomatemáticas del I.I.B. de la Universidad Nacional Autónoma de México, sobre problemas de diseño y ejecución de cultivos precomerciales o de preinversión.

Aquí, se retoman algunos de los planteamientos hechos en ese estudio y se desarrolla un ejercicio ejemplificativo de la forma en que los análisis de sensibilidad y riesgo, constituyen un instrumento útil a propósitos de diseño de cultivos precomerciales; y entendiendo por diseño, el mecanismo que conduce a la proposición racional de alternativas de acción, o sea, un auxiliar de las decisiones (Negrete, 1981).

En el capítulo I, se hace un análisis global de la problemática que ha enfrentado el desarrollo de la acuicultura en México y dentro de la cual, la acuicultura de carácter comercial se ubica como un caso particular. De este análisis, se desprende la conveniencia de establecer el concepto de cultivo precomercial y los objetivos del trabajo, de manera tal, que permitan enfrentar eficazmente parte de esa problemática. Complementa--

riamente, se presenta el contexto metodológico en el cual se enmarca el desarrollo del trabajo y se introducen los conceptos de valor presente del capital y de tasa interna de rendimiento.

En el capítulo II, se presenta el modelo bioeconómico que sirve como instrumento básico. Dicho modelo se estructuró para el cultivo precomercial de la almeja catarina (Argopecten circularis) a operar en el área de Santo Domingo, B.C.S., y es resultante de algunas modificaciones al utilizado en el estudio mencionado como antecedente inmediato de esta Tesis.

Los capítulos III y IV, corresponden al análisis de sensibilidad y al de riesgo, respectivamente; incluyéndose para cada uno, una introducción y explicación, así como sus resultados, discusión y conclusiones.

Finalmente, en el capítulo V, se hace una conclusión global acerca del trabajo y se anexan dos apéndices con diagramas de flujo y programas de computadora.

1.2 PROBLEMATICA DEL DESARROLLO DE LA ACUACULTURA EN MEXICO

El desarrollo de la acuicultura, a cargo del Estado, ha enfrentado una problemática que puede ser ubicada en dos ámbitos diferentes.

Por un lado, existe un ámbito en que se presentan los problemas propios de la planeación y del establecimiento de objetivos. Ahí, la estructura de la actividad acuacultural, diseñada y regulada por el Estado, se ha presentado como ineficiente y con una marcada tendencia a crecer en tamaño por simple adición de recursos. La conducción política se ha ocupado principalmente de asignar recursos con el propósito relativamente fácil de hacer que la actividad "crezca"; en tanto que los mecanismos -- que debieran permitir la evolución de su estructura, para hacerla más eficiente, prácticamente no existen.

Se señala con ésto, que elementos importantes para la planeación de la actividad no se han generado con suficiente oportunidad y que la ejecución de las diferentes acciones, se ha dado con demasiada incertidumbre y lo que es más importante, con un desconocimiento de su eficiencia. Sin duda, la tendencia -- tradicional a generar el conocimiento sobre Acuacultura en base a, únicamente experiencias, haciendo a un lado la teoría que proporcione estructura y explicación a dicho conocimiento, no ha contribuido adecuadamente a aportar esos elementos. Así, -- la mayoría de las veces, esas experiencias no han tenido una -- ubicación objetiva y el tomar decisiones sobre ellas ha sido -- un proceso empírico e intuitivo.

En este mismo ámbito, el objetivo explícito de la acuacultura a nivel comercial ha consistido en la obtención de márgenes-

de utilidad económica adecuados a los intereses del Estado, y conciliado, aunque en forma no tan evidente, con políticas tendientes a corregir deformaciones en los sistemas de comercialización y distribución de determinadas especies alimenticias; -- así como a introducir y desarrollar tecnologías para la producción de alimentos bajo un criterio ecológico relativamente nove doso, que posibilita el control biológico parcial de las fases de producción de esos recursos.

El caso de los cultivos denominados precomerciales, del -- cual nos ocuparemos en este trabajo, se ubica en este ámbito co mo un problema de diseño y ejecución de cultivos de preinver-- sión, cuyo objetivo es generar a su vez, proyectos de inversión a escala comercial, ejecutables por el propio Estado o por pro duc to res pertenecientes a otros sectores de la economía.

No obstante, ese objetivo ha sido difícil de alcanzar, debi-- do principalmente a dos razones: Una de ellas la constituyen -- el riesgo y la dificultad normales que conlleva el intenta r por una primera vez, bajo condicione ecológicas y económicas espe ci fi cas, la producción biológica con fines comerciales; sin con-- tar con la experiencia previa de la operación del cultivo en -- esas condiciones. La segunda razón la encontramos en un plan-- teamiento deficiente del problema, al cual frecuentemente se le ubica dentro de un contexto biológico-tecnológico limitado, que no proporciona una referencia eficaz para orientar las prácti--

cas de cultivo hacia la consecución de dichos objetivos, ni tampoco los elementos suficientes para tomar decisiones sobre la forma y oportunidad de otorgar financiamiento para el desarrollo de esta etapa.

En el segundo de los ámbitos a que hemos hecho referencia, se encuentran los problemas de operación y de gestión administrativa. Dentro de él, la consideración de la naturaleza e importancia de los proyectos productivos en los que el Estado asume la responsabilidad de producir bienes con fines "demostrativos", o de verificación de "viabilidad biotecnológica-económica", o netamente "comerciales", plantea la necesidad de reflexionar sobre la capacidad y el papel de una Secretaría de Estado en el logro de objetivos y metas productivos; considerando que su estructura administrativa es esencialmente la requerida para el despacho de aspectos de regulación estatal, servicios de información, de organización y capacitación, creación de infraestructura, etc. Desde ese punto de vista, es muy posible que la elección de la Secretaría de Pesca como órgano ejecutor de este tipo de acuicultura no haya sido la mejor, tomando en cuenta que se trata de actividades productivas que, en principio, le son ajenas y que su organización administrativa no es la propia de un organismo para la producción.

1.3 CONCEPTO DE CULTIVO PRECOMERCIAL

Ante el panorama que presenta en particular la problemática

de los cultivos precomerciales, se definirá aquí un cultivo de este tipo, como aquél que por un incremento en su escala de producción, se convierte en comercial (rentable) (Negrete, 1981),- y cuya ejecución persigue objetivos a dos niveles: por un lado, el generar proyectos de inversión a escala comercial y por - - otro; el verificar la hipótesis implicada en un modelo básico - del cultivo comercial. En lo concreto, constituye un modelo -- operativo o material, que se enmarca y desarrolla en un entorno ecológico y económico específico.

Conviene señalar que esta definición establece que teóricamente, la diferencia entre un cultivo de este tipo y el mismo a escala comercial, es esencialmente cuantitativa -en términos de escala de producción-, en contraste a la concepción tradicional que establece una diferencia cualitativa -en términos de dise-- ño- entre el cultivo comercial y el cultivo "precomercial" enca minado y referido, únicamente, a la adecuación o generación de tecnología.

1.4 OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo de este trabajo está encaminado a contender con parte de la problemática presentada, al proponer y fundamentar el uso de modelos bioeconómicos de los cultivos y su sometimien to a los análisis de sensibilidad y riesgo, como un instrumento útil para el diseño de cultivos de preinversión, cuya produc- -

ción interesa desde el punto de vista comercial.

1.5 CONTEXTO METODOLOGICO Y MEDIDA DE DESEMPEÑO DEL SISTEMA

Este trabajo no pretende realizar el análisis y diseño del sistema constituido por los cultivos precomerciales, por lo que el lector interesado es referido a Negrete (1980,1981) si desea profundizar en el tema.

Sin embargo, es necesario señalar que el planteamiento del problema se maneja dentro del enfoque de sistemas de Churchman (Churchman, 1971), es decir, el sistema en cuestión es de naturaleza propositiva, pues su conducta obedece a la búsqueda de un objetivo.

Un sistema propositivo como el señalado, debe cumplir una serie de requisitos para que sea concebido como tal, entre otros, el contar con una medida de actuación o desempeño objetiva asociada a él.

Para ese efecto, se propone su rentabilidad como una medida de desempeño adecuada dados el carácter comercial de los cultivos, sus objetivos de generar proyectos de inversión y el hecho de que esa medida puede ser referida a un marco macroeconómico de mercado libre de oferta y demanda.

Más específicamente y conforme a nuestro propósito de aportar elementos para el diseño de cultivos, se propone como instrumento básico para ese fin, un modelo matemático bioeconómico específico que relacionando la rentabilidad del cultivo con la escala de producción que sostiene, proporciona una medida de desempeño eficaz y congruente con el concepto de cultivo precomercial establecido en este trabajo.

1.6 CONCEPTOS DE VALOR PRESENTE Y DE TASA INTERNA DE RENDIMIENTO

Desde el punto de vista matemático, es necesario seleccionar una variable de respuesta para el modelo que estime la medida de desempeño del sistema, en función de una variable de escalado de la producción. Para la primera de ellas, se seleccionó el indicador de rentabilidad tasa interna de rendimiento (TIR), ampliamente aceptado en evaluación de proyectos de inversión -- (Coss, 1981).

A efecto de ofrecer una explicación del concepto de TIR, se considerará primeramente el de valor presente del capital, al cual se encuentra ligado.

En economía, la palabra interés significa la renta que se paga por utilizar dinero ajeno o la que se gana al invertir el propio. Puesto que el dinero puede ganar un cierto interés - -

cuando se invierte por un periodo de tiempo, es importante reco nocer que un monto de capital que se recibe en el futuro valdrá menos que el mismo si se dispone de él actualmente. Esta rela- ción entre el interés y el tiempo conduce al concepto de valor- del dinero a través del tiempo, significando con esto último, - que un monto de capital no tiene el mismo valor si se encuentra en puntos diferentes en el tiempo y si la tasa de interés es ma- yor que cero.

De esa forma, para determinar la equivalencia o valor pre- sente (VP) en el tiempo cero de un capital futuro (π), éste se "actualiza" empleando la fórmula:

$$VP = \pi / (1 + I)^t$$

donde:

I, es la tasa de interés y

t, el tiempo al que se encuentra disponible

Si π representa diferencias entre beneficios y costos y -- además se presenta como un flujo a lo largo de una serie discon- tinua de tiempo, entonces el valor presente calculado es el co- rrespondiente al del beneficio o pérdida netos totales que se - puedan obtener en el horizonte de tiempo N que se considere. - Para este caso, el valor presente es una sumatoria representada

por:

$$VP_N = \sum_{t=0}^N \pi_t / (1 + I)^t$$

(Layard (1978) menciona que no hay ninguna razón a priori por la que la tasa de interés permanezca constante dentro del horizonte de tiempo que se analiza, pero que sin embargo, ante la dificultad de predecir sus cambios, casi invariablemente se formula el supuesto de que permanece constante).

El concepto de TIR es un caso particular del anterior, - - cuando se tiene una raíz I^* que satisface:

$$0 = \sum_{t=0}^N \pi_t / (1 + I^*)^t$$

Entonces, TIR es la tasa de interés I^* que hace el valor presente del flujo de capital igual a cero.

En la figura 1 se tiene una representación geométrica de este caso, donde en la abscisa se encuentra el valor del interés, y en la ordenada el valor presente del flujo de capital - en el horizonte de tiempo N .

La TIR, como indicador de rentabilidad, ofrece la ventaja de poder ser referida a un marco macroeconómico y su comparación con la renta que ofrecen otras tasas como la preferencial

bancaria, la de recuperación mínima atractiva (Coss, 1981), u -
otras, permite optar o no por el cultivo como alternativa de -
inversión.

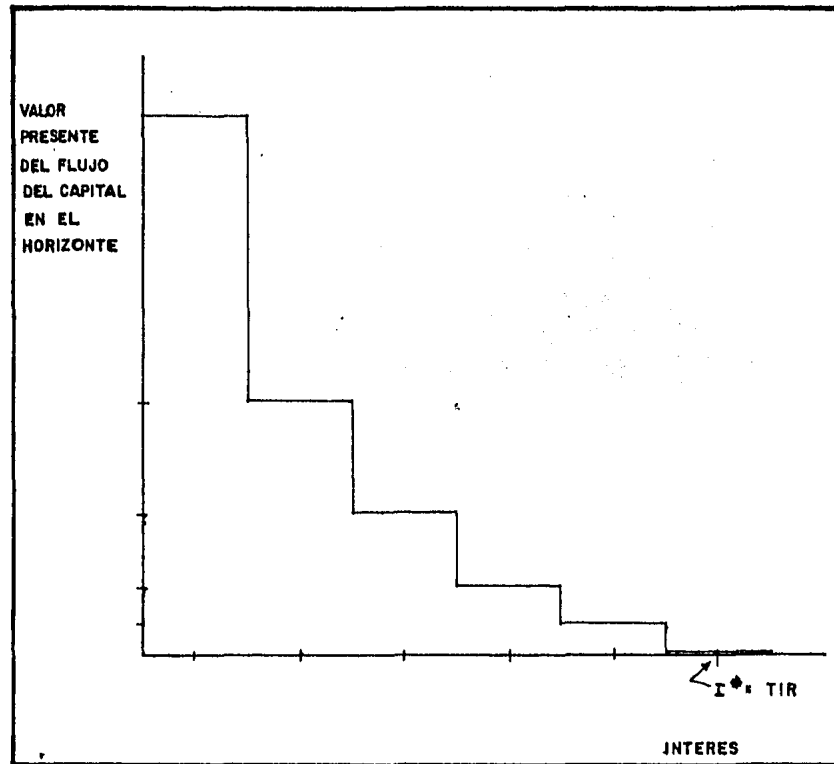


Fig. 1- Valor presente del flujo de capital en el horizonte para valores discretos del interés. El valor del interés I^* corresponde a la TIR.

CAPITULO II

EL MODELO

La estrategia adoptada para la estructuración del modelo que aquí se propone la presenta Negrete (1981), en la parte correspondiente al "panorama de problemas cuya solución conduce al modelo microeconómico, que permite a su vez estimar la TIR", donde se utiliza una estrategia regresiva que permite solucionar los problemas en cuestión por medio de un árbol AND-OR.

Como en nuestro modelo únicamente se incorporan modificaciones al original presentado ahí y además no es el resultado de un replanteamiento del problema original o de una solución alternativa diferente, no resulta necesario abordar el tema -- relativo a la estrategia, siguiendo en cambio, un orden que -- presenta primeramente una descripción general de los aspectos que caracterizan al tipo de análisis realizado y su relación con el modelo, para enseguida describir a detalle la estructura de éste.

2.1 DESCRIPCION GENERAL.

El propósito de construir un modelo útil para fines de diseño requiere, por un lado, de la adopción de una clasificación de costos especial y por otro, de la consideración en el sistema de aspectos biológicos y tecnológicos además de los económicos; en contraste con los tratamientos tradicionales que se centran básicamente sobre éstos últimos y en los que -

los costos y los beneficios quedan reducidos a datos, útiles-
únicamente para fines de evaluación.

En nuestro caso, la proposición de un modelo permite ir -
más allá, al incorporarse en su estructura submodelos biológicos
y biotecnológicos que explican la forma en que los benefi-
cios y parte de los costos se encuentran determinados por la-
escala y el proceso de producción que se manejan. Por ello,-
la variable de escalado se propone entonces, no como la pro-
ducción esperada de un proceso de producción terminado, sino-
como la cantidad de materia prima o insumo -número de organis-
mos juveniles o "semillas"- que desde su obtención, crecimiento
en condiciones de cultivo y cosecha, representa el benefi-
cio a obtener y genera directa o indirectamente una parte de-
los costos totales.

El modelo calcula la TIR determinando primeramente y por-
una única vez, el beneficio o pérdida actualizados netos que-
se obtiene durante un ciclo de producción anual -valor presente
del capital de cultivo-, interviniendo en ello, el benefi-
cio por venta del producto y los costos de mano de obra nece-
sarios para realizar las operaciones de obtención de "semi-
llas", crecimiento en artefactos suspendidos y cosecha y pre-
paración del producto. Una vez obtenido el valor presente -
del capital de cultivo y como el ciclo repite anualmente, se-

calcula su diferencia con costos anuales de inversión y gasto corriente actualizada al año correspondiente, dentro del horizonte económico del análisis. La sumatoria de dichas diferencias constituye el "valor presente del flujo de capital en el horizonte", finalmente útil para el cálculo de la TIR.

2.2 MODELOS ESPECIFICOS QUE CALCULAN LOS BENEFICIOS Y COSTOS DEL SISTEMA.

Los costos y beneficios pueden considerarse, según el caso, como pertenecientes a algunos de los siguientes entornos: el biológico, el biotecnológico y el económico.

A. BENEFICIOS DEL ENTORNO BIOLÓGICO.

Aquí se ubica la biomasa total de los organismos en cultivo; si se le considera como un producto que tiene valor comercial en un mercado establecido. El cálculo de los beneficios se realiza consiguientemente, multiplicando dicha biomasa por el precio del producto por unidad de biomasa.

Es necesario proponer un modelo biológico que prediga el comportamiento de la biomasa a lo largo del tiempo debido a las siguientes razones:

- i) Desde el punto de vista de diseño, no es necesario cultivar la biomasa a escala comercial sino predecirla.

- ii) Para establecer el seguimiento de una serie de actividades del proceso de producción, cuyas naturalezas e intensidades, dependen del comportamiento de variables biológicas y de una técnica de cultivo preestablecida.

- iii) Para determinar el tiempo óptimo de cosecha del producto.

Modelo Biológico.

Un modelo general que describe el comportamiento de la biomasa de una sola cohorte y que aquí se propone es el de Beverton y Holt (Clark, 1975). En él, la biomasa total a diferentes tiempos (B_t), se calcula como el producto del peso individual promedio (W_t) por el número de supervivientes de la cohorte (N_t).

$$B_t = W_t \cdot N_t$$

A su vez, W_t está determinado por un modelo alométrico; el modelo de crecimiento de Von Bertalanffy (Bertalanffy, 1968) y N_t por el modelo exponencial de mortalidad. De acuerdo con - - esto:

$$W_t = aL_t^b$$

donde L_t : longitud individual al tiempo t

a y b : constantes alométricas

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

donde L_∞ : longitud asintótica

K : constante de crecimiento

t_0 : tiempo a la talla cero.

Finalmente:

$$N_t = N_0 e^{-mt}$$

donde N_0 : número inicial de individuos

m : tasa de mortalidad.

B. COSTOS DEL ENTORNO BIOTECNOLÓGICO.

En este entorno se encuentran los costos de mano de obra - (actualizados al tiempo en que se llevan a cabo y en fracciones de interés anuales) necesaria para cubrir las operaciones propias del cultivo.

Previa a su explicación, conviene hacer una anotación aplicable en lo subsecuente, cuando el cálculo de los costos de--

pende de la variable de escalado. En esos casos, los costos son función de la variable de escalado en forma directa cuando el número de organismos se multiplica por un "costo unitario - por organismo", referido a una actividad específica que se ejecuta, o bién, en forma indirecta, cuando un "costo unitario -- por artefacto", referido al tipo de artefacto y a la actividad que se ejecuta sobre ellos, multiplica al número de artefactos que determine el modelo biotecnológico correspondiente.

Costos de Fijación (CF).

Se requieren para introducir los artefactos ("colectores") que proveen un sustrato adecuado para la "fijación" de los juveniles en su ambiente natural. A su vez, el número de colectores a introducir lo provee un modelo biotecnológico simple que divide el número de juveniles que se desea obtener (No) -- entre el número de éstos que se puede coleccionar por artefacto - (eficiencia - EF), específicamente en el sitio de cultivo.

Por último, los costos de fijación totales se calculan multiplicando el número de colectores por el costo unitario de -- introducción de colectores ($C_{I/c}$) de acuerdo a:

$$CF = No/EF \cdot C_{I/c}$$

Costos de Pizca y Siembra (CPS).

Ocurren una vez que ha transcurrido el tiempo de exposición de los colectores en el ambiente marino y que resulta necesario colocar ("sembrar") a los juveniles en artefactos para crecimiento en suspensión. Los costos de "pizca" o recolección de juveniles se calculan multiplicando el costo unitario de extracción y pizca por colector (C_p/c) por el número de colectores determinado por el modelo biotecnológico de los costos de fijación. Los costos de siembra se calculan como el producto del costo unitario de siembra o resiembra por artefacto de crecimiento ($C_{s/a}$) y el número de dichos artefactos necesarios (NAN_t), determinado por un modelo biotecnológico que se explicará enseguida, a propósito de los denominados costos de crecimiento.

Su cálculo se lleva a cabo conforme a:

$$CPS = C_p/c \cdot No/EF + C_{s/a} \cdot NAN_t.$$

Costos de Crecimiento (CC).

La técnica del cultivo que analizamos establece una primera fase durante la cual se responde al crecimiento corporal de los organismos proporcionando, a diferentes tiempos, espacio suficiente dentro de los artefactos (aclareo), hasta el punto-

en el cual se decide no continuar con esta conducta basándose en la apreciación de que, por las tallas mayores ya alcanzadas, cabe esperar que el crecimiento sea pequeño, y por tanto, se puede proporcionar de una sola vez un espacio adecuado para su permanencia indefinida en los artefactos.

Esta situación nos permite proponer costos de crecimiento de dos tipos:

- i) Dependientes del aclareo
- ii) Independientes del aclareo.

i) Costos de crecimiento dependientes del aclareo (CCD).

Se calculan acumulando los costos correspondientes a cada mes (periodo con que se realizan los trabajos de cultivo), determinando en cada ocasión, los costos de extracción y limpieza (CEL_t) y los de transporte, aclareo, resiembra e introducción de artefactos (CTI_t). De acuerdo a esto se tiene entonces:

$$CCD = \sum_{t=tf}^{ta} CEL_t + CTI_t$$

donde ta = tiempo de aclareo a la densidad final.

tf = tiempo que dura la fijación.

En esta primera fase del cultivo, el número de artefactos necesarios (NAN_t) para proveer el espacio suficiente se calcula, por medio de un modelo biotecnológico, como el cociente -- del número de sobrevivientes en un mes dado (N_t) entre su densidad numérica por artefacto (D_t), la cual a su vez, es el resultado de dividir una cierta área constante del artefacto -- (AU) utilizable para el reacomodo de los organismos, entre el área individual de los organismos (AI_t): para la almeja catarina AI_t se estima como la de un cuadrado cuyo lado es igual a -- la longitud promedio de la cohorte (\bar{L}_t).

Se tiene así que:

$$NAN_t = N_t/D_t$$

$$D_t = AU/AI_t$$

$$AI_t = \bar{L}_t^2$$

Con el fin de facilitar los cálculos de costos y puesto -- que NAN se ve incrementado cada mes, conviene proponer una variable adicional en el modelo; el número de artefactos ya ocupados (NA) que, para un mes cualquiera de esta fase, corresponde al número de artefactos necesarios del mes inmediato anterior (NAN_{t-1}).

Los CEL_t de los que ya se hizo mención, son el resultado de multiplicar la suma de los costos unitarios de extracción ($C_{E/A}$) y de limpieza ($C_{L/A}$) por artefacto, por el número de ellos que se encuentran ocupados. De acuerdo a esto:

$$CEL_t = (C_{E/A} + C_{L/A}) \circ NA$$

Los CTI_t , también mencionados, se calculan multiplicando primeramente la suma de los costos unitarios de transporte ($C_{T/A}$) y de siembra o resiembra ($C_{S/A}$) por artefacto, por la diferencia entre el número de artefactos necesarios y los ya ocupados. Por último, el costo así obtenido se adiciona a la suma de los productos resultantes de multiplicar los costos unitarios de aclareo ($C_{A/A}$) y de introducción ($C_{I/A}$) por artefacto, por los números de artefactos ocupados y necesarios respectivamente.

$$CTI_t = (C_{T/A} + C_{S/A}) \circ (NAN_t - NA) + C_{A/A} \circ NA + C_{I/A} \circ NAN_t$$

ii) Costo de crecimiento independiente del aclareo (CCI).

Se tienen a partir del momento en que la densidad numérica a manejar por artefacto es menor a un valor preestablecido, -- aclarando el cultivo a una densidad final en la que permanece por el tiempo subsecuente.

El cálculo de estos costos es también acumulativo y se obtiene multiplicando la suma de los costos unitarios, ya definidos, de extracción, limpieza e introducción de los artefactos, por el número final de artefactos necesarios para aclarar el cultivo a la densidad final (NFA). Entonces se establece:

$$CCI = \sum_{t=ta}^{tc} NFA \cdot (C_{E/A} + C_{L/A} + C_{I/A})$$

donde t_c = tiempo de cosecha

Costos de Cosecha (CCO).

Una vez que la talla de los organismos ha alcanzado o superado la longitud mínima requerida para su aceptación en el mercado, se procede a recolectarlos y prepararlos para su venta.

Sin embargo, como el modelo de crecimiento empleado predice la longitud promedio de la población en cultivo (L_t), es necesario considerar la variación de la longitud a efecto de cosechar el 98% de los individuos. con una talla aceptable es decir, cuando la longitud menos dos veces la desviación estándar iguala o supera a la longitud comercial (suponiendo que la población se distribuye normalmente).

En este caso, se tiene que la variable σ_1 -dos veces la --

desviación estandar de la población- está dada por el modelo - de polimorfismo:

$$\sigma_1 = L \circ B + A$$

Donde B y A son los parámetros de la ecuación de una recta que correlaciona la longitud promedio de la cohorte con la - variable σ_1 correspondiente al tiempo t.

El cálculo de los costos se hace como la suma de los pro-- ductos; costo unitario de transporte por artefacto por el núme-- ro final de artefactos y costo unitario de comercialización -- por individuo ($C_{C/I}$) por el número de sobrevivientes al momen-- to. Se tiene así que:

$$CCO = C_{T/A} \circ NFA + C_{C/I} \circ N_t$$

C. COSTOS DEL ENTORNO ECONOMICO.

Se incluyen los correspondientes a gasto corriente e in-- versión que ya se han mencionado. Los primeros agrupan a los-- costos de insumos, de administración, y de personal de planta-- y los segundos a los de obra civil y equipo.

A efecto de ubicar estos costos dentro del horizonte de -

análisis (N años) en unidades anuales, se arreglan en una matriz de $8 \times N$ (MAT C).

Costos de Gasto Corriente.

i) Costos variables de insumo (CVI).

Corresponden a los insumos necesarios para operar el cultivo en función de su escala de producción. Los colectores ya manufacturados se incluyen aquí como un insumo, propiamente.

Su cálculo se lleva a cabo como el producto del número final de artefactos (NFA) por el costo unitario de insumos de operación por artefacto ($C_{O/A}$), sumado al resultado de multiplicar el número de colectores requeridos por el costo unitario de fabricación de colectores por colector ($C_{F/C}$). Se tiene así que:

$$CVI = NFA \circ C_{O/A} + No/EF \circ C_{F/C}$$

$$C(1,N) = CVI$$

$$\text{Para } N = 0. . . .9$$

ii) Costos fijos de administración (CFA).

Se requieren para operar el cultivo independientemente de-

la producción que se proponga. En este caso no existe un - - cálculo de costos, sino una simple asignación al elemento co-- rrespondiente de la matriz. Así:

$$C(2,N) = CFA$$

$$\text{Para } N = 0. . . .9$$

iii) Costo de personal de planta (CPP).

Se refiere a los sueldos que percibe el personal cuyas fun ciones no dependen de la escala de producción y que son distin tas de las involucradas directamente de las actividades de cul tivo.

Aquí se tiene también el caso de asignamiento al elemento- correspondiente de la matriz, de acuerdo a:

$$C(3,N) = CPP$$

$$\text{Para } N = 09$$

Costos de Inversión.

i) Costo de la obra civil y equipo con vida útil a 10 años - (COE).

Se establece de acuerdo a:

$$C(5,N) = COE$$

$$\text{Para } N = 0$$

Donde COE es la suma de los costos de obra civil y del equipo en cuestión.

El resto de los costos de inversión corresponden a equipo de diferente naturaleza, clasificados de acuerdo a su vida útil (V.U.).

ii) Costos de equipo con V.U. a:

- Tres años (CET).

Engloban, como una suma, los costos de equipo que son dependientes de la escala de producción y los que no lo son (CFET). Los primeros se tienen como el producto del costo unitario de equipo a tres años por colector ($C_{ET/C}$), por el número de colectores que se manejan. La ecuación correspondiente a:

$$CET = C_{ET/C} \cdot No/EF + CFET$$

$$C(6,N) = CET$$

$$\text{Para } N = 0,3,7.$$

- Cuatro años (CEC).

No depende del escalado y simplemente se asigna al elemento correspondiente conforme a:

$$C(8,N) = CEC$$
$$\text{Para } N = 0,4,9.$$

- Cinco años (CEI).

Un caso como el anterior, en que:

$$C(7,N) = CEI$$
$$\text{Para } N = 0,5$$

- Seis años (CES).

Es la suma del producto del costo unitario de equipo a seis años por artefacto ($C_{ES/A}$), por el número final de artefactos (NFA) y del costo de equipo a seis años que no depende de la producción (CFES).

$$CES = C_{ES/A} \cdot NFA + CFES$$
$$C(4,N) = CES$$
$$\text{Para } N = 0,6.$$

2.3 MODELO TOTAL.

Según se ha señalado y de acuerdo con la notación establecida, la TIR se estima como la raíz I^* del polinomio en I :

$$0 = \sum_{n=0}^N \pi_n / (1+I^*)^n$$

Donde:

$$\pi_n = \left(\sum_{t=tf}^{tmax} \pi_c / e^{t \cdot (\ln(1+I/12))} \right) - CPS / e^{tf \cdot (\ln(1+I/12))} - CF$$

$$- \sum_{j=1}^{j=8} C(j,t)$$

Siendo a su vez:

$$\pi_c = p \cdot B_t - CCD - CCI - CCO$$

En la cual:

p = precio del producto por unidad de biomasa y

B_t = la biomasa total en cultivo al tiempo t .

CAPITULO III
ANALISIS DE SENSIBILIDAD

3.1 INTRODUCCION

El análisis de sensibilidad se utiliza, en general, para conocer la importancia relativa que guardan los parámetros de un modelo en la determinación del valor de la variable de respuesta del sistema que se estudia.

Teóricamente, la sensibilidad de la variable de respuesta a un parámetro particular (θ), se expresa como una función generada por la derivada parcial de dicha variable con respecto al parámetro $\delta v / \delta \theta$ (Negrete, 1981). Sin embargo, nuestro modelo no permite un tratamiento de este tipo, por lo que el análisis de sensibilidad se realiza encontrando los cambios que se obtienen en las soluciones numéricas de la tasa interna de rendimiento.

Se tiene entonces que la expresión:

% de cambio de la TIR / % de cambio del parámetro

es análoga a la expresión:

$$\left(\delta v / \delta \theta \right)_{\theta}$$

Hasta esta parte del trabajo, desconocemos cuales son los valores máximos y mínimos que la mayoría de los parámetros-

pueden adquirir en la realidad, por lo que propondremos, arbitrariamente y como punto de partida para el análisis, incrementos de un 10% sobre la estimación original, a excepción del parámetro "Longitud comercial" el cual, a un incremento de esa magnitud, provoca que el cultivo no esté en posibilidad de vender el producto por no alcanzar éste la talla necesaria para ser comercializado dentro del ciclo de producción establecido.

El conjunto de valores de los parámetros del modelo define un punto de operación para el cultivo y se proponen como las "mejores" estimaciones basadas en medidas de tendencia central (media) o en un dato individual, dependiendo de la información disponible al momento de realizar el análisis.

En el apéndice número 1, se presentan y explican los diagramas y el programa de computadora en lenguaje BASIC que ejecuta el análisis de sensibilidad como ha sido descrito.

3.2. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del análisis de sensibilidad se presentan en la Tabla 1, para una producción de 3'000,000 de semillas. En la primera columna se anotan los números de codificación de los parámetros, en la segunda se presentan los nombres correspondientes, en la tercera y cuarta columnas el valor de la sen-

TABLA 1.

PARAMETRO	DESCRIPCION	SENSIBILIDAD	TIR (%)	VALOR
23	Coefficiente alométrico (exponente)	15.2471	56.09	3.039
33	Talla asintótica	7.0938	37.97	6.51
38	Precio del producto por Kg.	2.5117	27.79	.00018
40	Coefficiente alométrico (factor)	2.5117	27.79	.0788
57	Densidad final constante	1.8773	26.38	1000
9	Costo unitario de equipo de cultivo a seis años por artefacto	-1.4992	18.82	5.02
32	Constante de crecimiento	.9314	24.28	-.2637
39	Tasa de mortalidad	-.4619	21.19	-.032
10	Número inicial de semillas	.4383	23.19	3000000
16	Tiempo hipotético a la longitud cero	-.2476	21.66	-1.6
4	Costo unitario de insumos por artefacto	-.2086	21.75	.18665
5	Costo anual del personal de planta	-.1321	21.92	313.344
42	Incremento del tiempo en meses	-.1113	21.96	1
6	Costo fijo anual de insumos	-.0966	22.0	229.52

PARAMETRO	DESCRIPCION	SENSIBILIDAD	TIR (%)	VALOR
18	Costo unitario de limpieza por artefacto	-.0814	22.03	.013
24	Costo unitario de comercialización por organismo	-.0813	22.03	.000105
25	Costo fijo de equipo a cinco años	-.0782	22.04	650
67	Costo unitario de extracción por artefacto	-.0525	22.1	.0084
7	Costo fijo de equipo a seis años	-.0521	22.1	455,76
56	Area utilizable del artefacto	.0491	22.32	19630
50	Costo fijo de equipo a cuatro años	-.0453	22.11	312,5
45	Costo de obra civil y equipo a diez años	-.0415	22.12	473,2
27	Eficiencia del colector	.0352	22.24	3616
66	Costo unitario de introducción para artefacto	-.0239	22.16	.0033
64	Costo unitario de equipo a tres años por colector	-.0167	22.17	.114
63	Costo unitario de aclareo por artefacto	-.0154	22.18	.01
37	Costo unitario de acarreo por artefacto	-.0144	22.18	.00075
49	Incremento del interés	.014	22.32	.025

PARAMETRO	DESCRIPCION	SENSIBILIDAD	TIR(%)	VALOR
19	Costo unitario de siembra o resiembra	-.0132	22.18	.013
8	Costo unitario de fabricación de colectores por colector	-.0124	22.18	.0357
43	Tiempo de "fijación"	.0105	22.24	2
12	Interés inicial	.0105	22.24	.1
30	Costo unitario de extracción y pizca por colector	-.0084	22.19	.0252
65	Costo fijo de equipo a tres años	-.0037	22.2	21
28	Costo unitario de "fijación"	-.0012	22.21	.0037
1	Incremento del escalado	0	22.21	2600000
35	Pendiente del modelo de polimorfismo	0	22.21	.19
36	Longitud comercial	0	22.21	4.5
58	Densidad posterior a la cual no hay aclareo	0	22.21	1200
61	Ordenada al origen del modelo polimorfismo	0	22.21	.61

sibilidad y de la TIR modificada por el análisis, y en la quinta columna los valores iniciales de los parámetros estimados para la operación de un cultivo en el área de Santo Domingo - - B.C.S.

El orden en que se enlistan los parámetros es el correspondiente al del valor absoluto decreciente de la sensibilidad, y señala la importancia relativa de cada uno de ellos dentro del análisis.

En seguida, discutiremos por separado los resultados obtenidos para los parámetros más importantes los cuales tomaremos, para fines prácticos, como aquellos que modifican la TIR en un valor superior o inferior a $\pm 10\%$ de su valor original -- es decir, si el valor modificado de la TIR se encuentra fuera del intervalo 19.98% - 24.43%. Adicionalmente, presentamos algunas recomendaciones relativas al diseño propiamente, como -- son algunas propuestas de experimentos para optimización, de -- simplificaciones del modelo, de investigaciones complementarias, etc.

Previos a la discusión también, deben quedar claros -- dos puntos que por obvios, pueden pasarse por alto:

Por un lado, la interpretación correcta del análisis --

sólo se puede hacer mediante un entendimiento de la estructura del modelo y del significado del resultado de la simulación en atención a ella.

Por otro lado, las sugerencias y recomendaciones que se puedan hacer necesariamente se formulan en base a la experiencia y actitud creativa del diseñador que le permitirán sacar mayor o menor provecho de sus resultados.

- Coeficiente alométrico (exponente)

La ecuación de crecimiento alométrico propuesta, se utiliza para aquellos organismos donde la proporción entre los incrementos en estructuras corporales de diferente tamaño permanece aproximadamente constante, obteniéndose así, incrementos muy grandes de una variable con respecto a la otra en escala lineal. En estos casos, se espera que el valor del parámetro en cuestión se aproxime a tres puesto que el peso de un objeto varía como el cubo de su longitud, si la forma y la gravedad específica permanecen constantes (Carlander, 1977).

Lo anterior resulta aplicable a la especie del cultivo que estudiamos en la tabla 3 se puede observar que el valor de este parámetro es muy cercano a tres y en tanto que el tipo de crecimiento seguramente se encuentra determinado por factores -

genéticos, entonces las variaciones en el valor de este parámetro deberán reflejar únicamente los eventuales alejamientos de un patrón exacto de crecimiento isométrico.

Esta situación tiene implicaciones desde el punto de vista práctico. Una primera de ellas es en relación a la gran sensibilidad de la rentabilidad a este parámetro lo que nos exige, por un lado, el tener la mejor estimación posible de su valor mediante la realización adecuada de biometrías y por otro lado, la determinación de la "dureza" del parámetro, o sea, la de los valores extremos que el parámetro puede adquirir en la realidad. Otra implicación práctica se deriva de la consideración que hagamos de él como una variable exógena, cuyo valor no está controlado por el sistema y que cuantitativamente es necesario tratarla como aleatoria, con una distribución de probabilidad de ocurrencia específica, objeto de un análisis de riesgo.

- Talla asintótica.

Es la longitud máxima hacia la cual los organismos - - tienden en su desarrollo y que suponemos determinada genéticamente, en cuyo caso, la variabilidad de sus valores no pueden explicarse en función de variables ecológicas del sitio de cultivo, ni por las condiciones tecnológicas de éste.

Para este parámetro, caben las consideraciones hechas con respecto al anterior en lo relativo a la conveniencia de -- tener buenas estimaciones, así como el de tratarlo como una variable exógena, cuyos valores aleatorios dependen únicamente de la variación "natural" o "normal" del fenómeno.

Por último, su importancia hace pensar en las ventajas que ofrecería el contar con variedades de cultivo de talla superior resultantes de un mejoramiento genético en laboratorios, o bien, obtenidas directamente en los sitios de cultivo seleccionados previamente por localizarse en ellos dichas variedades como subpoblaciones de la especie.

- Precio del producto.

Es el parámetro de mayor importancia y la alta sensibilidad de la TIR con respecto a él, sugiere la conveniencia de realizar un estudio de mercado y comercialización, tanto en el país como posiblemente en el extranjero. Asimismo, este parámetro debe ser objeto de un análisis de riesgo.

- Coeficiente alométrico (factor).

En ocasiones se le denomina "factor de condición" y -- significa la gordura de los organismos, entendida ésta como la-

proporción en peso de tejidos blandos (el producto comercial) - con respecto al volumen que ocupa todo el organismo; asumiendo que dicha proporción es constante durante toda la fase de crecimiento.

Siendo también una variable exógena y dada su importancia, se presenta la necesidad de establecer un patrón de variaciones aleatorias en su valor, que permita someterlo a un análisis de riesgo.

- Densidad final constante.

Es la densidad a la cual se aclara el cultivo por última vez y en la cual los organismos permanecen hasta su cosecha. Aquí, el resultado de la simulación supone que un aumento en la densidad final no afecta significativamente el valor de los parámetros del modelo biológico, lo cual no necesariamente es cierto. En todo caso, se recomienda la realización de un experimento para determinar la densidad final más adecuada -un óptimo dentro de nuestro modelo- o bien, ensayar un método de cultivo (encierros en corrales, por ejemplo) que permitan cubrir esta última etapa del cultivo a un costo menor.

- Costo unitario de equipo de cultivo a seis años por artefacto.

Se refiere al costo de adquisición de un artefacto de crecimiento y al de la proporción del sistema físico de soporte correspondiente al artefacto.

Tradicionalmente este tipo de equipo es de importación, por lo que sería ventajoso lograr que se fabricara por algún -- proveedor nacional, o bien, adquirir materiales y manufacturar localmente. Otra posibilidad es negociar una disminución del - costo por compra al mayoreo directamente al fabricante.

En atención a su importancia, este parámetro económi-- co debe ser incluido en el análisis de riesgo.

- Constante de crecimiento.

Se menciona este parámetro como importante debido, - por un lado, a la proximidad del valor de la TIR modificado que se obtiene y el 24.43% correspondiente al límite superior del intervalo de la TIR considerado como referencia para seleccionar los parámetros más importantes, y por otro lado, debido a que - como se verá en el capítulo de análisis de riesgo, el método -- propuesto para generar valores estocásticos de la talla asintótica implica una correlación con la constante de crecimiento.

El resto de los parámetros no presenta importancia relevante en la determinación de la rentabilidad, por lo que pueden excluirse de prioridades de reestimación, de experimentación o de sometimiento a un análisis de riesgo.

Sin embargo, existen algunas excepciones, como por ejemplo en el caso de los parámetros que involucran costos de mano de obra y cuyos valores cabe esperar están correlacionados; tomando en cuenta que los cambios en ellos normalmente presentan una tendencia conjunta a incrementarse o decrementarse. En nuestro modelo, estos parámetros aparecen desagregados e independientes unos de otros y como el análisis de sensibilidad se realiza para cada uno de ellos por separado, su importancia individual resulta ser muy poca. Es evidente que un análisis de sensibilidad practicado sobre un parámetro global, que agrupe conceptualmente los costos de mano de obra, tendría una importancia considerablemente mayor.

Debe hacerse mención también al parámetro "Area utilizable del artefacto" -una variable de control-, el cual no aparece como relevante en el análisis de sensibilidad debido a que nuestro conocimiento actual del cultivo no nos permite establecer una función que lo relacione con parámetros biológicos. En esta simulación, los rendimientos biológicos obtenidos corresponden a un porcentaje de utilización de área -densidad de orga

nismos por unidad de área- muy alto y tomando en cuenta que la rentabilidad del cultivo no es tan sensible a los costos de - - equipo y de mano de obra como a algunos de los parámetros bioló gicos, se presenta la conveniencia de realizar un experimento - de densidades bajo la hipótesis de que puede encontrarse una -- densidad menor que la anterior, óptima desde el punto de vista económico, que aunque demande inversión y esfuerzo de cultivo - mayores, en un balance general, mejore los beneficios netos a - obtener por incremento de los rendimientos biológicos.

Por último, señalaremos un aspecto importante en relación a los parámetros "número inicial de semillas" y "eficiencia del colector", lo cuales se encuentran estrechamente vinculados.

El primero de ellos no aparece tan importante debido a que en nuestro análisis, las estimaciones de la TIR se realizan para una producción en la que la respuesta del sistema no es -- tan sensible a la escala de producción. No obstante, en la figura 2 se presenta una gráfica de la función TIR-Producción, en la que se puede observar que los cambios en la respuesta del -- sistema es muy alta a cambios en la escala de producción, cuando ésta es relativamente baja.

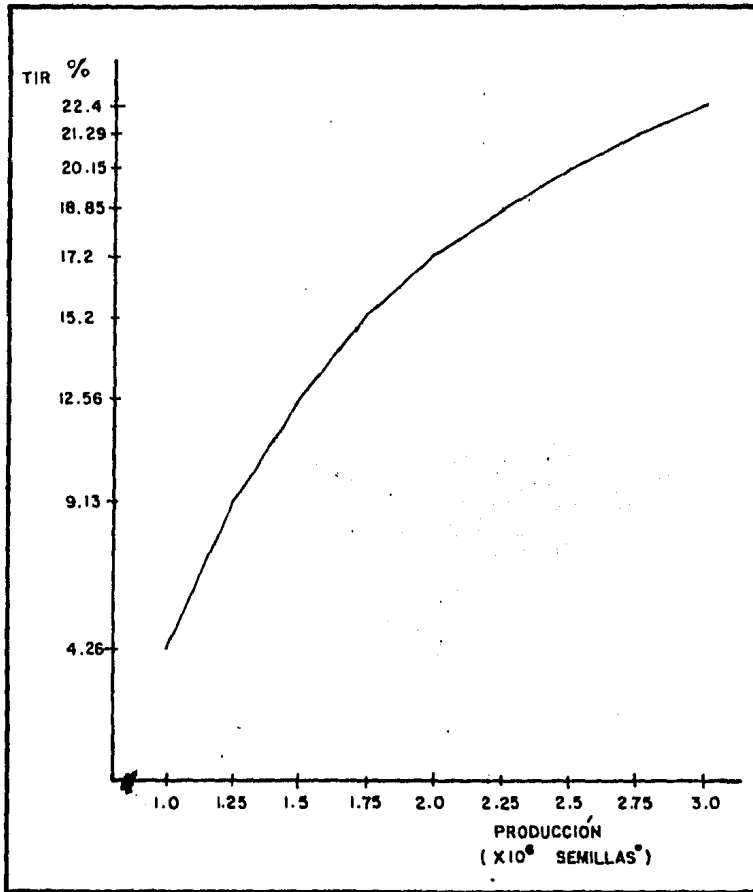


FIGURA. 2

Relación entre la Tasa Interna de Rendimiento
y la escala de Producción.

Esta situación nos conduce a proponer dicho parámetro como importante, especialmente cuando el análisis se realiza para producciones pequeñas y además -a través del parámetro "eficiencia del colector"- a tratarlo indirectamente como una variable exógena y someterlo a un análisis de riesgo posterior.

3.3 CONCLUSIONES

Según emana de los resultados y discusión presentados, el análisis de sensibilidad ofrece múltiples aplicaciones de las cuales mencionaremos las más importantes.

Con respecto a los parámetros a los que la TIR es más sensible:

- i) Demanda que sus estimaciones sean lo más exactas posibles y de ser necesario, reestimarlos nuevamente.
- ii) Sugiere la realización de experimentos para optimizarlos.
- iii) Si es el caso, conduce a su propuesta como variables exógenas y a su tratamiento en un análisis de riesgo.

Con respecto a los parámetros menos importantes:

- i) Permite simplificar el modelo por supresión de submodelos asociados a ellos.
- ii) Permite cierta flexibilidad en la parte del diseño correspondiente a ellos mediante la tolerancia de estimaciones gruesas, de cambios aleatorios en sus valores, o bien, durante la ejecución del proyecto, de eventuales alejamiento del planteamiento original.

En base a lo anterior podemos concluir que, a propósito de diseños de cultivos de preinversión, el análisis de sensibilidad constituye un instrumento útil y más eficiente que los de los métodos tradicionales, en tanto que se enmarca en una estructura formal y provee de un criterio objetivo para dirigir las investigaciones necesarias que conduzcan rápidamente a diseños mejor acabados.

A efecto de ofrecer un panorama completo y como un paso previo al análisis de riesgo, debemos señalar las limitaciones que el análisis de sensibilidad encuentra dentro de este trabajo, haciendo la aclaración que algunas de dichas limitaciones no son inherentes al análisis en sí mismo, sino al desconocimiento que aún se tiene de algunos aspectos del cultivo.

Encontramos que en nuestro caso:

- i) En cada ocasión, la sensibilidad se evalúa desde un nuevo punto de operación que no necesariamente se puede -- tener en la realidad. Desde ese punto de vista, el análisis puede establecer directrices pero no es estrictamente realista.

- ii) Es necesario asumir que el sistema es determinístico, o sea que los valores de los parámetros permanecen constantes, lo cual generalmente no ocurre, y menos aún en los procesos que dependen de la producción biológica.

- iii) Desde la perspectiva del inversionista y asociado a lo anterior, una sola estimación de la TIR para cada parámetro modificado ofrece un panorama limitado y una base poco confiable para la toma de decisiones.

CAPITULO IV
ANALISIS DE RIESGO

4.1 INTRODUCCION.

Dentro del alcance de este trabajo, el análisis de riesgo - corresponde al del concepto tradicional manejado por la metodología de evaluación de proyectos de inversión, o sea, un análisis que permite disminuir la incertidumbre que se tiene en una propuesta de inversión (Coss, 1981).

Más específicamente, el análisis que se realizará pretende - contender con el desconocimiento del comportamiento estocástico del sistema mediante la simulación con la técnica Monte Carlo - de variaciones al azar, no controlables, de algunos de los parámetros involucrados. El resultado final de dicha simulación es el establecimiento de una distribución de probabilidades de la variable de respuesta (la TIR en este caso).

4.2 EL MODELO DE RIESGO.

La estructura del modelo de riesgo es resultante de un proceso de incorporación de modificaciones al modelo original que - reflejan el efecto que producen las variaciones en los valores - de los parámetros, cuando dichas variaciones no son controladas por el cultivo, y de consideraciones de técnica computacional - que permiten un desarrollo más eficiente del análisis.

A continuación, señalaremos las características principales del modelo de riesgo que se incorporan como modificaciones al modelo original:

1) Los valores de los parámetros no permanecen constantes sino que varían estocásticamente.

2) Dichas variaciones se generan en la simulación con la misma oportunidad con que es posible que ocurran en la realidad, es decir, cada vez que, en el tiempo, el cultivo enfrenta la posibilidad de que el valor del parámetro cambie.

3) Se incluye un conjunto de decisiones durante el proceso de cultivo que permitan al acuacultor actuar a consecuencia de variaciones no controlables en el comportamiento de la producción, a la vez que respetar una técnica de cultivo preestablecida.

4) Se asume que el acuacultor es capaz de determinar el tiempo óptimo de cosecha con suficiente aproximación, mediante el conocimiento de los costos de esfuerzo de cultivo que se tienen y el valor de la producción al momento.

5) Se define capacidad instalada como el número mínimo de colectores y de artefactos de crecimiento requerido para manejar una producción deseada, y para efecto del análisis, su va-

lor se establece previamente a través de un análisis de sensibilidad realizado con la misma escala de producción y desde el punto de operación definido por las "mejores" estimaciones de los parámetros.

6) La distribución de probabilidades de la TIR se establece generando valores estocásticos individuales de ella. El procedimiento para obtener dichas variaciones consiste, primeramente, en generar un conjunto de valores estocásticos de los parámetros que definan una situación de riesgo específica para el proyecto, y enseguida, determinar la TIR asociada mediante el cálculo, a diferentes tasas de interés, del valor presente del flujo de capital del proyecto así definido.

Una nota importante que debe hacerse es que, a efecto de interpretar los resultados del análisis, el modelo de riesgo se modifica parcialmente para realizar simulaciones con cada uno de los parámetros seleccionados por separado (a la manera del análisis de sensibilidad); a excepción de los parámetros que presentan correlación entre sí, como en los casos de la tasa de crecimiento y talla asintótica y de los coeficientes alométricos, para los cuales el análisis se realiza variando simultáneamente los parámetros correlacionados.

En el apéndice 2 presentamos el programa de computadora en lenguaje BASIC que realiza el análisis de riesgo, así como

los diagramas y las explicaciones correspondientes.

4.3 SELECCION DE PARAMETROS Y DE DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD.

Para llevar a cabo el análisis de riesgo se requiere de seleccionar aquellos parámetros que su posición dentro de la estructura del modelo y/o el rango de variación de sus valores - los señalen como importantes. Para ello, se tomaron en cuenta los resultados del análisis de sensibilidad y se seleccionaron aquellos parámetros que modificaban la rentabilidad en más de un 10% su valor original.

El siguiente paso consiste en proponer una distribución de probabilidades para cada uno de ellos. Esta etapa del análisis es sin lugar a dudas, una de las más importantes, tanto -- por sus efectos en los resultados finales como por la dificultad que se encuentra en obtener la información que permita -- abordar el problema.

Parámetros del submodelo biológico-

Postulamos que la variación de las características biológicas relativas al crecimiento en longitud y peso del total de - la población en cultivo, son debidas a la expresión de esas características hechas en forma individual por cada organismo. -

Lo anterior, implica la hipótesis de que cada organismo es "portador" de un conjunto de valores de los parámetros en cuestión, que permanecen constantes durante todo el crecimiento.

De esa forma, podemos establecer una distribución de probabilidades para cada parámetro, si conocemos como varían sus valores a través de estimaciones hechas individualmente de las diferentes posibilidades incluidas en un conjunto de muestras que fue necesario obtener para llevar a cabo el análisis.

Por otro lado, como las variables asociadas al submodelo biológico representan un comportamiento "promedio" del total -- de individuos en cultivo, necesitamos predecir los valores promedio de los parámetros y su probabilidad de ocurrencia utilizando, para cada muestra, una distribución normal de varianza:

$$S_{\bar{x}}^2 = \frac{S^2}{n}$$

donde; $S_{\bar{x}}^2$: varianza del promedio

S^2 : estimador de la varianza poblacional σ^2

n : tamaño de la muestra.

y utilizando como estimación de la media de dicha distribución -- la media de la población original (μ), estimada a su vez por el promedio de la muestra de que se dispone.

El empleo de una distribución de este tipo se encuentra -- fundamentado en el teorema del límite central de la estadística (Snedecor, 1980).

Este teorema afirma que si se extraen repetidamente muestras al azar de tamaño n de cualquier población (no necesariamente normal) con media μ (media poblacional) y varianza σ^2 -- (varianza poblacional), la distribución de frecuencias de los promedios de esas muestras tienen también una media μ y una varianza σ^2/n (en nuestro análisis, como sólo disponemos de -- una muestra para cada caso, hemos estimado μ y σ^2 como el promedio y la varianza - S^2 de la ecuación anterior - de la muestra disponible). Adicionalmente, el teorema afirma que dicha distribución de los promedios de las muestras es normal siempre -- que, o la distribución de la población original sea normal, o -- si presenta un marcado sesgo, el tamaño de n sea grande.

Por lo anterior y tomando en cuenta que las distribuciones de las muestras que se utilizaron (no se incluyen en este trabajo) se aproximan razonablemente a una distribución normal, consideramos adecuado aplicar el teorema del límite central para -- generar las variaciones de los parámetros biológicos.

En lo sucesivo - para el submodelo biológico - utilizaremos el término parámetro cuando nos refiramos al parámetro promedio.

a) Coeficientes alométricos.

Las estimaciones de los parámetros de la ecuación de crecimiento alométrico en peso, se llevan a cabo transformando ésta, a la ecuación de una línea recta. De acuerdo a esto:

$$\bar{W}_t = a \bar{l}_t^b$$

que transformada nos da:

$$\ln \bar{W}_t = \ln a + b \ln \bar{l}_t$$

donde

\bar{l}_t : longitud individual promedio al tiempo t

\bar{W}_t : peso individual promedio al tiempo t.

Si consideramos la distribución del peso promedio que presentan las muestras para cada longitud al tiempo t, tenemos una situación como la representada en la figura 3, en la que las esquematizaciones de las distribuciones indican la probabilidad de que los individuos en cultivo tengan un peso promedio \bar{W}_t , cuando su talla media es \bar{l}_t .

Para establecer las distribuciones de los parámetros, procedemos a escoger al azar un peso \bar{W}_t para todas y cada una de las \bar{l}_t , mediante un generador de variaciones estocásticas que simula una distribución normal.

PESO
INDIVIDUAL
PROMEDIO

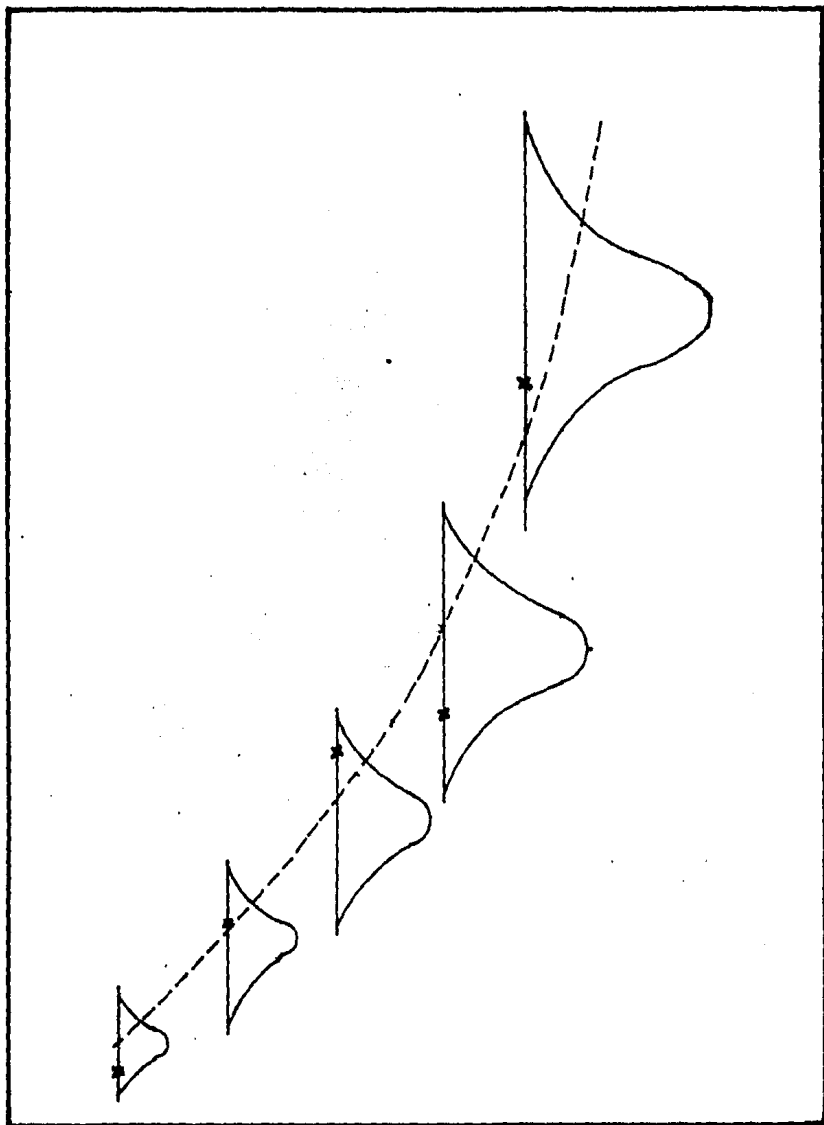


FIGURA 3

TALLA INDIVIDUAL PROMEDIO

Distribucion de probabilidades de los pesos individuales promedio
correspondiente a Tallas individuales promedio.

A partir de estos datos y utilizando la ecuación linealizada, se estiman los parámetros a y b de la ecuación original mediante una regresión por mínimos cuadrados, de tal manera -- que:

a = antilogaritmo de la intersección con la ordenada

b = pendiente de la recta ajustada.

En la figura 3, se presenta un ejemplo gráfico de la forma en que esto se lleva a cabo y en la cual, los puntos marcados con una x en la base de cada distribución, indican el valor de peso elegido al azar para cada longitud y la línea de trazo interrumpido, corresponde a la curva de crecimiento ajustada.

El procedimiento se repite tantas veces como la simulación lo requiera, de tal forma que, al final de la misma, se pueda contar con un conjunto de estas curvas y de las estimaciones de los parámetros correspondientes.

Para un total de 300 de ellas se obtuvieron las distribuciones y los estadísticos de las figuras 4 y 5 en los valores de a y b , respectivamente.

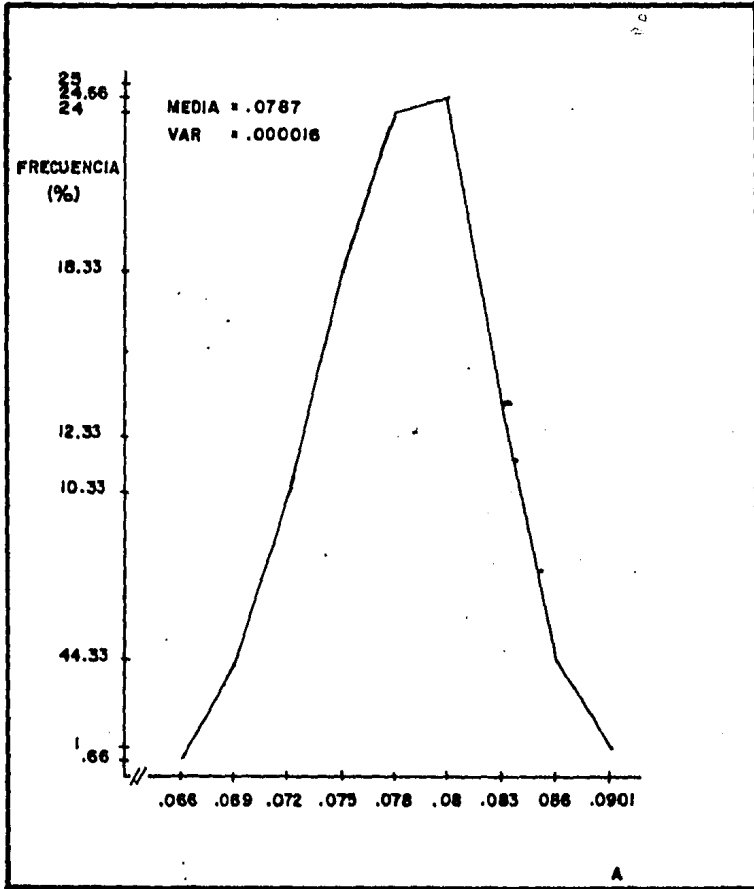


Fig.- 4 Distribución de frecuencias del coeficiente alométrico A
 (Factor de condición)

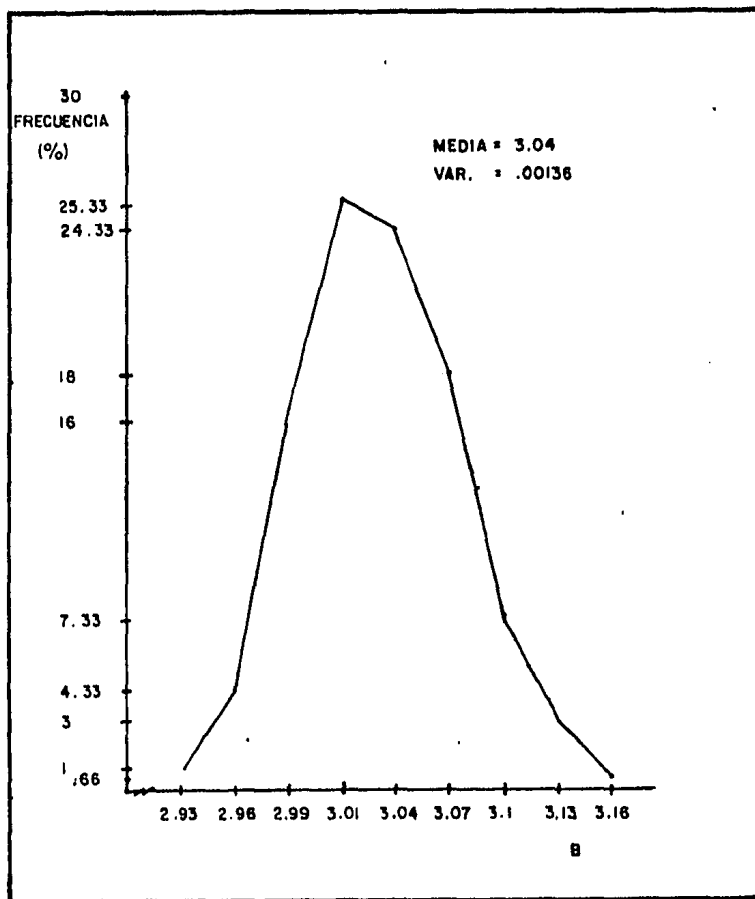


FIGURA 5

Distribución de frecuencias del coeficiente alométrico B (exponente).

b) Talla asintótica y constante de crecimiento.

Las estimaciones de éstas se realizan por el método de Ford-Walford (Ehrhardt, 1981), que consiste en estimar los parámetros de la ecuación de una recta construida con los datos de longitud al tiempo $t + 1$, contra los datos de longitud al tiempo t . Con este método, se tiene que la intersección de la recta con la de la función de identidad, proporciona una estimación de la talla asintótica, y el logaritmo natural negativo de la pendiente; una de la constante de crecimiento.

Así, los parámetros están dados por:

$$K = -\ln(\text{pendiente})$$

$$\text{y } L_{\infty} = \text{intersección con la ordenada} / (1 - \text{pendiente}).$$

Los diferentes conjuntos de datos de \bar{l}_t y \bar{l}_{t+1} se obtienen de una manera similar a la ya expuesta para los de peso, o sea, generando para todos y cada uno de los tiempos t , el valor de la longitud al azar \bar{l}_t correspondiente y con este conjunto, procediendo como se describió en el párrafo anterior.

En la figura 6, un conjunto de estos datos se marca con cruces y la curva que se presenta con trazo interrumpido, co-

TALLA INDIVIDUAL
PROMEDIO

63

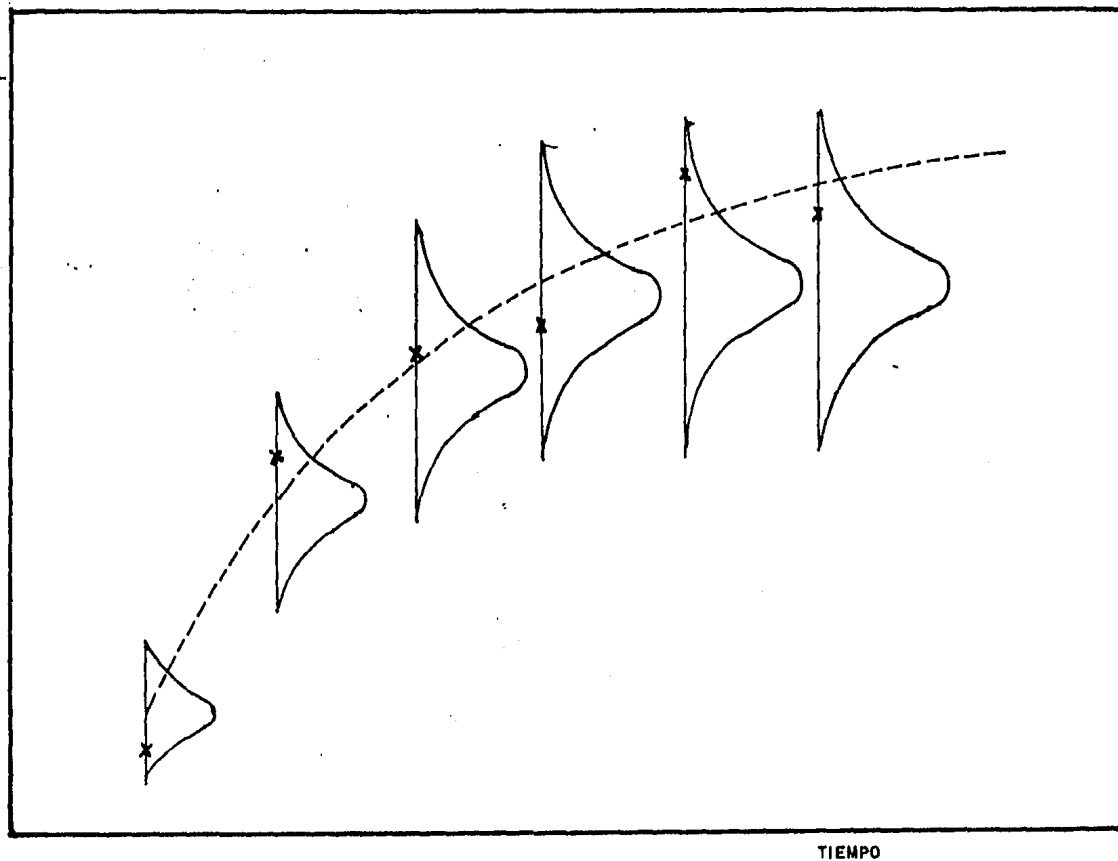


FIGURA 6
Distribucion de Probabilidades de las Tallas Individuales promedio a diferentes
Tiempos.

responde a la que predicen los parámetros ajustados.

En este caso también, la simulación repite el procedimiento un determinado número de ocasiones. Para una muestra de 300 estimaciones se obtienen las distribuciones y estadísticos de las figuras 7 y 8 para L_{∞} y K, respectivamente.

Número inicial de semillas-

Se incluye este parámetro en el análisis de riesgo por las razones expuestas en la discusión del análisis de sensibilidad y las variaciones de dicho número, se realizan através de las posibles de observar en la eficiencia con que los colectores captan la semilla del medio acuático.

El generar las variaciones de esa forma, obedece a que el acuacultor sólo puede conocer dicha eficiencia una vez que las actividades de captación de semilla han concluido. En otras palabras; el acuacultor no es capaz de predecir cual será la disponibilidad de larvas en el medio y por tanto, tampoco lo es de responder a sus posibles variaciones mediante la introducción de un número mayor o menor de colectores, según la ocasión, que le permita obtener el número total de semillas deseado.

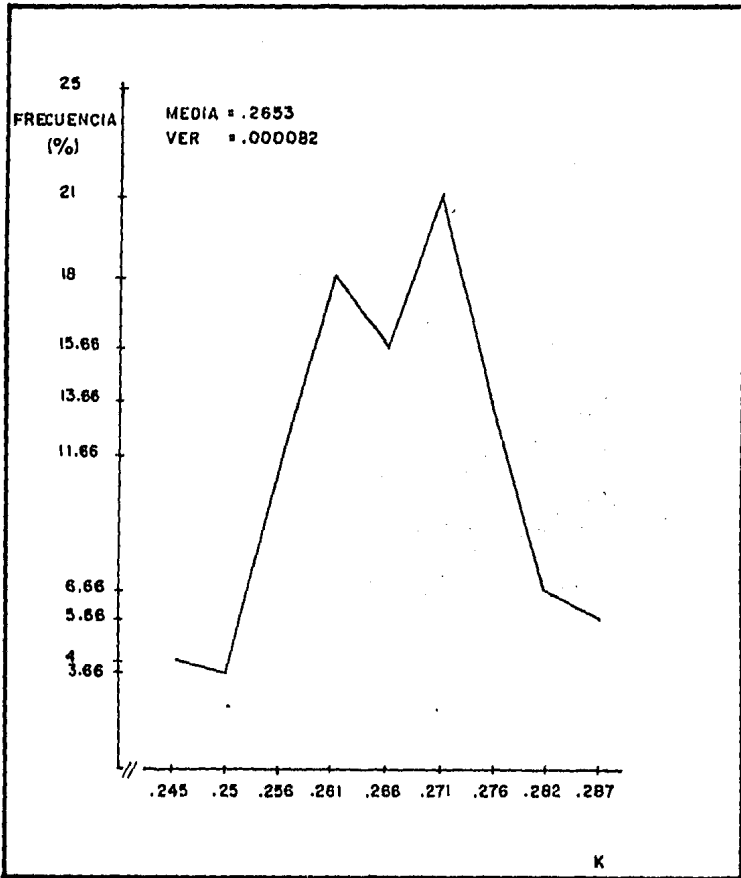


Fig. 7 - Distribución de frecuencias de la constante de crecimiento (K)

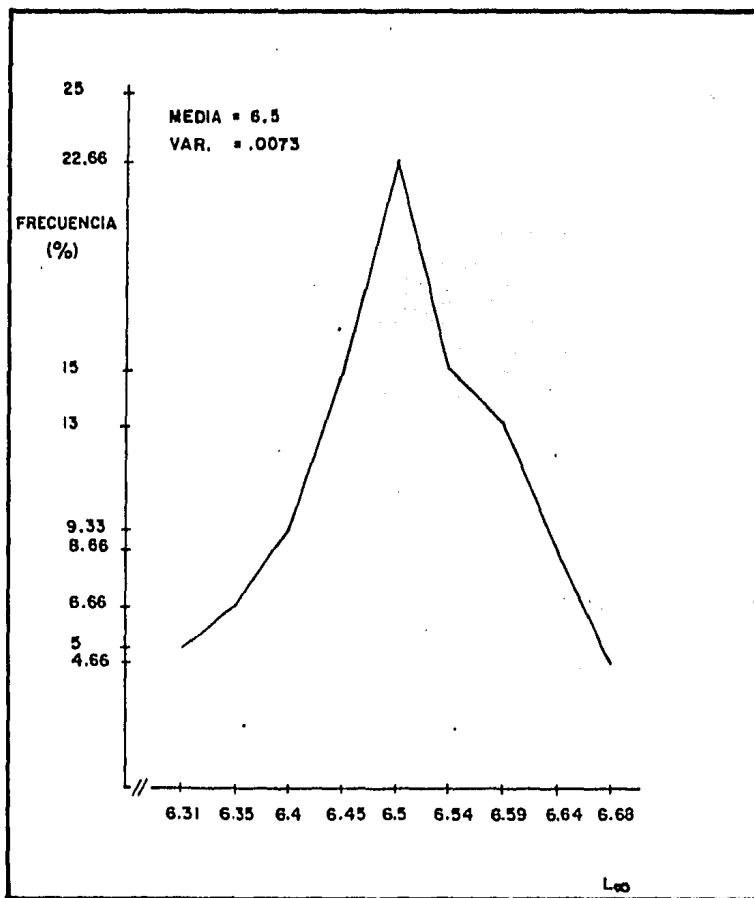


Fig. 8-Distribución de frecuencias de la talla asintótica (Loo).

En la figura 9 se presenta un histograma con la distribución de frecuencias de la eficiencia del colector en el sitio del cultivo, así como su media y su varianza.

Para este parámetro, también interesa predecir las variaciones de sus valores promedio, por lo que la simulación se realiza utilizando una distribución normal de varianza S_x^2 -según se definió a propósito de los parámetros del submodelo biológico-.

Precio del producto

Decidimos establecer su distribución de probabilidades en base a los precios que tiene el producto puesto en planta en el mercado regional, de tal forma que la probabilidad que tiene el acuacultor de vender su producto a un precio determinado, es función de la proporción de compradores que está en disponibilidad de ofrecer dicho precio.

Las variaciones estocásticas del parámetro se simulan por medio de una distribución empírica, propuesta como resultado de una investigación en el mercado regional. Se encontró que el precio sigue un comportamiento como el descrito en la figura 10.

Costo unitario de equipo de cultivo a seis años

En este caso fué necesario separar el costo en dos componen

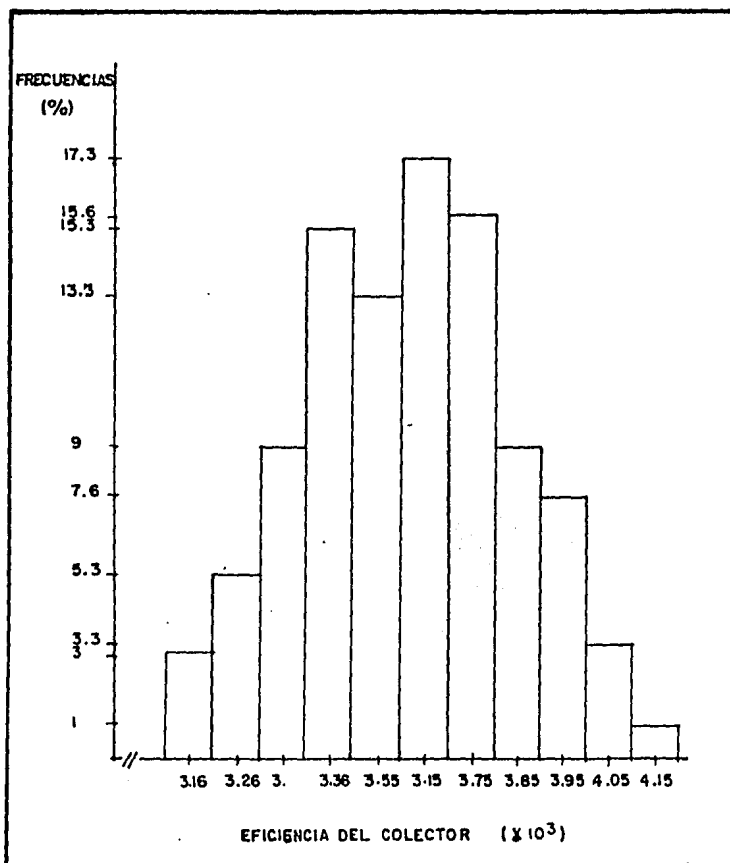


Fig.9 - Distribución de frecuencias observada del número de semillas por colector.

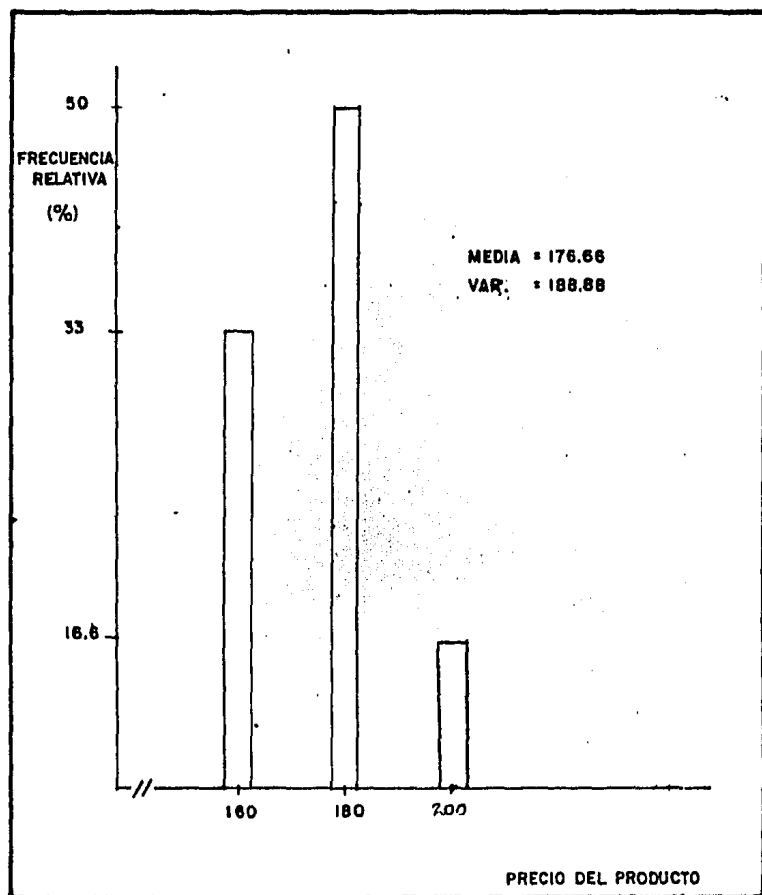


Fig. 10- Distribución empírica del precio del producto.

(Los valores del parámetro adquieren valores discretos)

tes, uno de ellos sujeto a variación y el otro constante.

El primer componente corresponde al costo de los artefactos de cultivo por artefacto. Este tipo de equipo se importa desde Japón a través de un proveedor de los Estados Unidos y de acuerdo con la experiencia de este último, se obtuvo la distribución que se presenta en la figura 11, en la que se observan tres cotizaciones con las respectivas frecuencias relativas en porcentaje. Estas variaciones, según fue comunicado, se deben fundamentalmente a variaciones en el costo de los materiales empleados.

Las variaciones fueron generadas también por medio de una distribución empírica ajustada a la descripción hecha por el proveedor.

El segundo componente del equipo es de manufactura nacional y corresponde al 8.2% del valor total del parámetro. La investigación de las fluctuaciones de este costo condujo a la conveniencia de, para efecto del análisis, optar por mantenerlo constante ya que su variación se debe principalmente a efectos inflacionarios.

4.4 RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de la simulación se presentan en el orden --

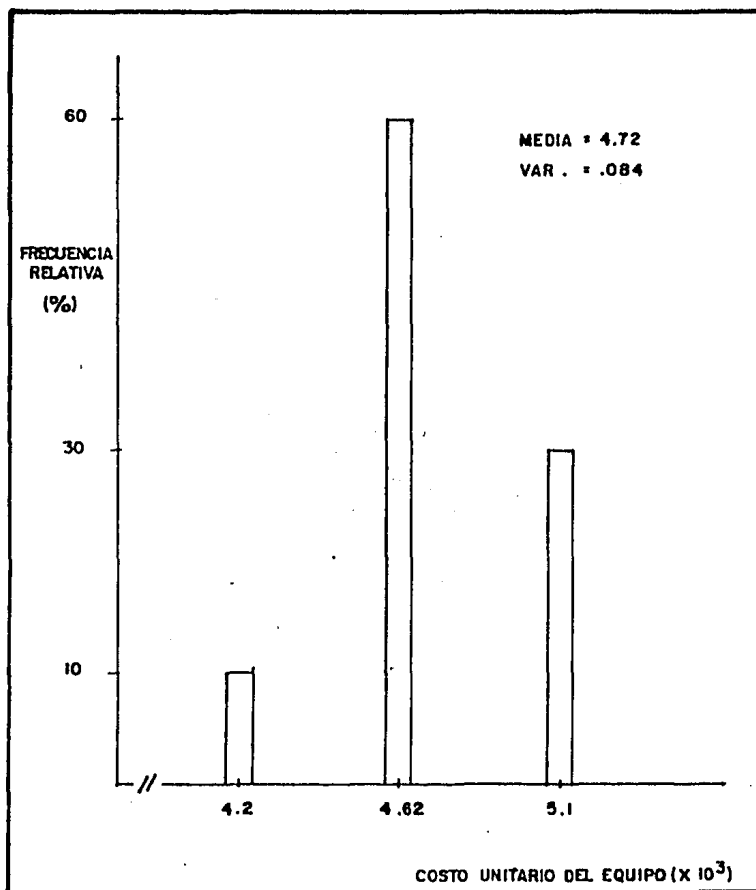


Fig. II- Distribución empírica del costo del equipo.

(Los valores del parámetro adquirieron valores empíricos)

que se señala a continuación.

Análisis de riesgo incluyendo variaciones estocásticas de -
el(los) parámetro(s):

- 1) Talla asintótica y constante de crecimiento
(figura 12)
- 2) Coeficientes alométricos (figura 13)
- 3) Eficiencia del colector (figura 14)
- 4) Costo del equipo de cultivo con V.U a seis años
(figura 15)
- 5) Precio del producto (figura 16)
- 6) Todos los anteriores en forma conjunta
(figuras 17 y 18).

En este trabajo, la importancia relativa de cada parámetro -
dentro del análisis de riesgo se establece conforme a los si -
guientes criterios:

a) Por la diferencia entre el valor de la TIR calculado a -
partir de las "mejores" estimaciones de los parámetros y la me -
dia obtenida en el análisis de riesgo asociado a cada parámetro
o pareja de parámetros en particular.

b) Por el efecto que tienen las variaciones del parámetro -
sobre la dispersión de los valores de la TIR con respecto a su -

promedio.

En la tabla 2 se presentan en forma resumida los estadísticos obtenidos observándose que, en general, tanto el desplazamiento de la media como el incremento en la amplitud de la distribución tienden a variar conjuntamente; siendo mayores en el caso de los parámetros económicos.

A continuación, se hace una discusión por separado del resultado obtenido con cada uno de los parámetros.

- Talla asintótica y constante de crecimiento.

Los resultados del análisis los señalan como los parámetros de menor importancia. En la figura 12, es posible observar que el promedio de la TIR obtenido es muy cercano al correspondiente a las "mejores" estimaciones (22.2%) y que su distribución presenta un truncamiento en sus valores superiores; aunque éstos son apreciablemente mayores que dicho 22.2%.

Lo anterior, obedece a que la magnitud de la capacidad instalada (en número de artefactos de crecimiento; como se definió en el inciso 5 de la parte EL MODELO DE RIESGO), está determinada por las "mejores" estimaciones de los parámetros de crecimiento en talla y de mortalidad. Así, para aquellas combinaciones de los valores de los primeros que determinen --

TABLA 2.

PARAMETROS	MEDIA DE LA TIR (%)	D.S. DE LA TIR
Talla asintótica y		
constante de crecimiento	22.17	.419
Coeficientes alométricos	22.32	.467
Eficiencia del colector	20.77	.701
Costo del equipo con V.U.		
a seis años	21.33	1.613
Precio del producto	21.0	1.757
Todos los anteriores en		
forma conjunta	19.13	2.514

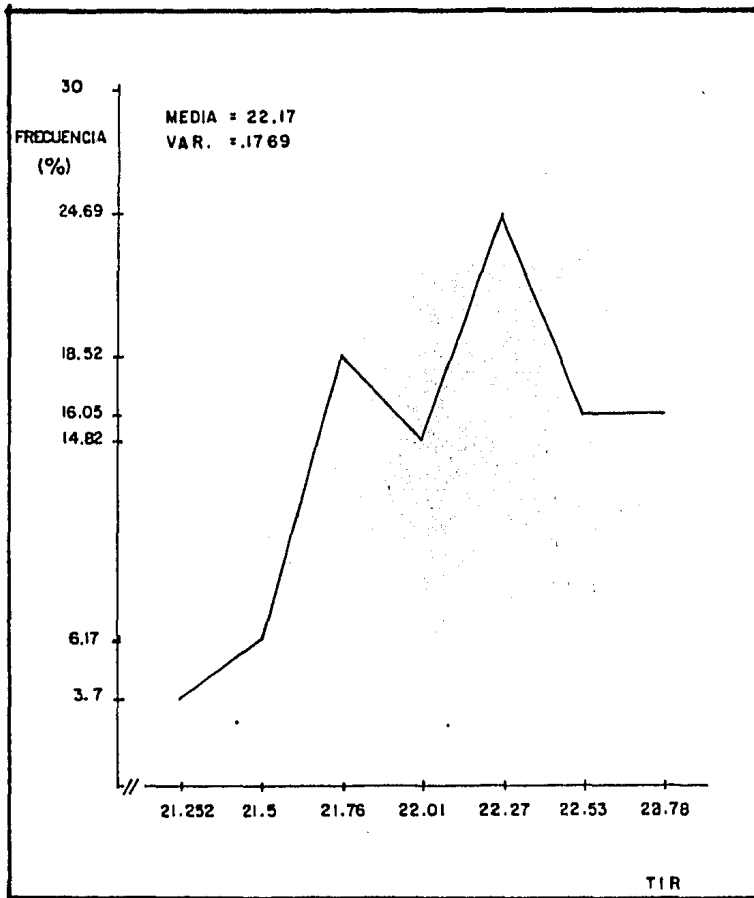


Fig.12. - Distribución de frecuencias de la TIR para variaciones en la talla asintótica y la constante de crecimiento.

que, en un momento dado del cultivo, el número de artefactos - es insuficiente para proporcionar un área adecuada a la totalidad de los organismos presentes; la capacidad instalada impone un efecto restrictivo que obliga al desalojo de una fracción - de ellos y que se refleja en la imposibilidad de obtener rendimientos económicos más allá de un determinado valor de la TIR.

En relación a este último punto, es oportuno destacar la ventaja de proponer la capacidad instalada -en número de artefactos de crecimiento- como una variable de control que optimice la esperanza de la rentabilidad del cultivo, ya sea incrementando o decrementando el número de dichos artefactos.

- Coeficientes alométricos.

Revisten escasa importancia, sobre todo si la comparamos con la que se les atribuye en el análisis de sensibilidad. En la figura 13, podemos observar una tendencia a conformar una - distribución simétrica de los valores de la TIR y un valor promedio cercano al 22.2% (el asociado a las "mejores" estimaciones).

Los resultados obtenidos con estos parámetros no conllevan un interés adicional y sólo es importante mencionar que, - en contraste a los parámetros tratados en la sección anterior, el efecto que producen sus variaciones sobre la TIR no se ve -

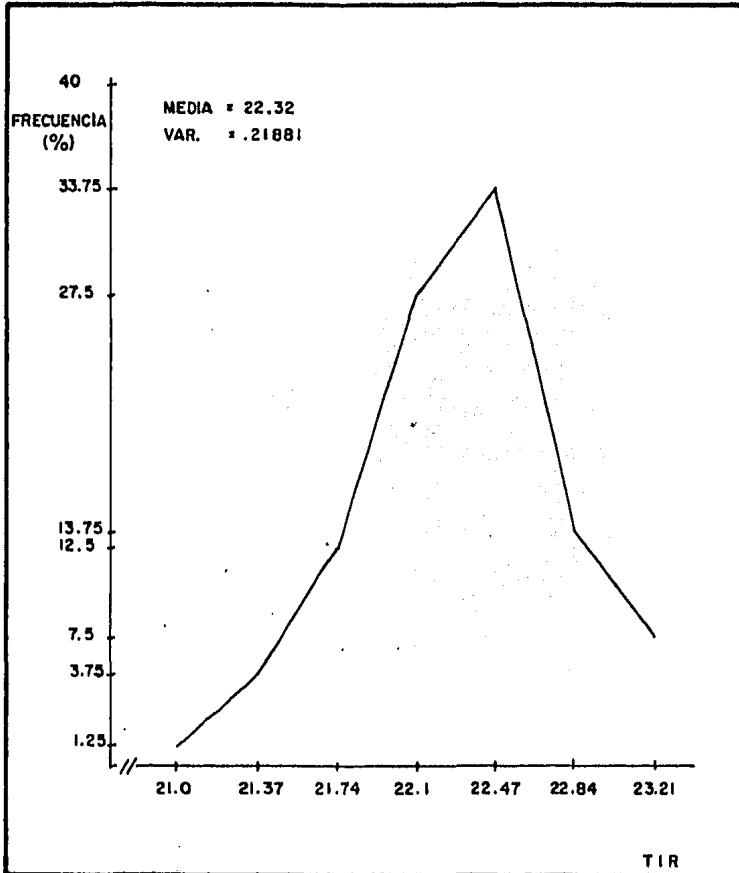


Fig.13.- Distribución de frecuencias de la TIR para variaciones en los coeficientes alométricos.

afectado por la capacidad instalada ya que, conforme a la técnica propuesta, la densidad de los organismos en cultivo se establece en base a un criterio que considera su talla y no sus pesos individuales.

- Eficiencia del colector.

Resulta ser un parámetro de importancia intermedia, sin embargo, debe señalarse que los datos con que se genera su distribución, corresponden a una muestra de colectores obtenida en una sola introducción y la simulación asume que la población natural de reproductores permanece constante cada vez que se realizan las actividades de "fijación".

Esta suposición, evidentemente, carece de un fundamento sólido y lo más probable es que la población natural presenta durante la temporada de "fijación" varíe en cada ocasión, tanto por fluctuaciones normales en su dinámica, como por efecto de la pesquería no controlada existente.

El enfrentar este problema nos lleva a proponer las siguientes alternativas, que no son excluyentes entre sí:

a) En el mejor de los casos, la elaboración de un modelo integral del sistema pesquería-cultivo de la especie en cuestión, que permita su manejo óptimo mediante la actividad combi-

nada de extracción y cultivo.

b) A corto plazo, el desarrollo de una técnica que permita predecir la eficiencia de los colectores, mediante la cuantificación de larvas en el medio acuático.

c) La incorporación del número de colectores como una variable de control en el sistema, que en combinación con el número de artefactos de crecimiento, permitan determinar un óptimo para éste en condiciones de incertidumbre.

Con respecto a esta última alternativa, señalaremos que, de forma similar a los parámetros de crecimiento en talla, la capacidad instalada propuesta (en número de colectores y de artefactos de crecimiento) es la causa del truncamiento que presenta la distribución de la TIR en la figura 14, así como de la diferencia entre el promedio que se obtiene y el 22.2%.

- Costo del equipo con V.U. a seis años.

Su importancia es comparativamente grande, observándose además que los distintos valores que la TIR toma son muy pocos y se encuentran agrupados en modas asociadas a los valores individuales que puede adquirir el parámetro (figura 15). A esto último, contribuye el que, comparado con el resto de los parámetros y para un mismo tamaño de muestra de la TIR, el - -

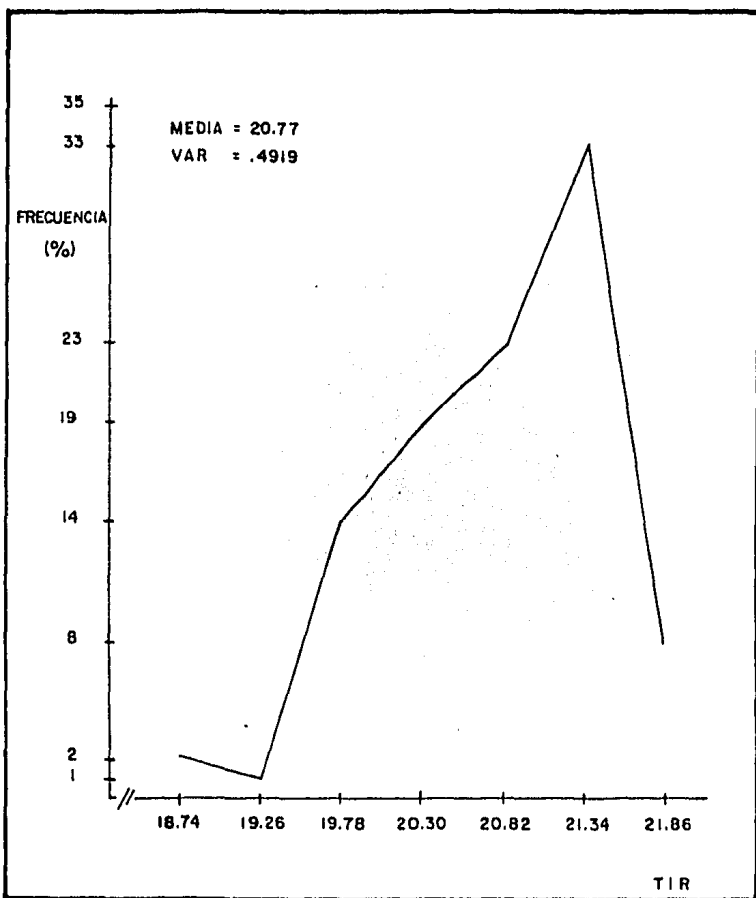


Fig 24. Distribución de frecuencias de la TIR para variaciones en la eficiencia del colector.

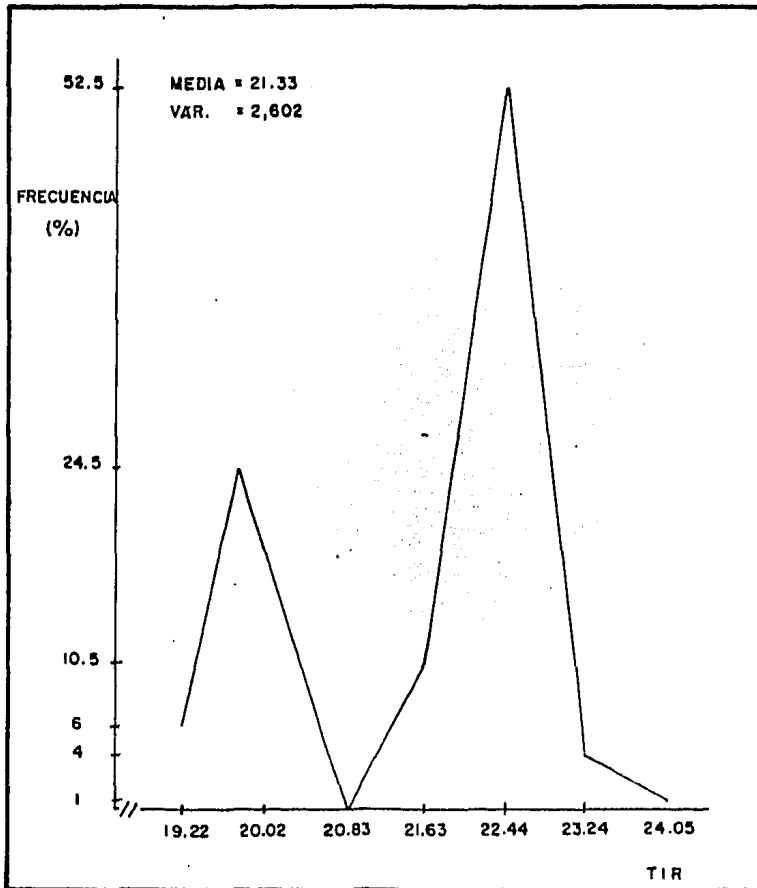


Fig. 15. -Distribución de frecuencias de la TIR para variaciones en el costo del equipo

costo del equipo tiene menos oportunidades de cambiar su valor.

Si se desea tener una mejor aproximación de los efectos de este parámetro, es recomendable realizar una simulación con un tamaño de muestra mayor que el utilizado y con el cual, tal vez pudiera obtenerse algunos valores de la TIR en el intervalo cercano al 20-21% y que por el momento, presenta una frecuencia igual a cero.

Una consideración importante que no debe pasarse por alto, consiste en que los valores estocásticos del costo, se generan de acuerdo a una distribución empírica basada en la experiencia de un proveedor del equipo en un mercado extranjero. Resulta así evidente que el modelo se encuentra limitado, en tanto que no analiza el riesgo de devaluación de la moneda nacional, ni el efecto que los procesos inflacionarios del propio país extranjero puedan tener sobre el costo del equipo.

Por último, debe también mencionarse la diferencia que existe entre el costo propuesto para el análisis de sensibilidad y el valor promedio que se obtiene en el análisis de riesgo y la cual produce la evidente diferencia entre el 22.2% de la TIR obtenida en el primer caso y la TIR promedio del segundo.

- Precio del producto.

Es el parámetro más importante dentro del análisis de riesgo que aquí se ha realizado. Su discusión es similar a la del costo del equipo, ya que constituyen parámetros de la misma naturaleza y el método seleccionado para generar sus variaciones estocásticas, es esencialmente el mismo.

En esta situación, se tiene también que la distribución de la TIR (figura 16) presenta modas asociadas a valores discretos individuales del parámetro y el valor promedio en ella es un poco inferior al 22.2%, pues la media de las variaciones estocásticas del parámetro es correspondientemente inferior a su "mejor" estimación.

De ser necesario, tanto el precio del producto como el costo del equipo pueden ser sometidos a un análisis alternativo que evalúe simultáneamente los efectos de la inflación y de las condiciones de incertidumbre en las estimaciones de la TIR.

Más adelante, haremos una discusión sobre este mismo punto.

- Conjunto de todos los parámetros.

En las figuras 17 y 18 se tienen los resultados de la simulación cuando todos los parámetros que se consideran para el --

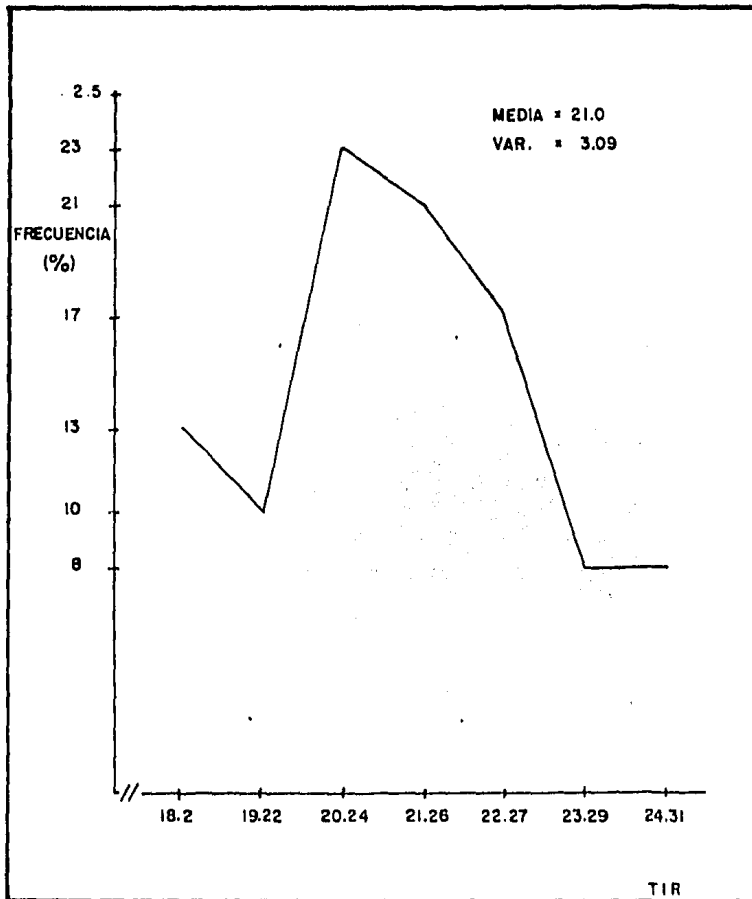


Fig.16. -Distribución de frecuencias de la TIR para variaciones en el precio del producto.

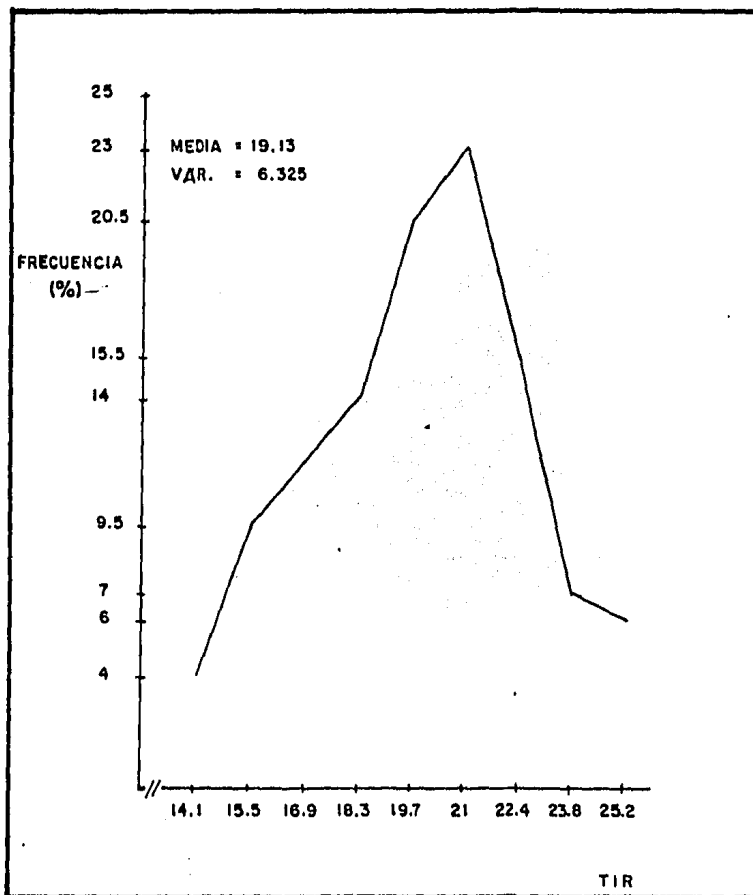


Fig. 17 - Distribución de frecuencias de la TIR cuando varían conjuntamente todos los parámetros considerados.

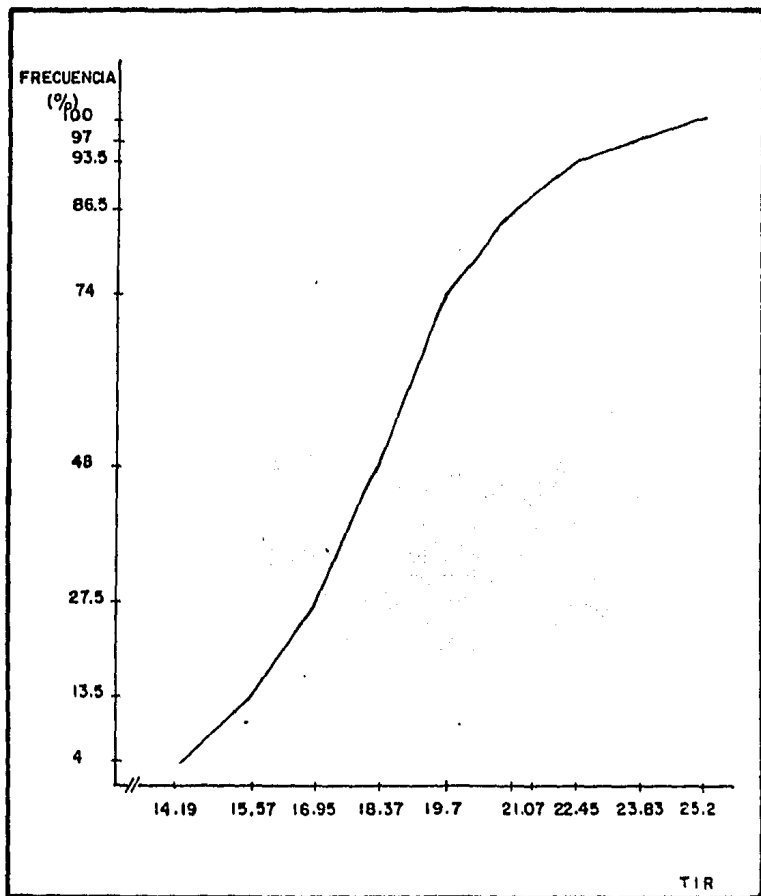


Fig.18.- Distribución de frecuencias acumuladas de la TIR.

análisis varían estocásticamente.

Observamos algunas características que diferencian estos resultados con los que se tienen cuando la simulación se realiza con los parámetros por separado:

- a) La TIR promedio se encuentra notoriamente más alejada del 22.2% asociado a las "mejores" estimaciones.
- b) La variación de los valores estocásticos de la TIR es mayor.
- c) La distribución de estos últimos tiende a conformar un patrón simétrico.

Estas diferencias muestran una consistencia en el análisis, ya que cabe esperar que cuando todos los parámetros actúen en forma conjunta, produzcan un efecto más acentuado que el que se tiene cuando actúan aisladamente.

En las figuras 19 y 20 se grafican los valores de la media y la desviación estándar de las distribuciones de la TIR para tamaños de muestra crecientes. Estas gráficas proporcionan un medio para determinar un tamaño de muestra conveniente con el cual llevar a cabo la simulación (Pouliquen, 1970).

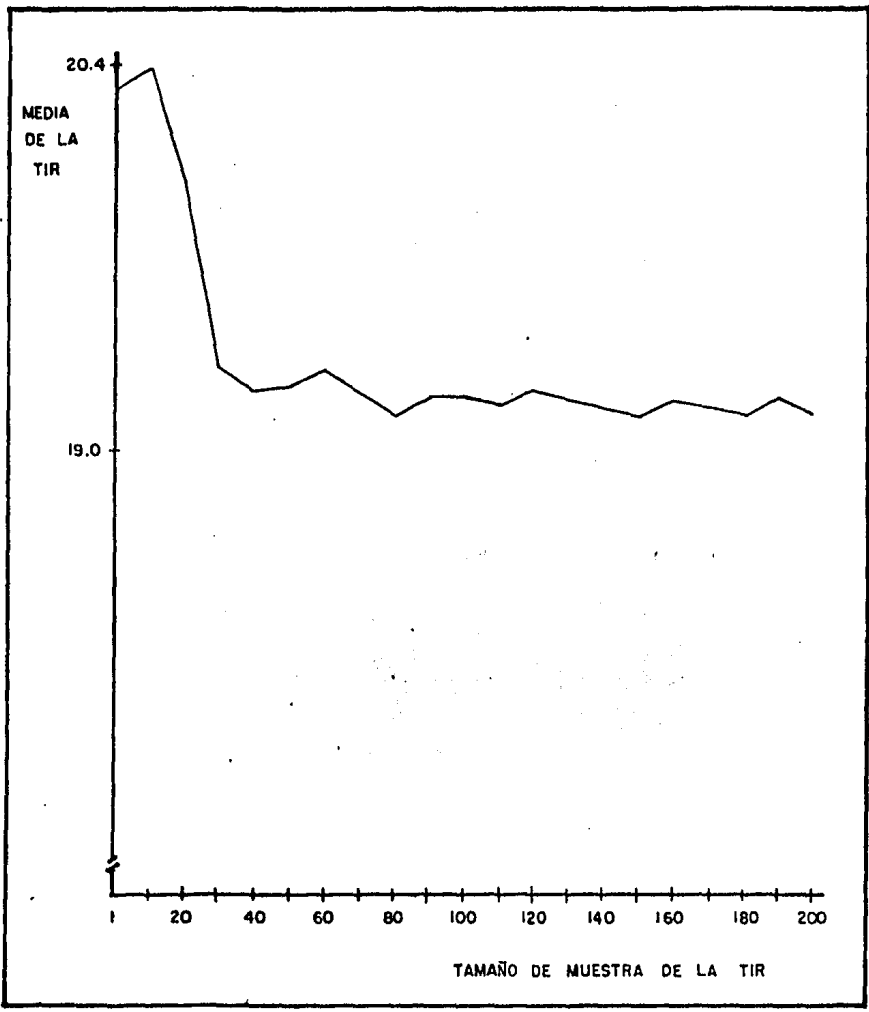


FIGURA. 19

Media de la TIR para Tamaño de muestra creciente.

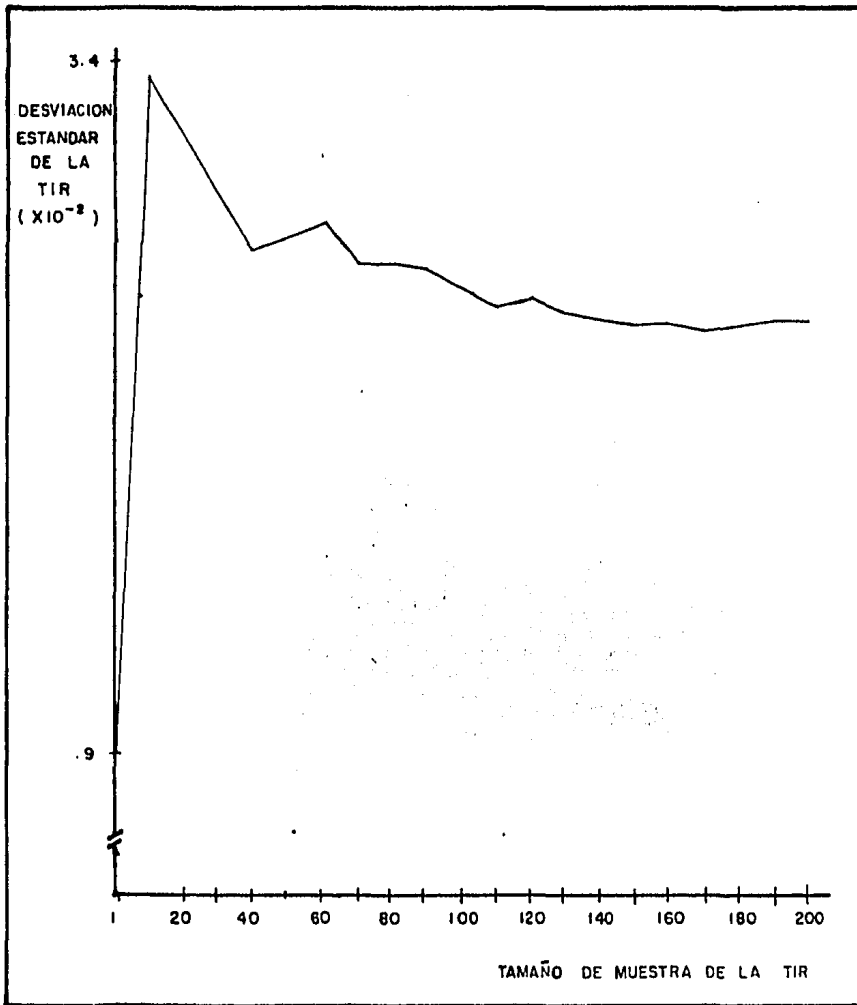


FIGURA. 20

Desviación estandar de la TIR para Tamaño de muestra creciente.

Cuando la muestra es mayor de aproximadamente 120 valores de la TIR, los valores de ambos estadísticos varían en un porcentaje muy pequeño, proporcionando buenas estimaciones de ellos.

En ocasión de tratar el análisis de riesgo de una forma global, consideramos oportuno hacer una discusión sobre los criterios utilizados para generar las variaciones aleatorias de los parámetros que intervienen.

Con respecto a los parámetros biológicos y para la técnica de cultivo establecida; podemos proponer que sus variaciones se deben únicamente a la propiedad intrínseca que tiene la población de variar en su crecimiento de forma normal, a través de los diferentes fenotipos que pueda expresar la variabilidad de su material genético; o alternativamente, proponer que se deben a cambios ecológicos en el sitio donde se realiza el cultivo.

La primera alternativa puede ser aplicada a todos los parámetros, puesto que no tenemos una razón para suponer que por causas genéticas permanezcan estrictamente constantes; pero la segunda, sólo podremos utilizarla en aquellos parámetros que representan un fenómeno susceptible de ser modificado por el ambiente en el que se da, es decir, cuando se observe que la variación en sus valores es mayor que la explicada únicamente-

por causas de variabilidad genética.

Ante este panorama, decidimos optar por la primera alternativa, ya que para el exponente de la ecuación de crecimiento - en peso y para la talla asintótica, hemos asumido que son características cuya variación sólo se explica por causas genéticas y para los otros parámetros no estamos, por el momento, en posibilidad de proponer un modelo que los relacione con variables exógenas de tipo ecológico. Adicionalmente, decidimos -- mantener constantes los valores de los parámetros dentro de -- cada ciclo de producción, pues no existe evidencia de que dichos valores cambien sensiblemente en el transcurso del crecimiento.

Para los parámetros de tipo económico, se presenta una dificultad especial al analizarlos en condiciones de incertidumbre cuando prevalece un proceso inflacionario en la economía. En esas situaciones, resulta problemático obtener información que permita separar los efectos en los cambios de sus valores que son debidos a dicho proceso, y los que son debidos a las causas que típicamente se consideran en un análisis de riesgo. Sin embargo, en nuestro caso la dificultad no va más allá de eso, porque la metodología que se sigue para la evaluación económica en condiciones inflacionarias es diferente de la empleada para el análisis de riesgo; siendo posible, de ser necesario, hacer una combinación de ambas mediante la simulación -

de las condiciones de incertidumbre asociadas a, por ejemplo, predicciones de tasas inflacionarias pesimistas, optimistas y más probables (Coss, 1981).

Como el propósito de nuestro trabajo ha sido el ofrecer un instrumento para el diseño de cultivos suficientemente general, que con las modificaciones pertinentes se adecúe a condiciones particulares de sus usuarios, entonces, la evaluación en condiciones de incertidumbre se realiza a un nivel de análisis económico, en el que no existen impactos de la inflación sobre -- las estimaciones de la TIR, si se considera que la tasa de inflación afecta, por igual, a los costos y a los beneficios.

La aplicación de los métodos que sí evalúan el impacto de la inflación, será recomendable únicamente en aquellos casos -- en los que sea necesario adecuar el diseño a las condiciones -- específicas de un usuario en particular, pues la metodología -- empleada corresponde propiamente a un análisis financiero, en el que se consideran costos de depreciación de los activos y -- deducciones de impuestos por este concepto. Coss (1981), hace un tratamiento extenso del impacto de la inflación en proyectos de inversión y el lector interesado, es referido a este -- autor, si desea profundizar en el tema.

4.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Entre las ventajas del análisis de riesgo que lo hacen recomendable, encontramos las siguientes:

a) En una primera instancia, permite abordar el problema de establecer -por lo menos para los parámetros que se consideran más importantes- un rango de posibles variaciones en sus valores que se deben a factores no controlables por el sistema; a la vez que asignar una probabilidad de ocurrencia específica a cada uno de ellos. Su utilidad, en ese sentido, es complementaria a la del análisis de sensibilidad; siempre que dentro de éste la modificación del valor de algún parámetro no implique alteraciones al diseño original (costos y precio, por ejemplo). En los casos en que sí los implican (talla asintótica y otros); el análisis de riesgo deja de ser útil, pues la variación de los parámetros se explica únicamente por la posibilidad que se tenga de optimizar sus valores a través de procesos controlados y, evidentemente, el rango que puedan abarcar sólo puede ser establecido a posteriori.

b) Por otro lado, el análisis de riesgo que aquí se ha practicado no ofrece exclusivamente ventajas de carácter informativo; también es posible establecer directrices para investigaciones posteriores. Así por ejemplo:

i) El planteamiento del manejo de la capacidad instalada como una variable de control, conduce a un concepto de análisis de riesgo que normalmente no se maneja por la metodología tradicional de evaluación de proyectos. Estos métodos se limitan a evaluar el efecto de variaciones estocásticas en los parámetros, pero no ofrecen alternativas de diseño que permitan actuar a consecuencia de ellas y minimizar sus efectos desfavorables. Desde luego, un tratamiento de este tipo es posible de llevar a cabo sólo si se cuenta con un modelo del sistema específico para esos fines, y si bien el desarrollo de este trabajo no ha llegado a ese nivel, la estructura fundamental para ello ya ha sido establecida.

ii) Con respecto a las investigaciones tendientes a la optimización de los parámetros, únicamente es posible establecer directrices para intentar la reducción de la variabilidad de sus valores. Sin embargo, no en todos los casos es posible llevar a cabo esta optimización y en los que sí lo es, debe tenerse precaución especial cuando se analizan parámetros que representan fenómenos que interesan como un promedio y en los que el método seleccionado para simular sus variaciones, únicamente dé cuenta de la posibilidad "normal" o intrínseca que tienen dichos fenómenos de presentarlas (en nuestro ejemplo, las de los parámetros biológicos y de la eficiencia del colector no dependen de verdaderas variables exógenas); ya que se infiere sobre tales variaciones a través de muestras, y puesto-

que aquellas son función de la cantidad de objetos que se utilizan como unidades de muestreo (del tamaño de la muestra), se puede concluir erróneamente sobre la importancia relativa de los parámetros, si los respectivos tamaños de las muestras no guardan entre sí la misma proporción que la existente entre las cantidades de dichos diferentes objetos que el cultivo maneja durante su operación.

Esta consideración metodológica nos permite visualizar la importancia que, desde la perspectiva del análisis de riesgo, puede tener la función escala de producción-rentabilidad. Podemos prever que, en la medida en que tanto la escala de producción como la proporción del total de la variación de la TIR explicada por la variación "normal" de parámetros promedio, sean cada vez mayores, el cociente: desviación estándar de la TIR/media de la TIR, y consiguientemente el riesgo relativo del cultivo, deberán progresivamente ser menores.

En otras palabras; siempre que el escalado no produzca un efecto imprevisto en los valores poblacionales de los estadísticos de las distribuciones asociadas a ese tipo de parámetros, el cultivo tenderá a comportarse más consistentemente en la medida en que su magnitud sea mayor pues, por un lado, la variación en el valor promedio de cualquier fenómeno es inversamente proporcional al tamaño de la muestra con que se mide o se cuenta (recuérdese la ecuación para el cálculo de la varianza-

de la media muestral que se utilizó) y por otro, en realidad - el cultivo representa una muestra -de tamaño determinado por - la escala de producción- de las múltiples que pueden obtenerse en una población compuesta por la totalidad de las posibles va riaciones que presentan los fenómenos del cultivo que se anali zan.

Desde ese punto de vista, nuestros resultados de la simula ción son favorablemente pesimistas, considerando que hemos in-ferido sobre el comportamiento de un cultivo a una escala más-grande que la utilizada para llevar a cabo el muestreo.

Nuestro comentario final es que, siempre que sea posible - la realización de un análisis de riesgo, ésta es recomendable; a pesar de que la información con que se cuente no sea tan - - cuantiosa como pudiera desearse. Un análisis realizado aún en esas condiciones, representa un avance significativo tanto para el tomador de decisiones como para el investigador que se - ocupa del diseño, pues ofrece necesariamente una perspectiva - más amplia para la toma de decisiones y permite un primer aso- mo de aspectos del comportamiento del cultivo, que siempre he- mos sabido o intuitido que existen, pero que sin embargo, no - - hemos podido asimilar y enfrentar por no contar con los ins- - trumentos adecuados.

CAPITULO V
CONCLUSIONES

Consideramos que la utilidad de este trabajo no se restringe al cultivo que nos ha servido como ejemplo, pues el enfoque es suficientemente amplio y flexible para que pueda ser aplicado a otros cultivos y en general -haciendo las consideraciones necesarias-, a otras actividades que se caracterizan -- por depender de procesos de producción biológica y por ser indispensable en ellas la consideración de aspectos económicos.

Por otro lado, pensamos que nuestro objetivo básico de fundamentar la utilización de los análisis de sensibilidad y riesgo, como instrumentos de diseño de cultivos precomerciales, ha sido logrado satisfactoriamente. Queremos decir con ello, que las ventajas de su utilización son claramente más atractivas que las de los métodos tradicionales empleados hasta ahora.

La razón fundamental de esta diferencia consiste en que, con la ubicación del problema que nos ocupa dentro de la metodología del Análisis de Sistemas, y mediante el uso de modelos matemáticos de los cultivos y su sometimiento a análisis de distinto tipo, es posible:

- a) Disponer de un criterio científico objetivo para la toma racional de decisiones.

- b) Con un lenguaje formal y dentro de un esquema lógico, es estructurar el conocimiento que tenemos o que necesitamos -- generar para un diseño acabado de los cultivos.
- c) Establecer directrices en las investigaciones, mediante la priorización de los esfuerzos dedicados a ésta sobre los aspectos del cultivo que revisten más importancia para el logro de sus objetivos.
- d) Mediante simulaciones de diferentes situaciones del sistema, conocer el desempeño del mismo a un costo considerablemente menor que su estudio en el sistema real.

Por último, hacemos una invitación a enfrentar el problema del desarrollo de la acuicultura apoyándonos en enfoques -- como el que aquí se ha presentado y motivándonos en el ejercicio de una "ciencia funcional" aplicada, que dé respuesta a -- problemas biotécnico-económicos reales -en contraposición a la "ciencia básica" de lujo, que no es fundamental para el desarrollo (Varsavsky, 1974)- y sin olvidar que, no por ello, esa "ciencia funcional" puede igualmente gratificarnos con la satisfacción de ser tan teórica, abstracta y "pura", como las -- circunstancias lo requieran.

APENDICE I
PROGRAMA SENSIBILIDAD

PROGRAMA SENSIBILIDAD .

Este programa realiza el análisis de sensibilidad — calculando las rentabilidades del cultivo correspondientes a un punto de operación original y a sucesivos nuevos puntos definidos por incrementos de un 10% en cada parámetro por separado.

La primera parte del programa (instrucciones 110-140) realiza la lectura de parámetros y estado inicial de las variables a partir de los datos situados en las instrucciones 1580-1640. En la instrucción 150 el desarrollo del programa es conducido a la ejecución de una subrutina que calcula la TIR, dado un punto de operación cualquiera, bajo cuatro posibles circunstancias :

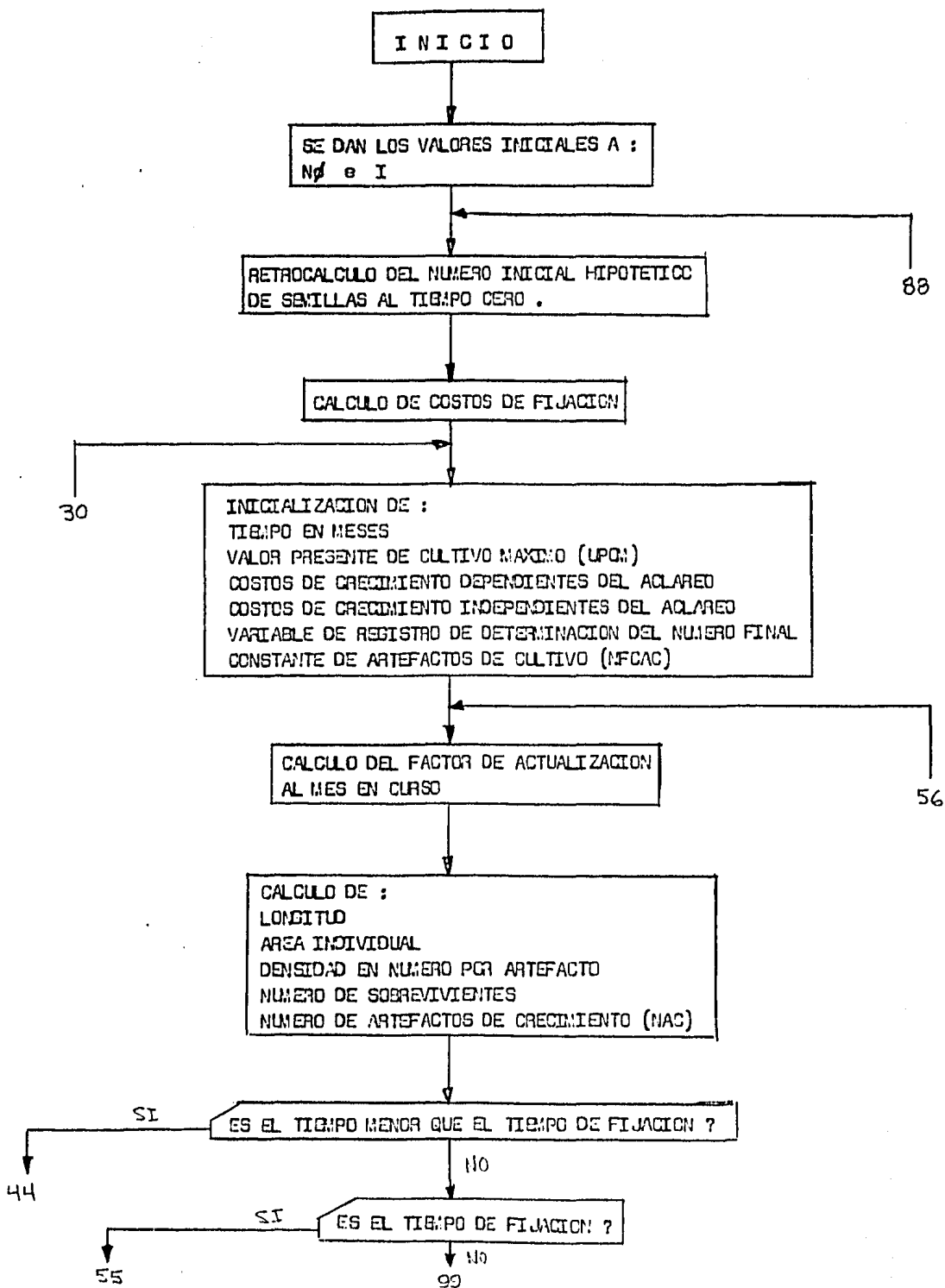
- i) La subrutina entrega un cálculo de la TIR, dado el escalado y el punto de operación.
- ii) No se obtiene una solución para la TIR —un valor de la TIR superior a cero— aún para el escalado máximo posible, en cuyo caso el programa imprime "producción máxima" y se detiene.
- iii) El valor de la TIR calculado es superior al 100%, quedando elegibles al usuario las opciones de conformarse con esta información y que el programa continúe con el siguiente punto de operación, o bien, de solicitar que el cálculo se concluya como -

lo estipulado en i).

- iv) En caso de que no sea posible determinar el tiempo óptimo de cosecha, el programa lo señala, y asigna como valor presente de cultivo máximo al correspondiente al acumulado hasta el doceavo mes de cultivo y continúa como en i).

Incluido en este apéndice se encuentra un diagrama de bloques de la subrutina y una de las instrucciones correspondientes en lenguaje BASIC. Estos diagramas corresponden a las instrucciones incluidas desde la 440 a la 1570 del programa.

En las instrucciones 160 y 170 se almacenan el valor de la TIR y de la escala de producción para el punto de operación original y desde las instrucciones 200 a la 420 se ejecuta la determinación de la TIR para cada parámetro en forma aislada, imprimiéndose cada vez : el número de codificación del parámetro; su valor original; la sensibilidad de la TIR; el valor de ésta y la escala de producción a la que se realizó el cálculo.



INICIO

$M(11) \leftarrow M(10)$
 $M(13) \leftarrow M(12)$

$M(20) \leftarrow M(11) / \text{EXP}(M(39) * 2)$

88

$M(29) \leftarrow M(28) * M(11) / M(27)$

30

$M(14) \leftarrow 0$
 $M(15) \leftarrow 0$
 $M(22) \leftarrow 0$
 $M(54) \leftarrow 0$
 $A \leftarrow 0$

$M(48) \leftarrow \text{EXP}(\text{LOG}(14 * M(13) / 12) * M(14))$

56

$M(34) \leftarrow M(33) * (1 - \text{EXP}((M(15) + M(14)) * M(32)))$
 $M(55) \leftarrow M(34) * M(34)$
 $M(17) \leftarrow M(55) / M(55)$
 $M(21) \leftarrow M(20) * \text{EXP}(M(39) * M(14))$
 $M(62) \leftarrow M(21) / M(17)$

SI

$M(14) < M(43)$

NO

44

SI

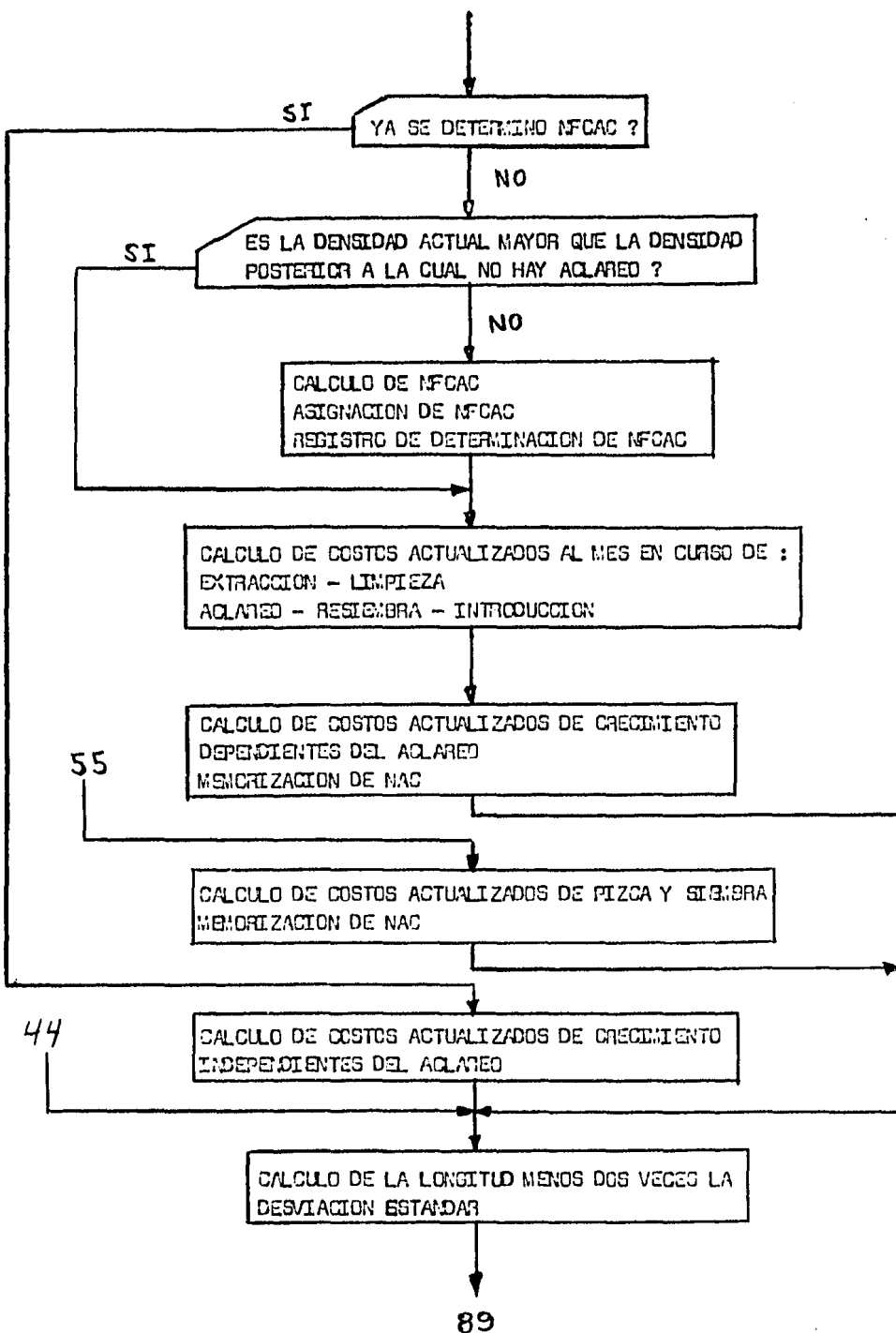
$(M(14) > M(43)) * (M(14) < M(43) + 1)$

NO

55

99

99



99

SI

A = 1

NO

SI

M(17) > M(58)

NO

$M(62) \leftarrow M(21) / M(57)$
 $M(59) \leftarrow M(62)$
 $A \leftarrow 1$

$M(53) \leftarrow (M(67) + M(18) * M(50)) / M(43)$
 $M(66) \leftarrow ((M(62) + M(60)) * (M(19) + M(37)) + M(60) * M(53) + M(62) * M(66)) / M(43)$

55

$M(22) \leftarrow M(22) + M(53) + M(68)$
 $M(60) \leftarrow M(62)$

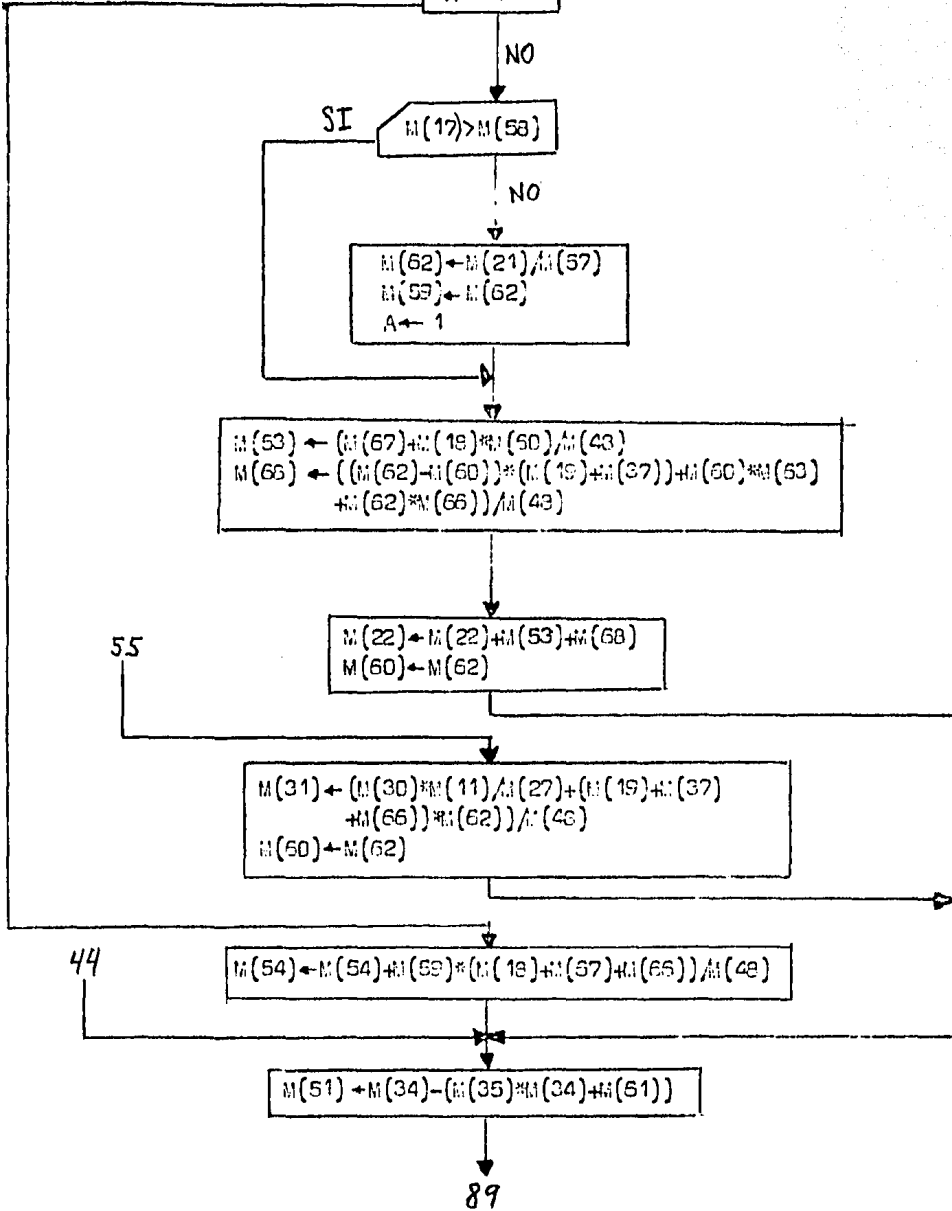
$M(31) \leftarrow (M(30) * M(11) / M(27) + (M(19) + M(37) + M(66)) * M(62)) / M(43)$
 $M(50) \leftarrow M(62)$

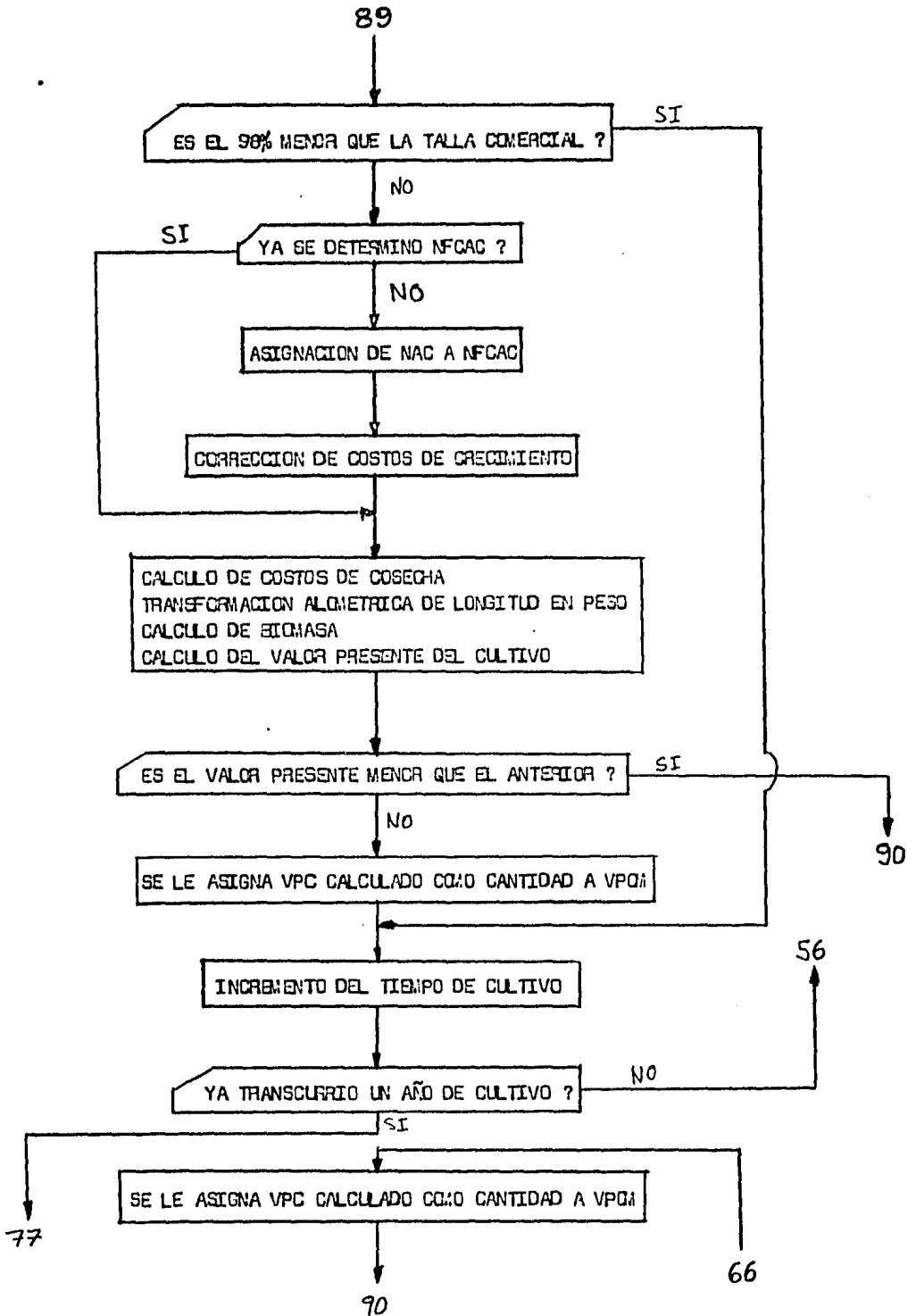
44

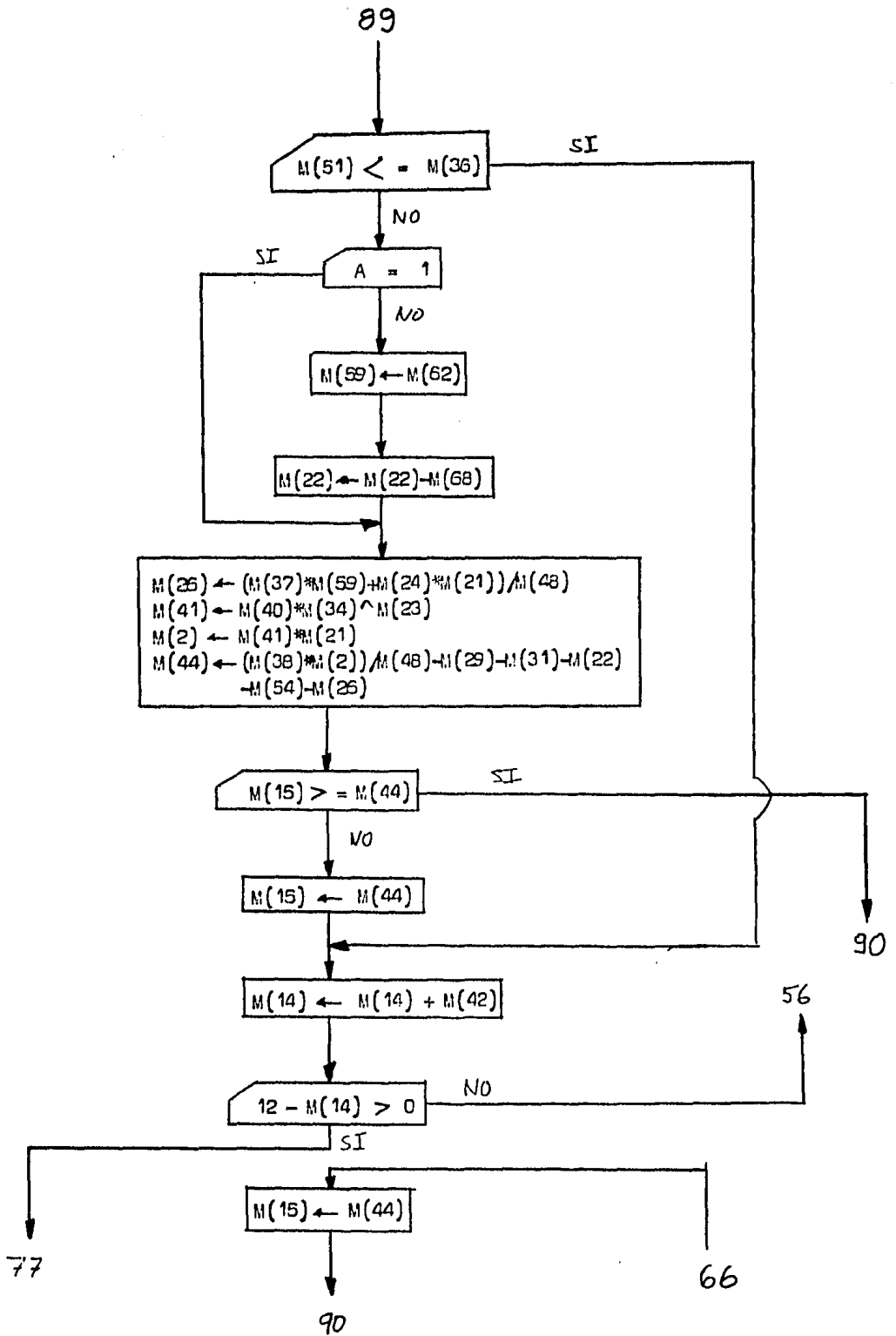
$M(54) \leftarrow M(54) + M(59) * (M(18) + M(37) + M(65)) / M(43)$

$M(51) \leftarrow M(34) - (M(35) * M(34) + M(61))$

89







90

INICIALIZACION DEL VALOR PRESENTE DE LA INVERSION
SE ESCALAN :
COSTOS DE EQUIPO CON VIDA UTIL DE SEIS AÑOS
COSTOS VARIABLES ANUALES DE INSUMOS
COSTOS DE EQUIPO CON VIDA UTIL DE TRES AÑOS

PARA I ← 0...9

CONSTRUCCION DE LA MATRIZ DE GASTO CORRIENTE

INCREMENTA I

PARA I ← 0...1

CONSTRUCCION DE LA MATRIZ DE EQUIPO CON
VIDA UTIL DE CINCO Y SEIS AÑOS

INCREMENTA I

CONSTRUCCION DE LA MATRIZ DE OBRA CIVIL
Y EQUIPO CON VIDA UTIL DE DIEZ AÑOS

PARA I ← 0...3

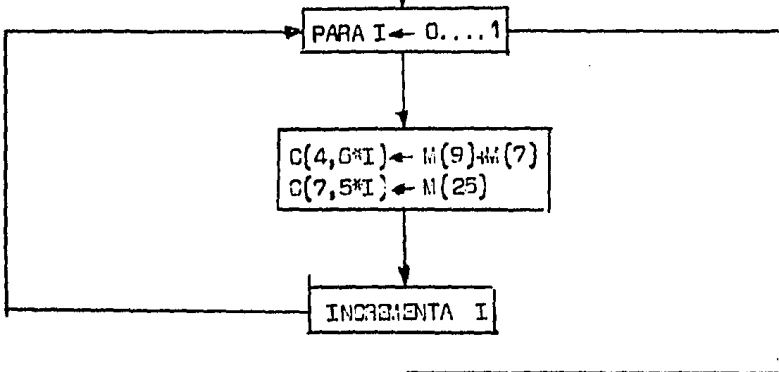
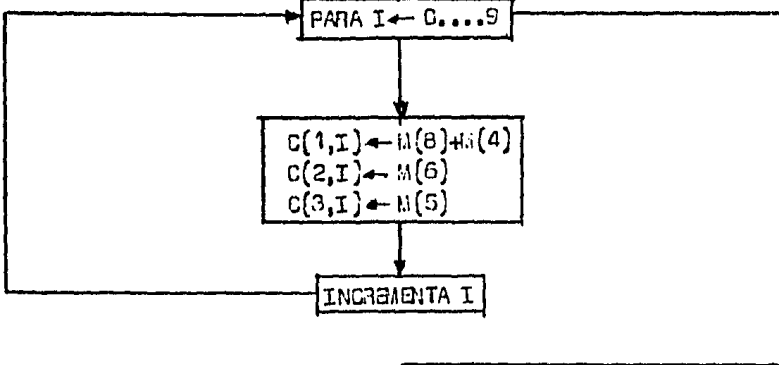
CONSTRUCCION DE LA MATRIZ DE EQUIPO CON
VIDA UTIL DE TRES Y CUATRO AÑOS

INCREMENTA I

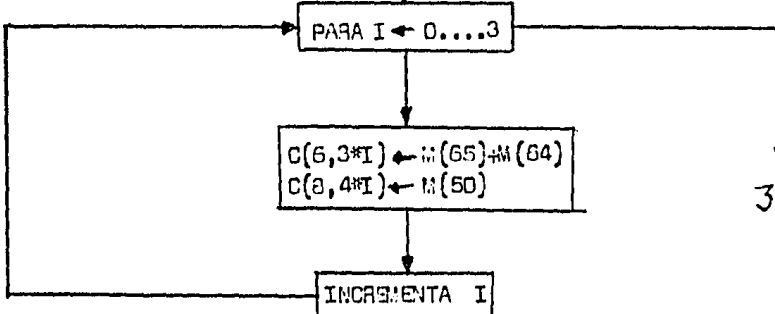
33

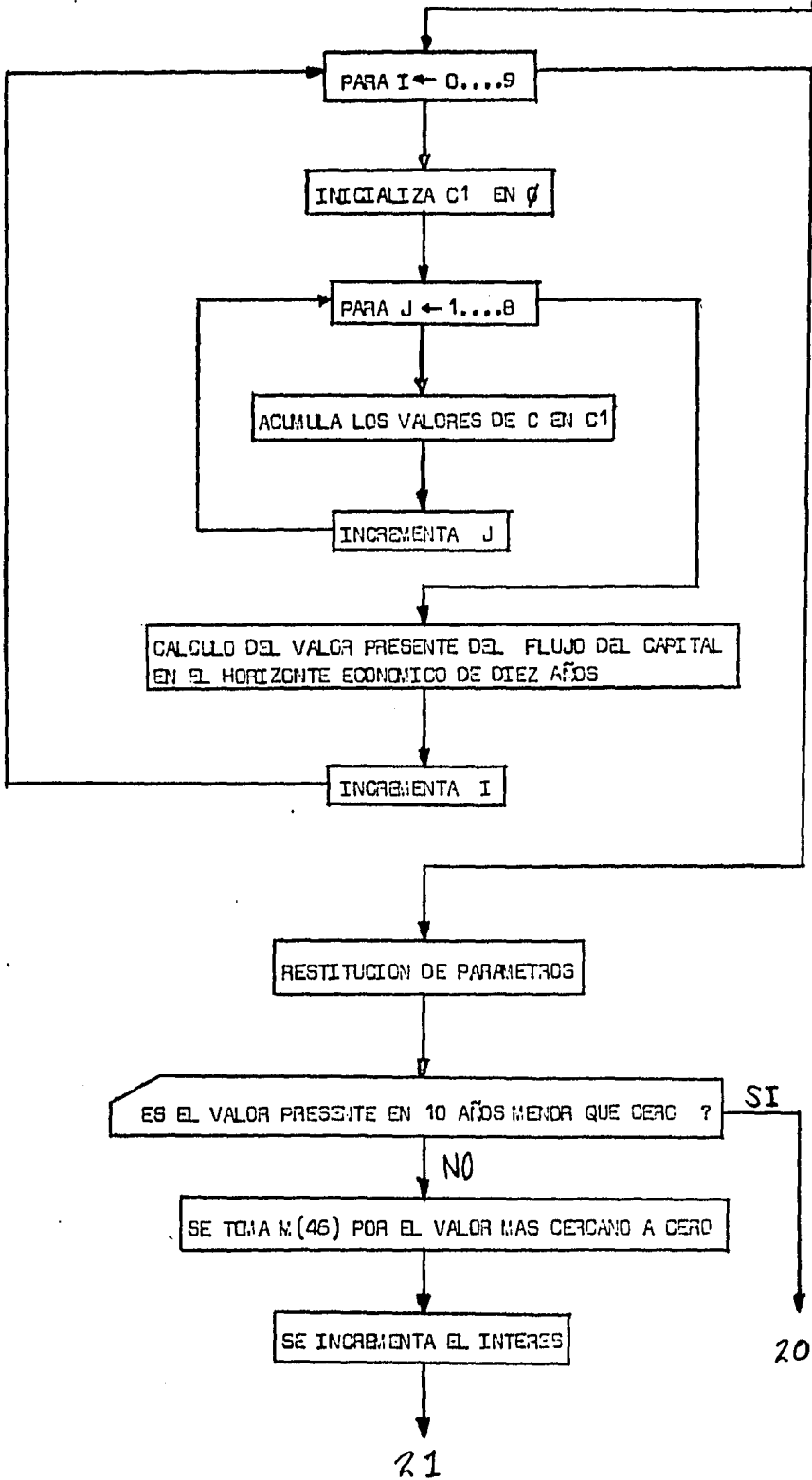
90

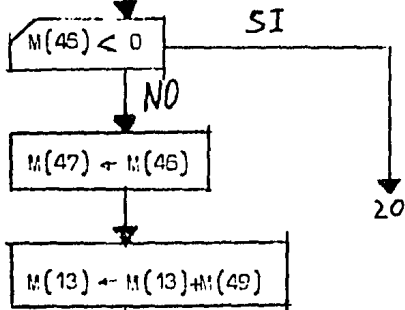
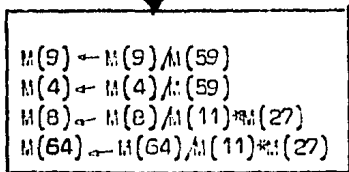
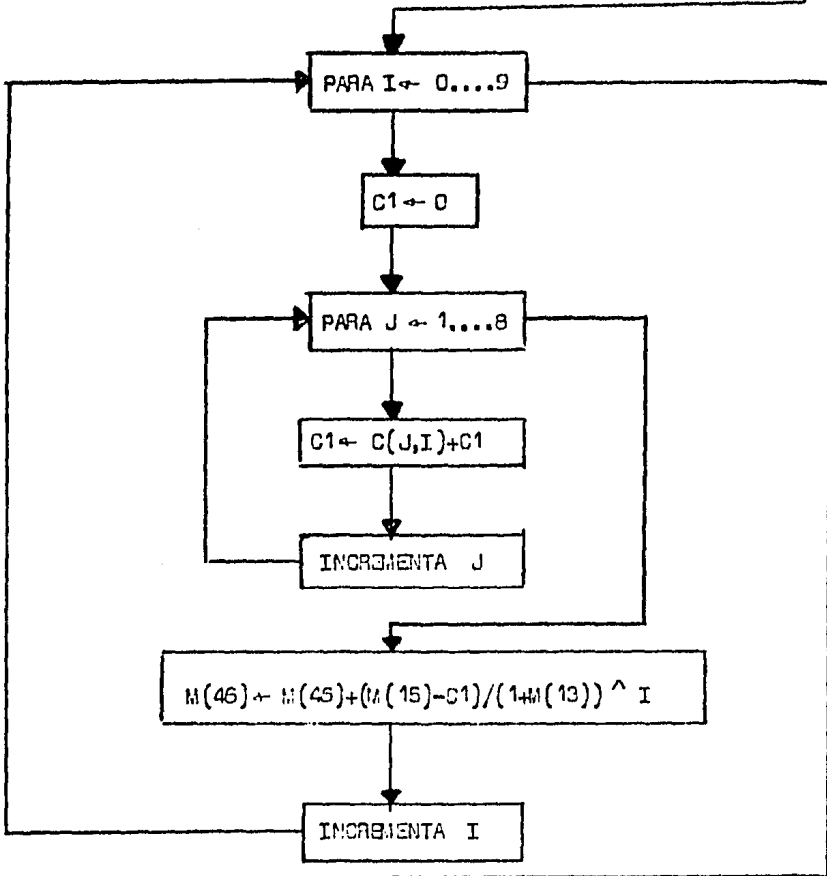
$M(46) \leftarrow 0$
 $M(9) \leftarrow M(9) * M(59)$
 $M(4) \leftarrow M(4) * M(59)$
 $M(8) \leftarrow M(8) * M(11) / M(27)$
 $M(64) \leftarrow M(64) * M(11) / M(27)$

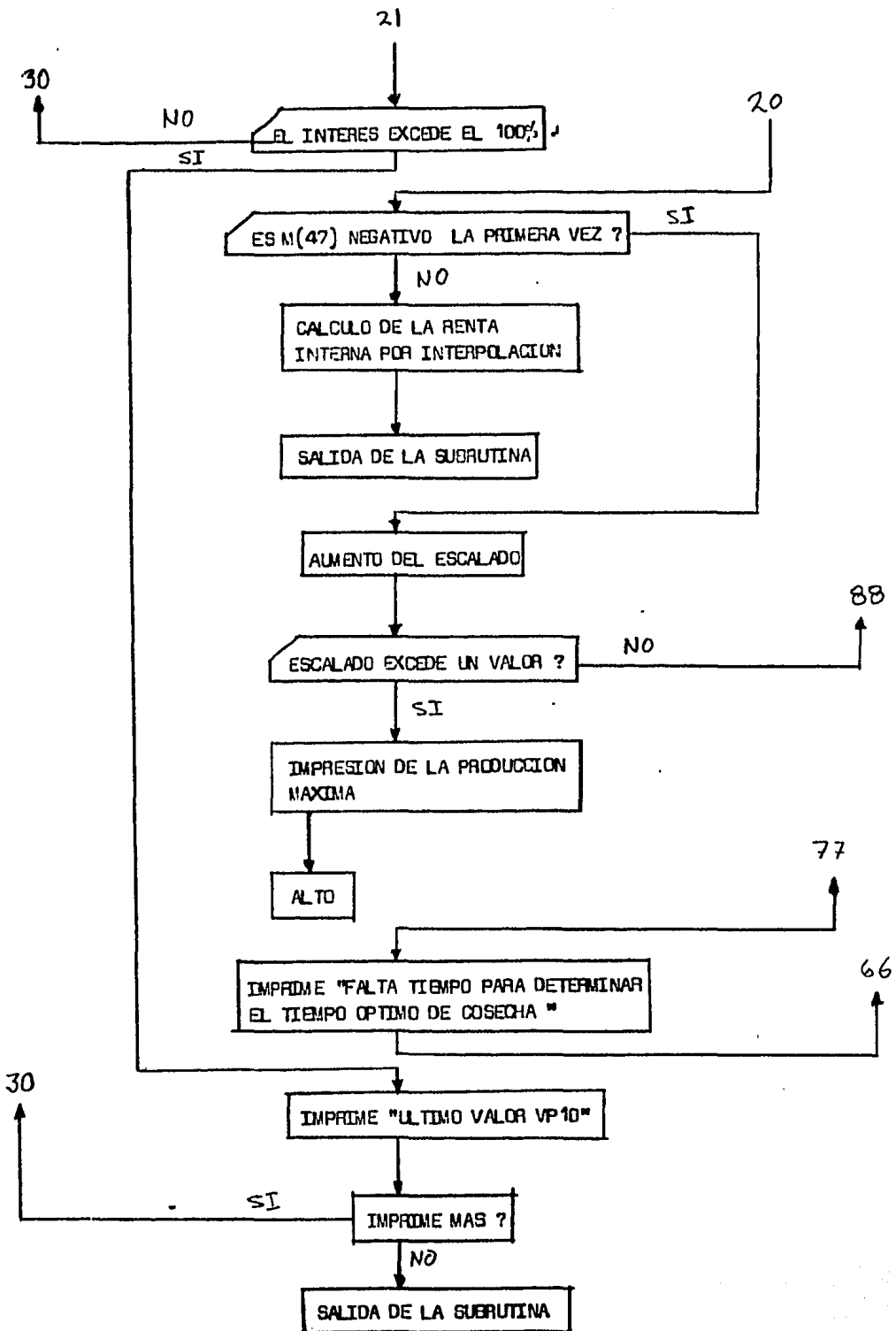


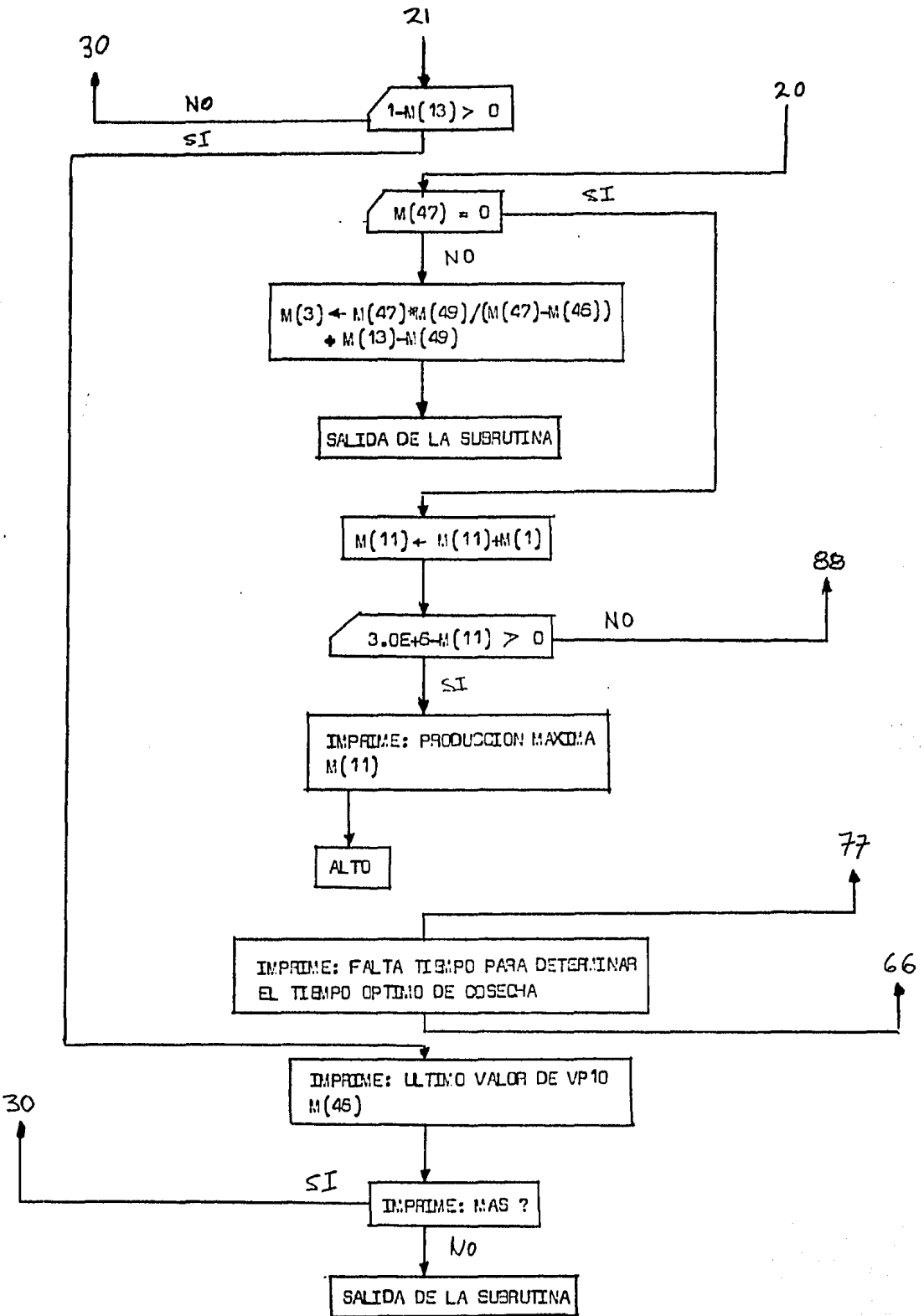
$C(5,0) \leftarrow M(45)$











```
100 DEFINE FILE #1='DATSENS'
```

```
100 DEFINE FILE #1='DATSENS'
```

```
110 DIM M(70),C(8,20)
```

```
120 FOR I=1 TO 70
```

```
130 READ M(I)
```

```
140 NEXT I
```

```
150 GO SUB 440
```

```
160 R1=M(3)
```

```
170 E1=M(11)
```

```
180 WRITE #1,M(3),M(11)
```

```
190 PRINT 'TIR DE OPERACION': M(3)
```

```
200 FOR I1=1 TO 40
```

```
210 RESTORE
```

```
220 FOR J=1 TO 70
```

```
230 READ M(J)
```

```
240 NEXT J
```

```
250 FOR I2=1 TO I1
```

```
260 READ Z9
```

```
270 NEXT I2
```

```
280 Z8=M(Z9)/10
```

```
290 IF Z9 <> 35 THEN 320
```

```
300 M(Z9)=M(Z9)-Z8
```

```
310 GO TO 330
```

```
320 M(Z9)=M(Z9)+Z8
```

```
330 GO SUB 440
```

```
340 IF Z9 <> 36 THEN 370
```

```
350 M(Z9)=M(Z9)+Z8
```

```
360 GO TO 380
```

```
370 M(Z9)=M(Z9)-Z8
```

```
380 S=(M(3)-R1)/Z1*10
```

```
390 WRITE #1,Z9,M(Z9),S,M(3)
```

```
400 PRINT 'PAR':Z9,'TIR':M(3)
```

```
410 NEXT I1
```

```
420 CLOSE #1
```

```
430 END
```

```
440 REM SUBROUTINA
```

```
450 M(11)=M(10)
```

```
460 M(13)=M(12)
```

```
470 REM ESCALADO Y FIJACION
```

```
480 M(20)=M(11)/EXP(M(39)*2)
```

```
490 M(29)=M(23)*M(11)/M(27)
```

```
500 REM INTERES E INICIALIZACIONES
```

```
510 M(14)=0
```

```
520 M(15)=0
```

```
530 M(22)=0
```

```
540 M(54)=0
```

```
550 A=0
```

```
560 REM TIEMPO ACTUALIZACION Y BIOTECNOLOGICAS
```

```
570 M(48)=EXP(LOG(1+M(13)/12)*M(14))
```

```
580 M(34)=M(33)*(1-EXP((M(16)+M(14))*M(32)))
```

```
590 M(55)=M(34)*M(37)
```

```
600 M(17)=M(33)/M(55)
```

```
610 M(21)=M(20)*EXP(M(39)*M(14))
```

```
620 M(62)=M(21)/M(17)
```

```
630 REM DECISIONES
```

```
640 IF M(14) < M(43) THEN 840
```

```
650 IF M(14) > M(43) AND M(14) < M(43)+1 THEN 780
```


100 DEFINE FILE #1='DATSENS'

```
660 IF A=1 THEN B20_
670 IF M(17)>M(58) THEN 720
680 M(62)=M(21)/M(57)
690 M(59)=M(62)
700 A=1
710 REM DEPENDIENTES
720 M(53)=(M(67)+M(18))*M(60)/M(48)
730 M(68)=((M(62)-M(60))*(M(19)+M(37))+M(60)*M(63)+M(62)*M(66))/M(48)
740 M(22)=M(22)+M(53)+M(68)
750 M(60)=M(62)
760 GO TO 840
770 REM PIZCA Y SIEMBRA
780 M(31)=(M(30)*M(11)/M(27)+(M(19)+M(37)+M(66))*M(62))/M(48)
790 M(60)=M(62)
800 GO TO 320
810 REM INDEPENDIENTES
820 M(54)=M(54)+M(59)*(M(18)+M(67)+M(66))/M(48)
830 REM TALLA COMERCIAL?
840 M(51)=M(34)-((M(25)*M(34)+M(61))
850 IF M(51)<M(36) THEN 970
860 IF A=1 THEN 900
870 M(59)=M(62)
880 M(22)=M(22)-M(68)
890 REM COSECHA Y VPC
900 M(26)=(M(37)*M(59)+M(24)*M(21))/M(48)
910 M(41)=M(40)*M(34)*M(25)
920 M(2)=M(41)*M(21)
930 M(44)=(M(38)+M(2))/M(48)-M(29)-M(31)-M(22)-M(54)-M(26)
940 REM VPC MAXIMO Y SALIDA DE TIEMPO
950 IF M(15)>M(44) THEN 1020
960 M(15)=M(44)
970 M(14)=M(14)+M(42)
980 IF 12-M(14)>0 THEN 570
990 GO TO 1510
1000 M(15)=M(44)
1010 REM ESCALADO DE COSTOS
1020 M(46)=0
1030 M(9)=M(9)*M(59)
1040 M(4)=M(4)*M(59)
1050 M(8)=M(8)*M(11)/M(27)
1060 M(64)=M(64)*M(11)/M(27)
1070 REM GASTO CORRIENTE
1080 FOR I=0 TO 7
1090 C(1,I)=M(8)+M(4)
1100 C(2,I)=M(6)
1110 C(3,I)=M(5)
1120 NEXT I
1130 REM INVERSION
1140 FOR I=0 TO 1
1150 C(4,6*I)=M(9)+M(7)
1160 C(7,5*I)=M(25)
1170 NEXT I
1180 C(5,C)=M(45)
1190 FOR I=0 TO 3
1200 C(6,3*I)=M(63)+M(64)
1210 C(9,4*I)=M(55)
```

100 DEFINE FILE #1='DATSENS'

```
1220 NEXT I
1230 REM CALCULO DE VPFC
1240 FOR I=0 TO 9
1250 C1=0
1260 FOR J=1 TO 8
1270 C1=C(J, I)+C1
1280 NEXT J
1290 M(46)=M(46)+(M(15)-C1)/(1+M(13))*I
1300 NEXT I
1310 REM RESTITUCION
1320 M(9)=M(9)/M(59)
1330 M(4)=M(4)/M(59)
1340 M(5)=M(8)/M(11)*M(27)
1350 M(64)=M(64)/M(11)*M(27)
1360 REM SIGNO DE VP Y SALIDA DE INTERES
1370 IF M(46)<0 THEN 1420
1380 M(47)=M(46)
1390 M(13)=M(13)+M(49)
1400 IF 1-M(13)>0 THEN 500
1410 GO TO 1530
1420 IF M(47)=0 THEN 1420
1430 REM CALCULO DE TIR
1440 M(3)=M(47)*M(47)/(M(47)-M(46))+M(13)-M(49)
1450 RETURN
1460 REM AUMENTO DEL ESCALADO
1470 M(11)=M(11)+M(1)
1480 IF 3.0E+6-M(11)>=0 THEN 470
1490 PRINT 'PRODUCCION MAXIMA':M(11)
1500 STOP
1510 PRINT 'FALTA TIEMPO PARA DETERMINAR EL TIEMPO OPTIMO DE COSECHA'
1520 GO TO 1000
1530 PRINT 'ULTIMO VALOR VPFC':M(46)
1540 PRINT 'MAS?'
1550 INPUT A$
1560 IF A$='NO' THEN 1450
1570 GO TO 500
1580 DATA 250000, 0, 0, .18665, 313.344, 229.52, 455.76, .0357, 5.002
1590 DATA 3000000, 0, .0, 0, 0, 0, -1.6, 0, .013, .013, 0, 0, 0, 3.039, .000105, 650
1600 DATA 0, 3616, .0037, 0, .0252, 0, -.2637, 6, 51, 0, .19, 4, 5, .0075, .00018
1610 DATA -.032, .0728, 0, 1, 2, 0, 473, 2, 0, 0, 0, .025, 312, 5, 0, 0, 0, 0, 0
1620 DATA 19630, 1000, 1200, 0, 0, .16, 0, .01, .114, 21, .0033, .0084, 0, 0, 0
1630 DATA 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 16, 18, 19, 23, 24, 25, 27, 28, 30, 32, 33, 35, 36, 37, 38
1640 DATA 39, 40, 42, 43, 45, 49, 50, 56, 57, 58, 61, 63, 64, 65, 66, 67
```

APENDICE 2
PROGRAMA RIESGO

PROGRAMA RIESGO .

Consta de un programa principal y de cuatro subrutinas. El primero realiza el cálculo de la TIR para una situación de riesgo específica que se define e imprime su valor, el del tamaño de su muestra y los de sus estadísticos (media y desviación estándar).

Los datos individuales de la TIR son almacenados en un archivo, para su posterior agrupamiento en intervalos de clase y graficado por medio de un programa construido para ese propósito y que no se incluye en este apéndice.

La interrupción de la corrida del programa queda elgible al usuario, para que con un criterio previamente establecido, decida hacerlo por inspección de los valores que presentan los estadísticos de la TIR. Si esto no ocurre, el programa se detiene automáticamente para un tamaño de muestra de 300 valores.

Las subrutinas se utilizan para la generación de variaciones estocásticas de los parámetros y son :

- i) Subrutina para la generación de parámetros biológicos.
- ii) Subrutina para la generación de la distribución normal.
- iii) Subrutina para la regresión lineal.

iv) Subrutina para la generación de distribuciones empíricas.

En la primera parte del programa, se hace la apertura de archivos, el dimensionamiento de vectores y matriz y se inicializan las variables para el tamaño de la muestra y para el cálculo de estadísticos de la TIA (instrucciones 100-160).

De la instrucción 170 a la 390, se realiza la lectura del vector de valores de los parámetros (sus "mejores" estimaciones) y del estado inicial de las variables; así como las lecturas de las medias y varianzas de las muestras de longitud a diferentes tiempos y de pesos individuales para diferentes longitudes. Estas dos últimas lecturas, se alternan con la entrada a la subrutina i) (instrucciones 300 y 380), la cual está construida para generar dos juegos de valores estocásticos de los parámetros biológicos en una sola ejecución; uno de ellos correspondiente a las variaciones normales X_1 y el otro, a las variaciones normales X_2 .

La subrutina i) se apoya en la ii) para la generación de la distribución normal y en la iii) para estimar los valores estocásticos de los parámetros por medio de una regresión lineal simple (instrucciones 2000, 2180 y 2350). El algoritmo para la generación de la distribución normal ha sido tomado de Fishman -

(1973).

La generación de valores estocásticos en el precio y el costo del equipo, se lleva a cabo en la porción comprendida de la instrucción 400 a la 570, utilizando para ello el generador de la distribución empírica localizado en la subrutina iv).

Por último, de la instrucción 580 a la 650 se generan variaciones de la eficiencia del colector empleando la subrutina para la distribución normal.

En este apéndice se incluye también una lista de los parámetros y variables que intervienen en el modelo de riesgo con sus correspondientes valores y números de codificación.

NUMERO	DESCRIPCION	VALOR
1	Incremento del escalado	500000
2	Biomasa al tiempo t	0
3	TIR	0
4	Costo unitario de insumos de operación por artefacto	.18665
5	Costo anual de personal de planta	313.344
6	Costo fijo anual de insumos	229.52
7	Costo fijo de equipo. V.U. de seis años	455.76
8	Costo unitario de fabricación del colector	.357
9	Costo unitario de equipo por artefacto V.U. de seis años	.412
*10	Variación estocástica de la eficiencia del colector	0
11	Número inicial de semillas deseado	3000000
12	Sin uso	0
13	Interés	.1
14	Tiempo en meses	0
15	Valor presente de cultivo máximo	0
16	Tiempo hipotético a la longitud cero	-1.6
17	Densidad de cultivo al mes t	0
18	Costo unitario de limpieza por artefacto	.013
19	Costo unitario de siembra y resiembra por artefacto	.013

NUMERO	DESCRIPCION	VALOR
20	Número inicial hipotético de semi- llas al tiempo cero	0
21	Número de sobrevivientes al tiempo t	0
22	Costos de crecimiento de pendientes del aclareo	0
*23	Exponente de la ecuación de creci- miento en peso	3.039
24	Costo unitario de comercialización por organismo	.000105
25	Costo fijo de equipo. V.U. de cinco años	650
26	Costos de cosecha	0
27	Eficiencia esperada del colector	3616
28	Costo unitario de introducción del colector	.0037
29	Costos de introducción de colectores	0
30	Costo unitario de pizca por colector	.0252
31	Costos de pizca y siembra	0
*32	Constante de crecimiento en talla	-.2637
*33	Talla asintótica	6.51
34	Talla al tiempo t	0
35	Dos unidades de desviación estándar a la talla comercial	.94
36	Talla comercial	4
37	Costo unitario de acarreo por artefacto	.0075
*38	Precio del producto por unidad de biomasa (grs.)	.00018

NUMERO	DESCRIPCION	VALOR
39	Tasa de mortalidad	-.032
*40	Factor de la ecuación de crecimiento en peso	.0788
41	Peso individual al tiempo t	0
42	Incremento del tiempo en meses	1
43	Tiempo de "fijación"	2
44	Valor presente del cultivo	0
45	Costo de obra civil y equipo fijo. V.U. de diez años	473.2
46	Valor presente del flujo del capital a diez años (VPFC)	0
47	Valor positivo del VPFC más cercano a cero	0
48	Factor de actualización en fraccio- nes de año	0
49	Incremento del interés	.025
50	Costo fijo de equipo. V.U. de cuatro años	312.5
51	Longitud promedio menos dos veces la desviación estandar al tiempo t	0
52	Sin uso	0
53	Costos de extracción y limpieza al mes t	0
54	Costos de crecimiento independientes del aclareo	0

NUMERO	DESCRIPCION	VALOR
55	Area individual promedio de los organismos al tiempo t	0
56	Area del artefacto utilizable para el cultivo	19630
57	Densidad de cultivo final constante	1000
58	Densidad de referencia para el cambio a la fase sin aclareo	1200
59	Número final de artefactos de cultivo en utilización	0
60	Número de artefactos de cultivo al tiempo t-1	0
61	Capacidad instalada en número de artefactos de cultivo	2640
62	Número de artefactos de cultivo requeridos al tiempo t	0
63	Costo unitario de aclareo por artefacto	.01
64	Costo unitario de equipo por colector. V.U. de tres años	.114
65	Costo fijo de equipo. V.U. de tres años	21
66	Costo unitario de introducción por artefacto	.033
67	Costo unitario de extracción por artefacto	.0084

NUMERO	DESCRIPCION	VALOR
68	Costos de resiembra e introducción	0
69	Sin uso	0
70	Sin uso	0

NOTA.- El parámetro número 9 corresponde a la parte - del costo del equipo que no está sujeto a variaciones aleatorias; la otra parte se asigna directamente en el programa a través del vector V3. Los señalamientos — con asterisco corresponden a los parámetros que varían estocásticamente y el valor anotado es reemplazado en el transcurso de la simulación.

INICIO

APERTURA DE ARCHIVOS

DIMENSIONAMIENTO DE LA MATRIZ DE INVERSION Y GASTO CORRIENTE Y DE LOS VECTORES PARA :
-VALORES ESTOCASTICOS DE TIR
-VALORES DE LOS PARAMETROS Y DE ESTADO INICIAL DE LAS VARIABLES
-VARIABLES DE REGRESION

INICIALIZACION DE :
-SUBINDICE: TAMAÑO DE MUESTRA
-VARIABLES PARA EL CALCULO DE ESTADISTICOS DE LA TIR

PARA I ← 0 9

LECTURA EN LA INSTRUCCION
19 10

PARA L ← 1 70

LECTURA DE PARAMETROS Y DE VALORES INICIALES DE LAS VARIABLES

INCREMENTA L

INICIALIZACION DEL NUMERO DE DATOS DE LONGITUD

PARA T ← 1 NUMERO DE DATOS

13

10

14

98

INICIO

DEFINE FILE #1 ← 'DATOS'
DEFINE FILE #2 ← 'MEDIA'
DEFINE FILE #3 ← 'D.S.'

DIM T(500), M(70), C(8,12), X(15), Y(15), V(15)

I 1 ← 1
Z9 ← 0
Z8 ← 0

PARA I ← 0 . . . 9

RESTORE

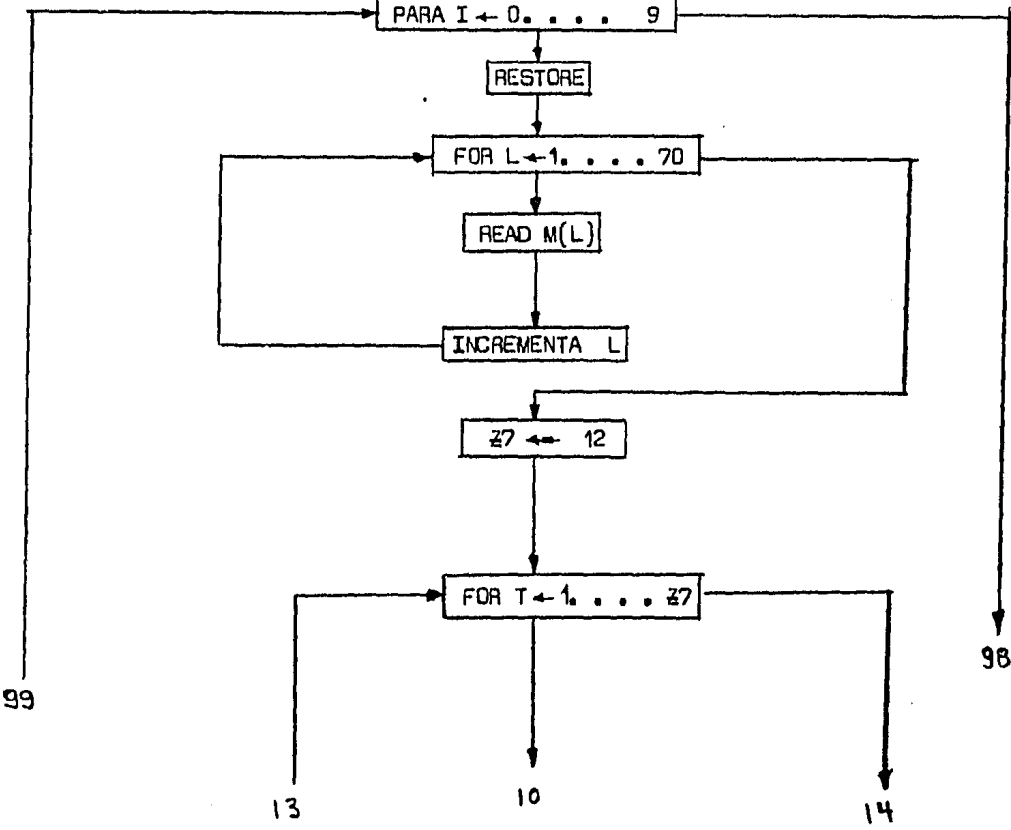
FOR L ← 1 . . . 70

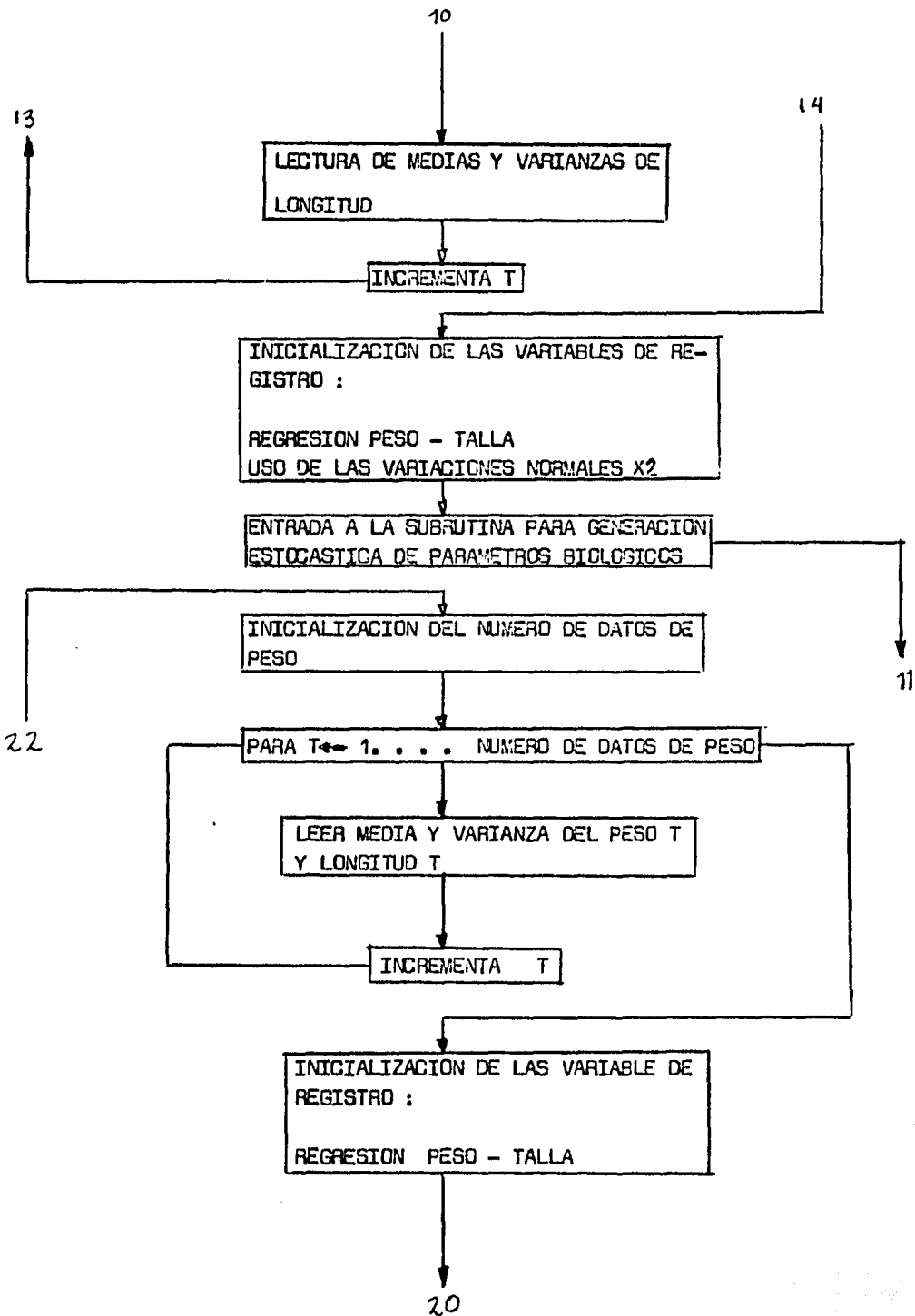
READ M(L)

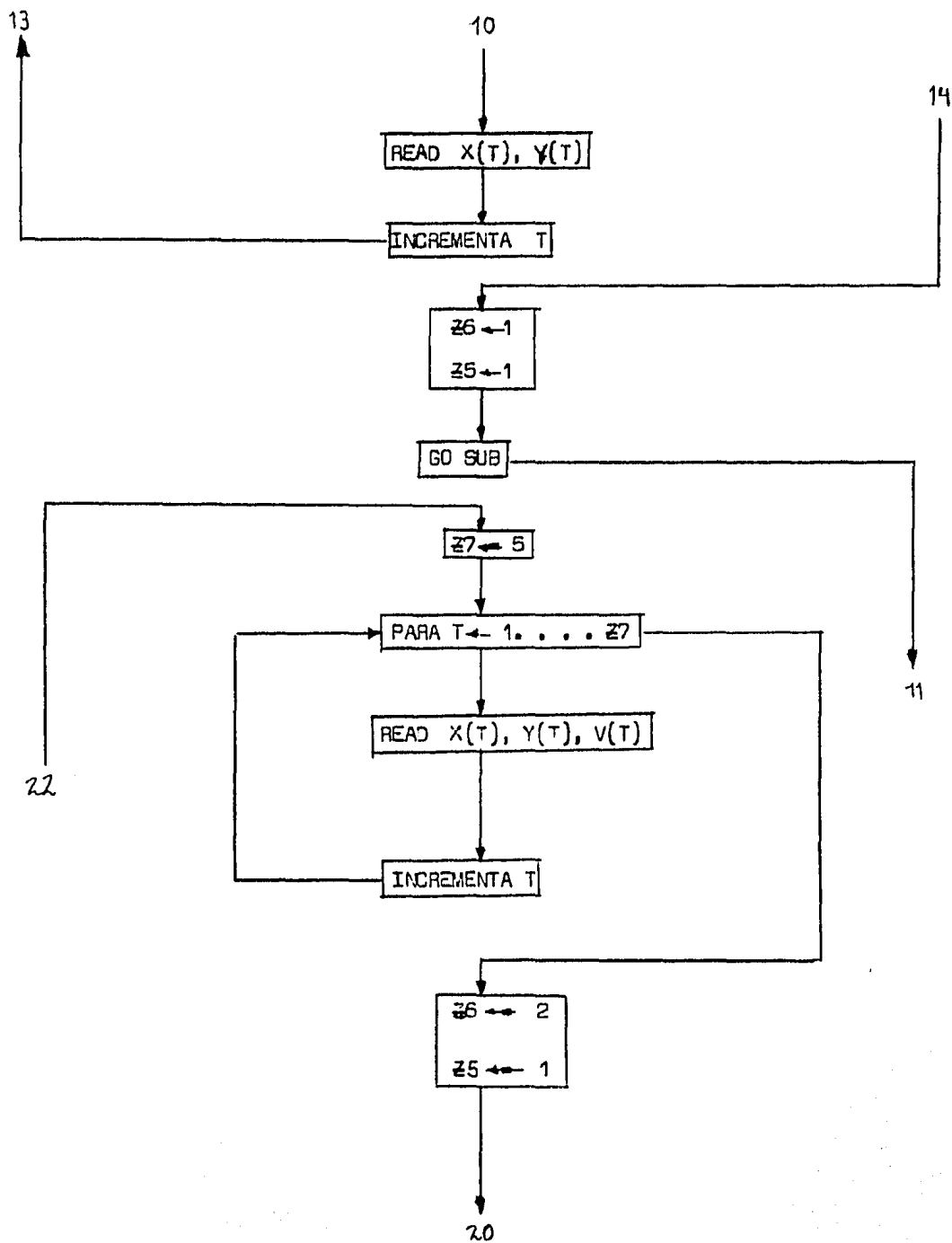
INCREMENTA L

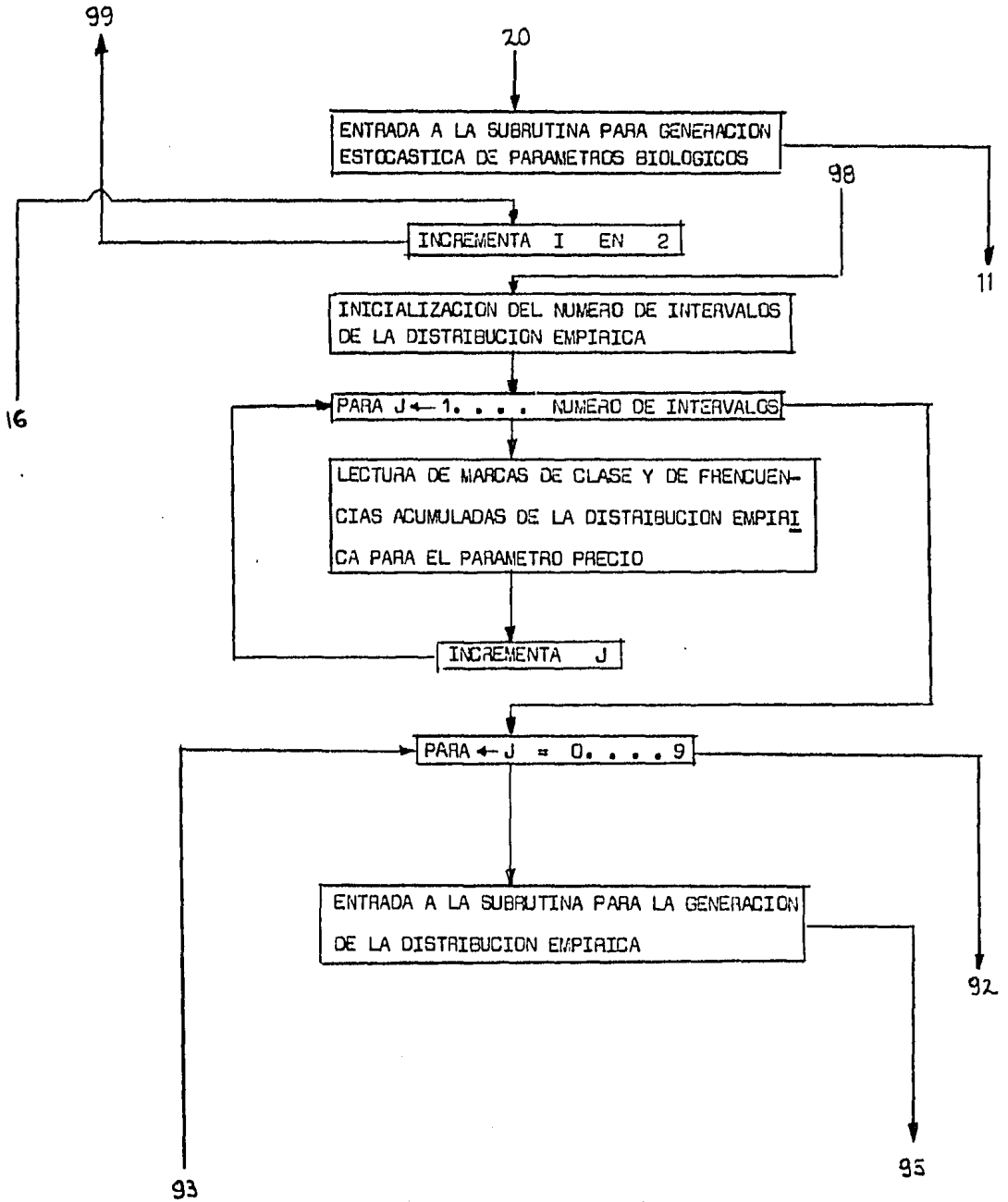
Z7 ← 12

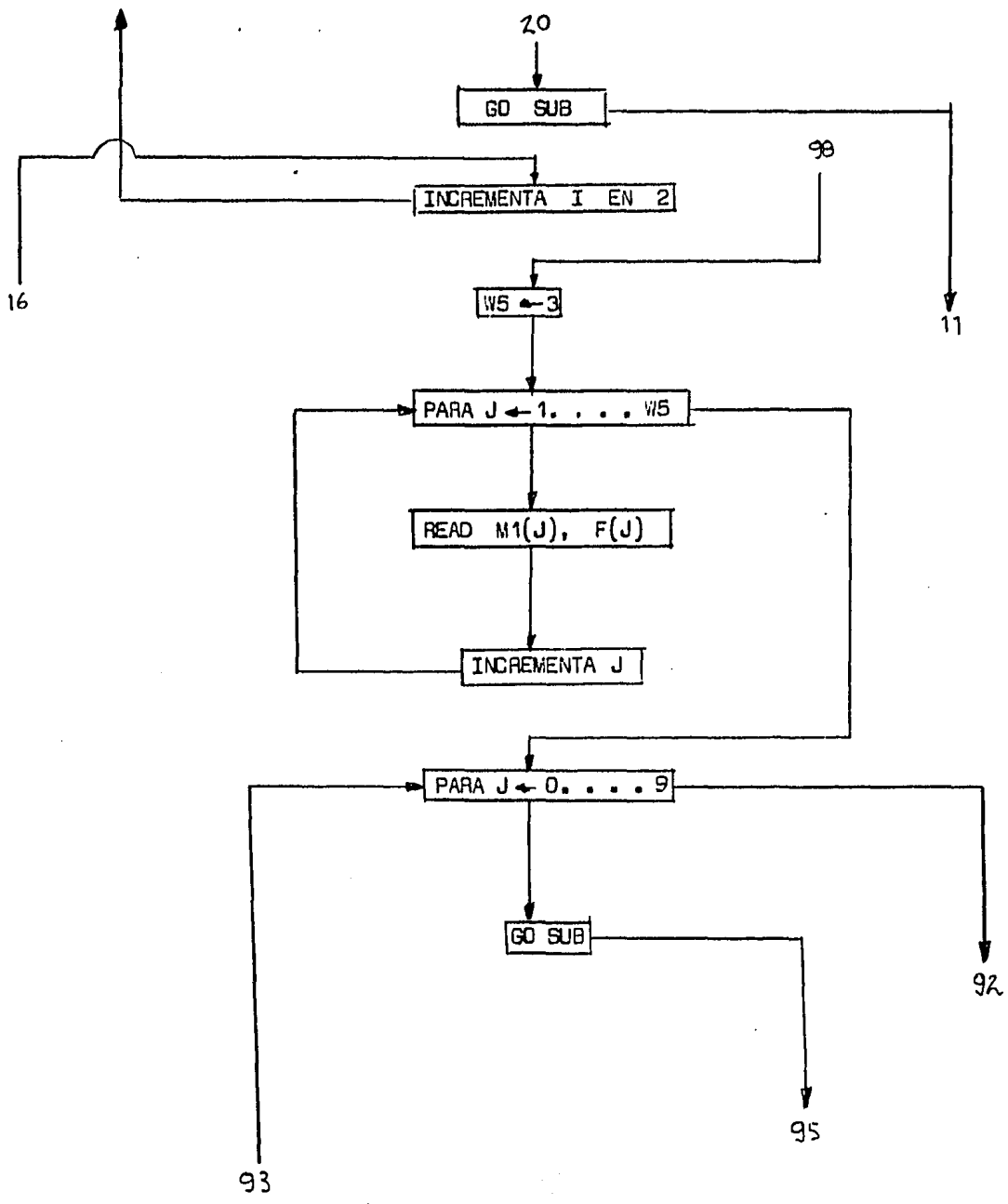
FOR T ← 1 . . . Z7

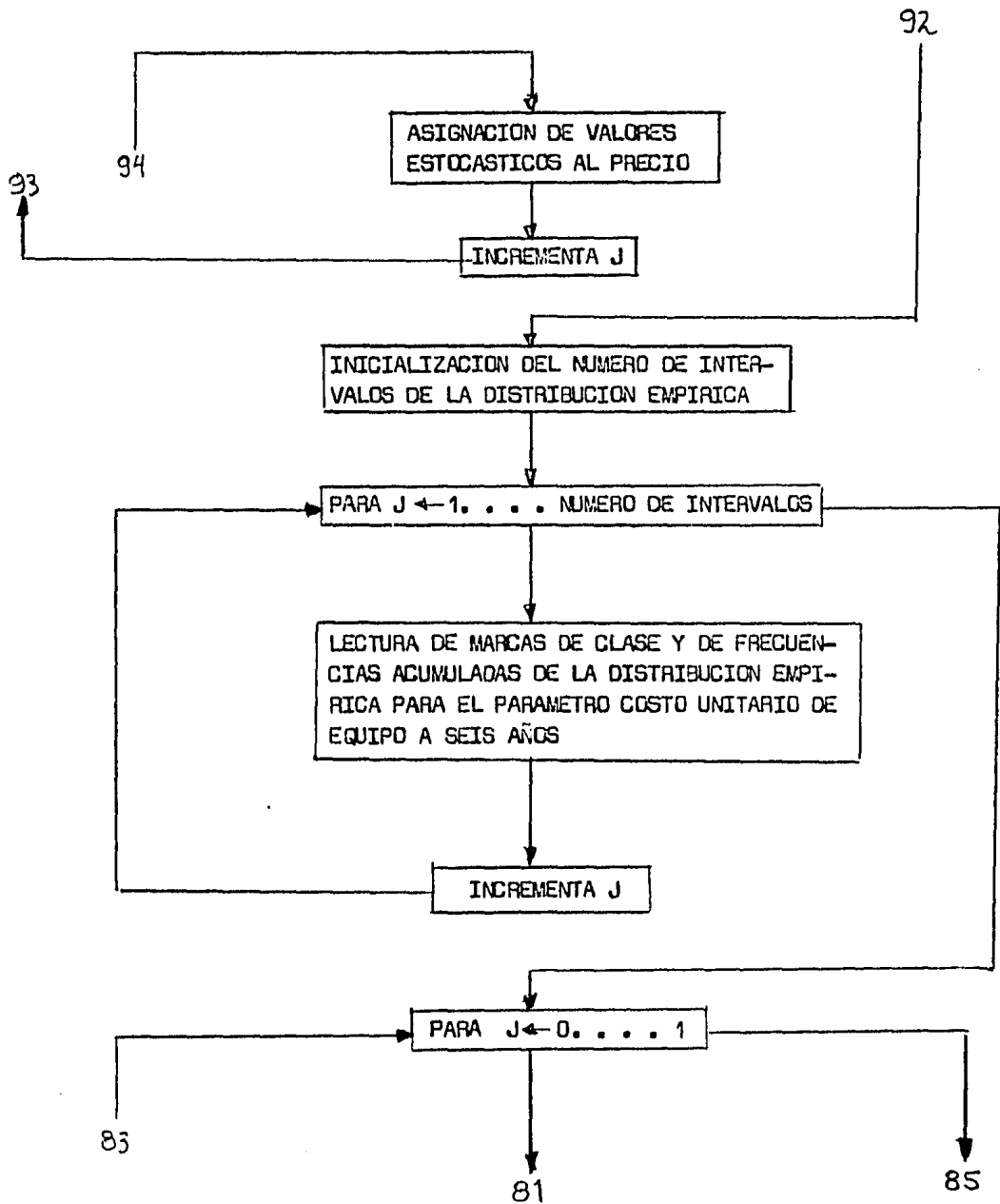


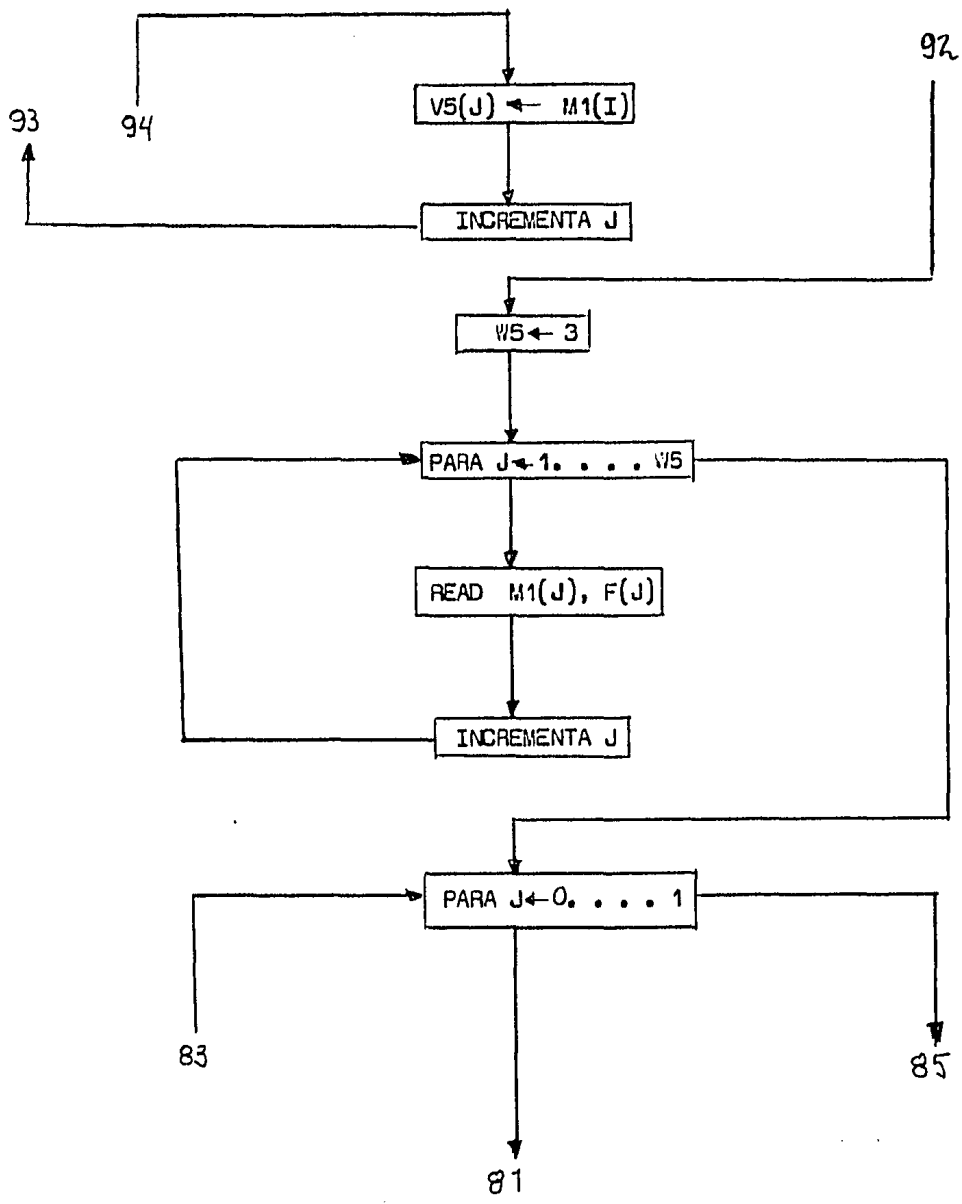


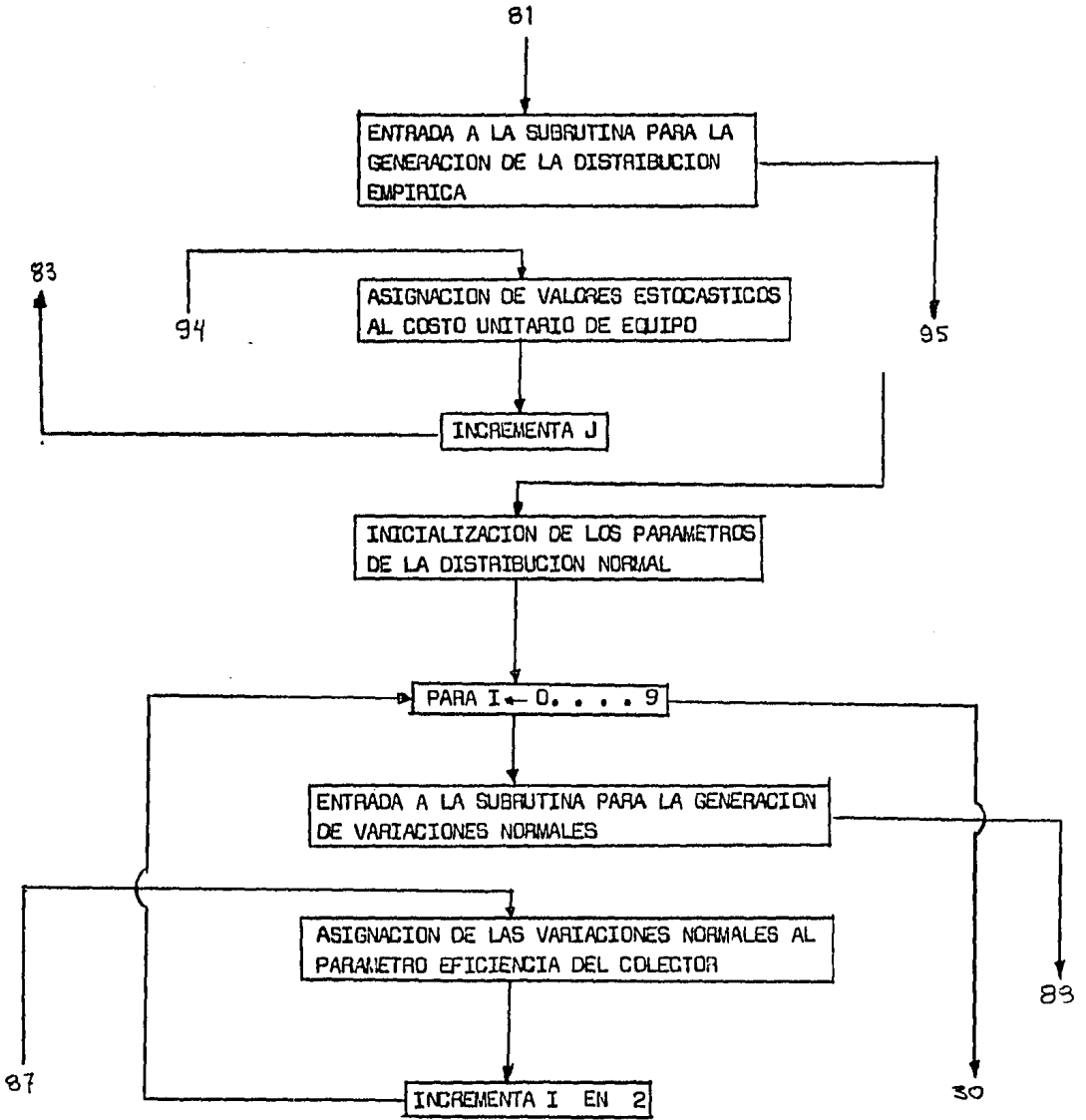


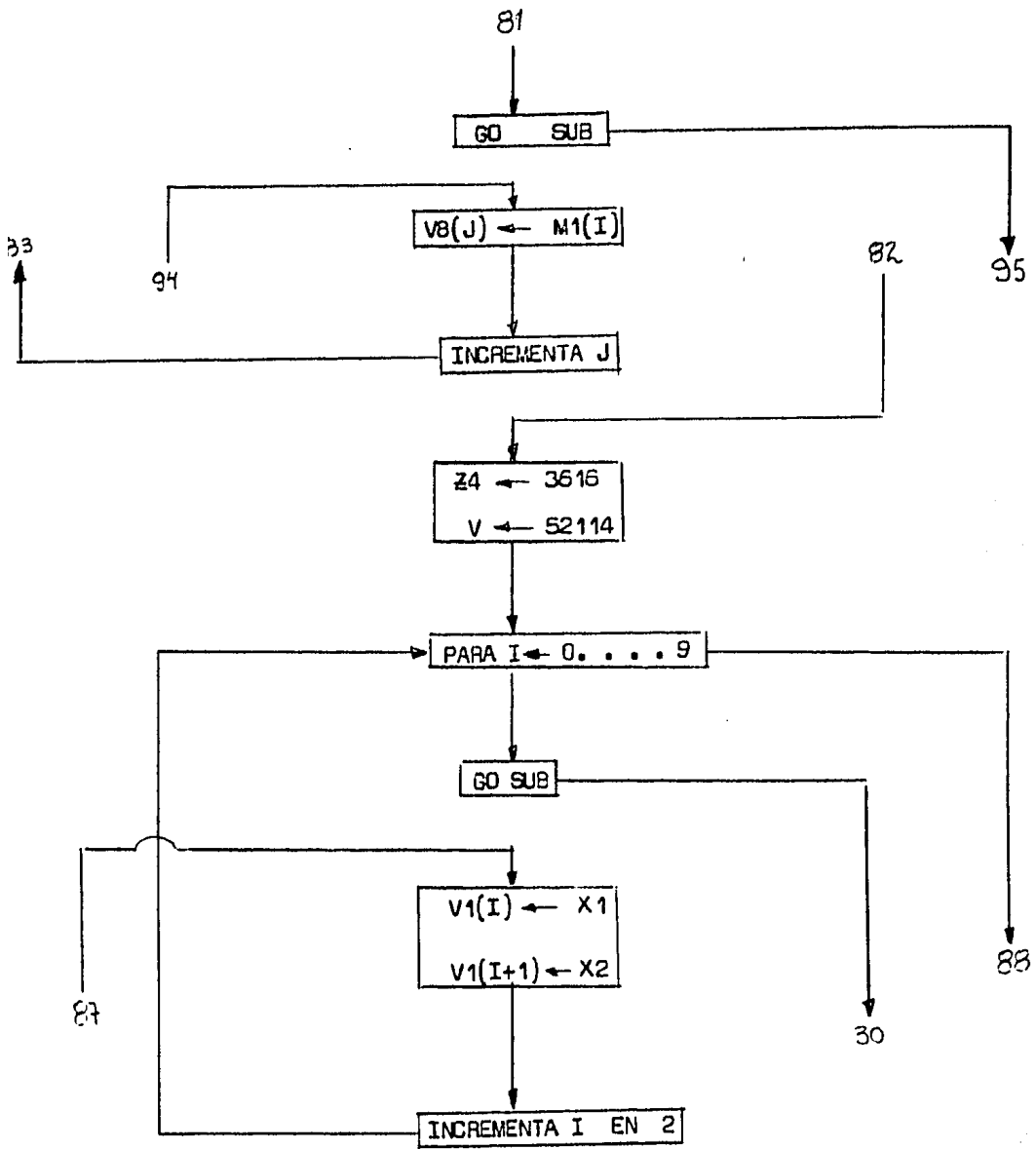


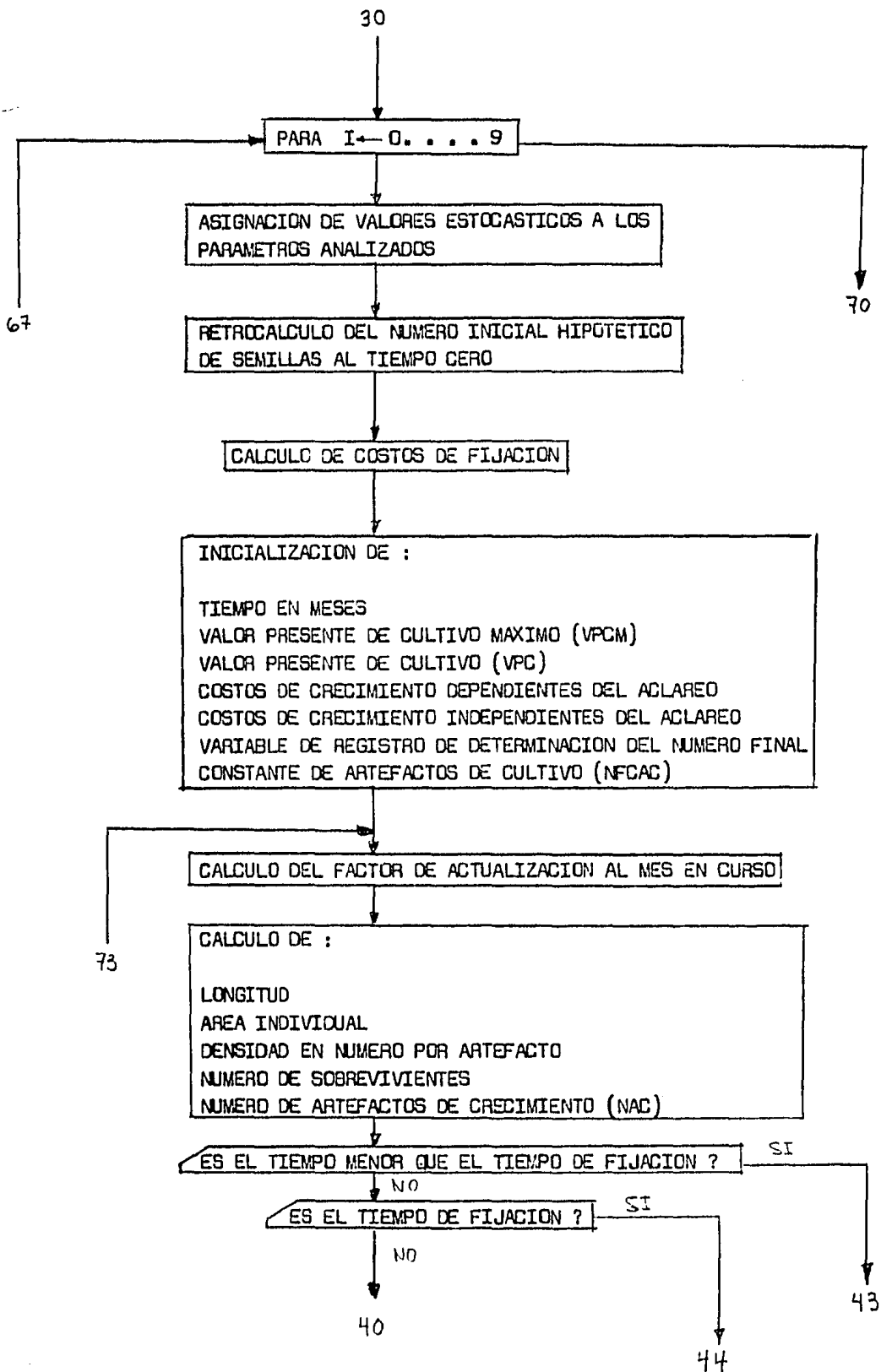


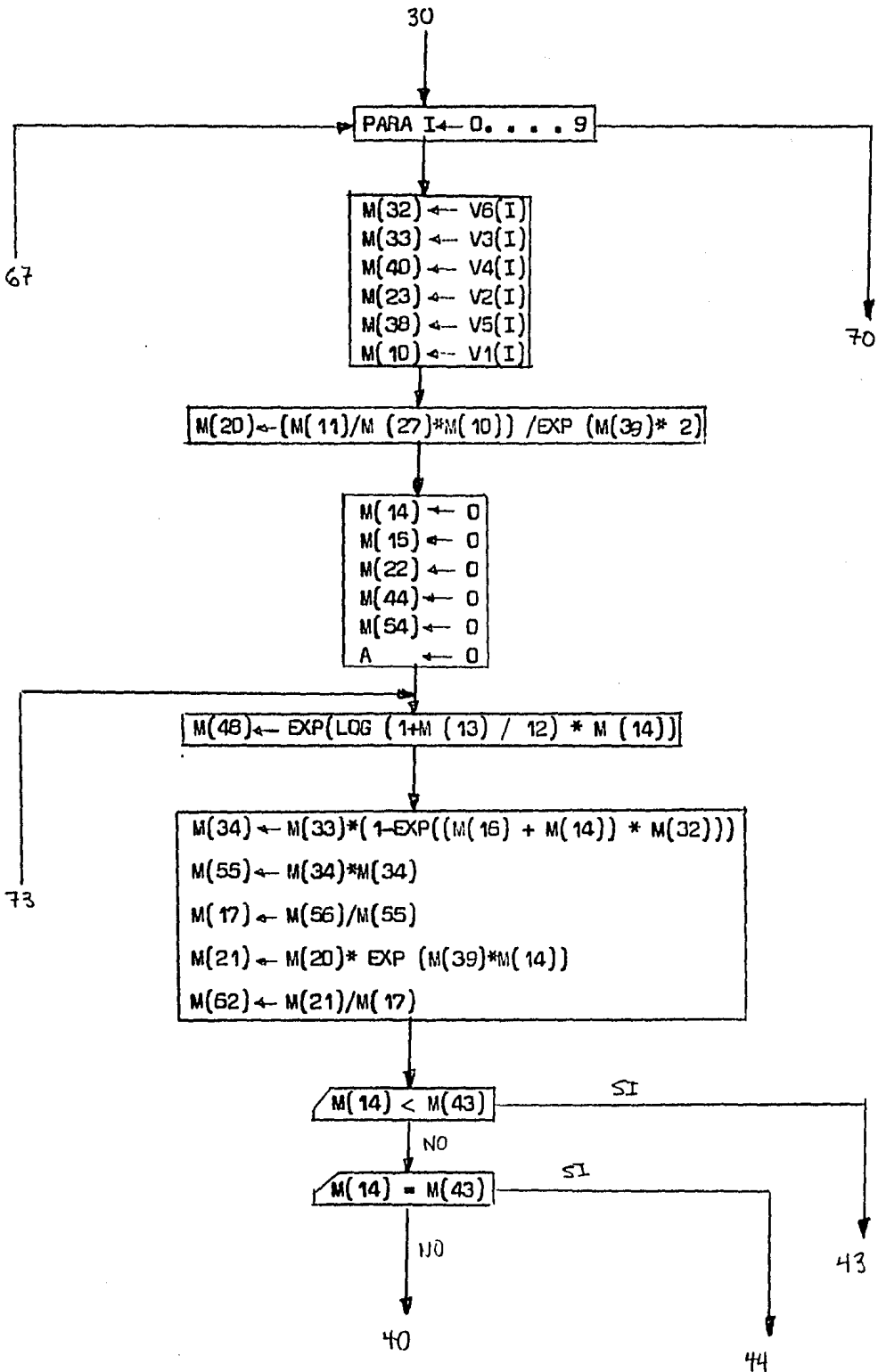


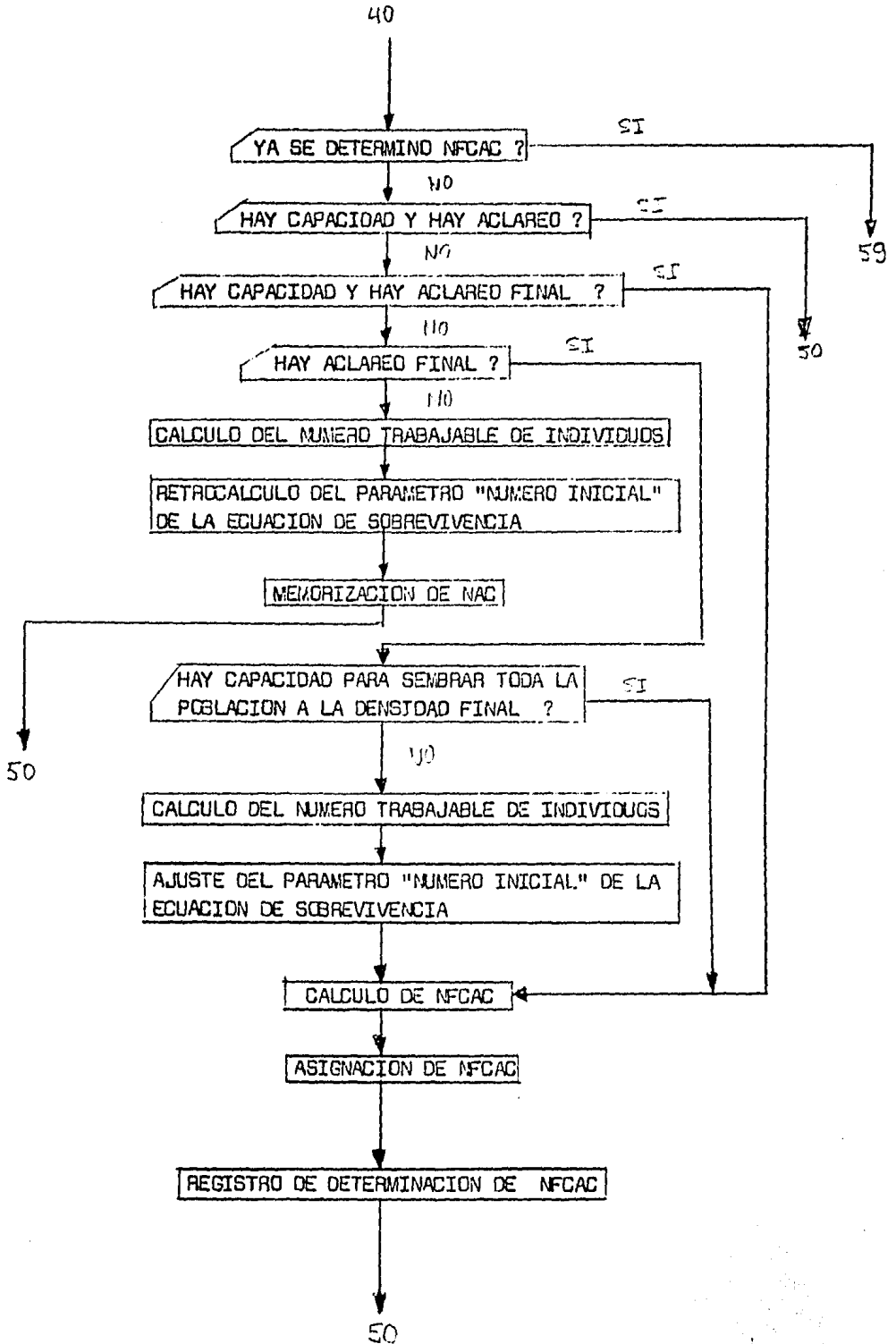


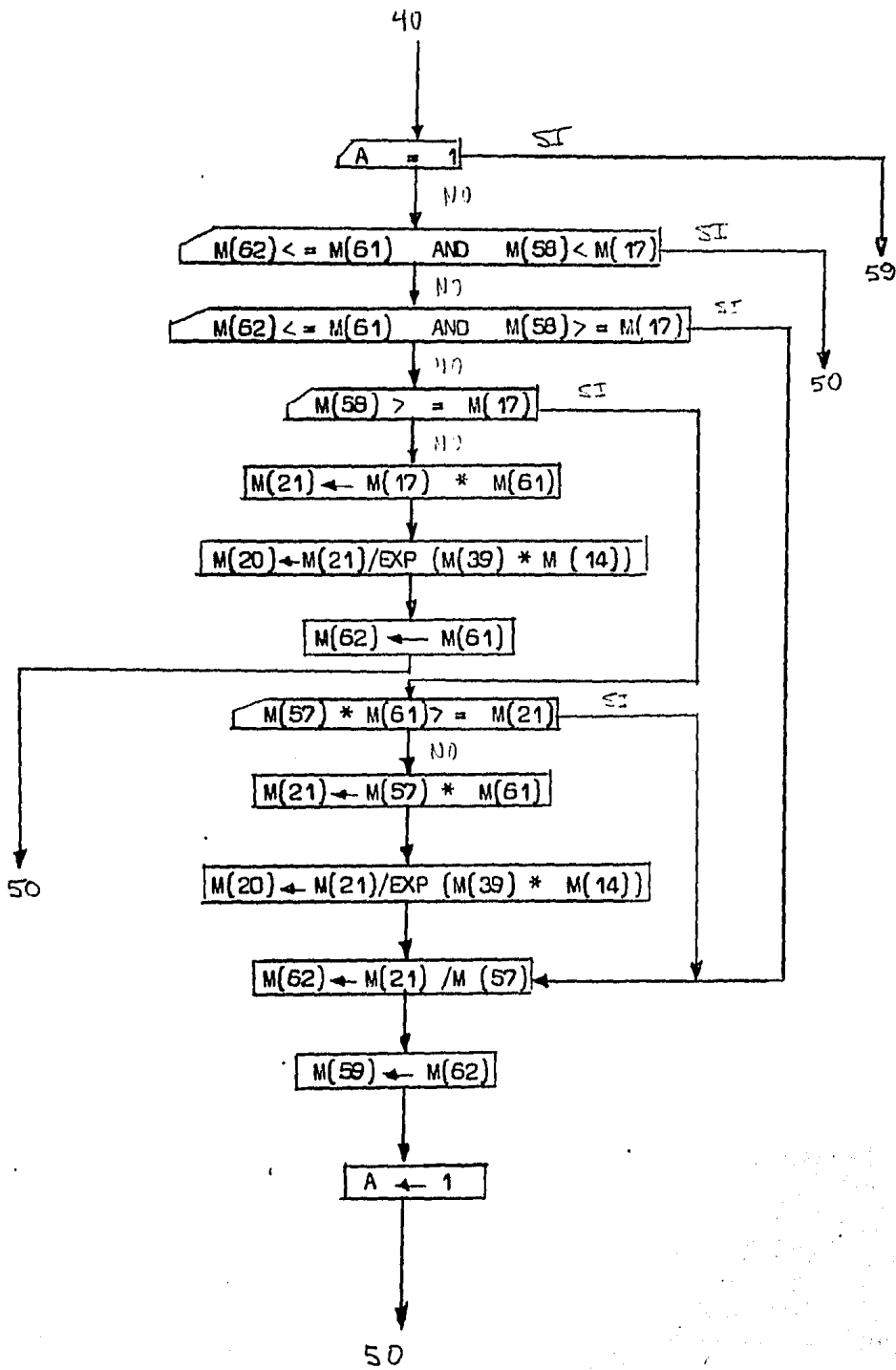












50

CALCULO DE COSTOS ACTUALIZADOS AL MES EN CURSO DE :
EXTRACCION - LIMPIEZA
ACLAREO - RESIEMBRA - INTRODUCCION

CALCULO DE COSTOS ACTUALIZADOS DE CRECIMIENTO
DEPENDIENTES DEL ACLAREO
MEMORIZACION DE NAC

44

CALCULO DE COSTOS ACTUALIZADOS DE PIZCA
Y SIEMBRA
MEMORIZACION DE NAC

59

CALCULO DE COSTOS ACTUALIZADOS DE CRECIMIENTO
INDEPENDIENTES DEL ACLAREO

43

CALCULO DE LA LONGITUD MENOS DOS VECES LA
DESVIACION ESTANDAR
INICIALIZACION DEL PRECIO

ES EL 98% MENOR QUE LA TALLA COMERCIAL ?

SI

NO

YA SE DETERMINO NFCAC ?

SI

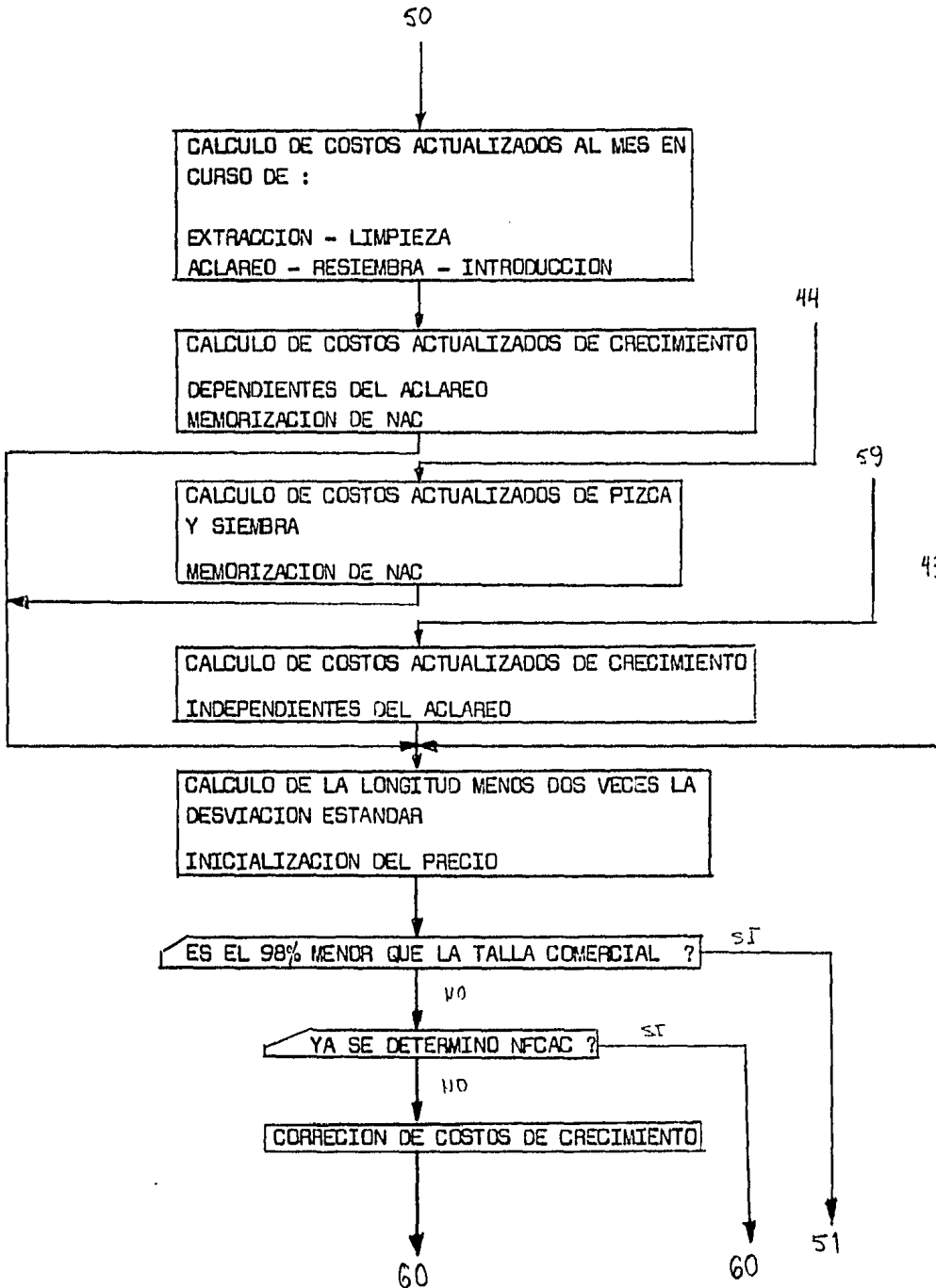
NO

CORRECCION DE COSTOS DE CRECIMIENTO

60

60

51



50

$M(53) \leftarrow (M(67) + M(18)) * M(60) / M(48)$
 $M(68) \leftarrow ((M(62) - M(60)) * M(19) + M(37)) + M(60)$
 $* M(63) + M(62) * M(66) / M(48)$

$M(22) \leftarrow M(22) + M(53) + M(68)$
 $M(60) \leftarrow M(62)$

44

$M(31) \leftarrow (M(30) * M(11) / M(27) + (M(19) + M(37) + M(66)$
 $* M(62)) / M(48)$
 $M(60) \leftarrow M(62)$

53

$M(54) \leftarrow M(54) + M(59) * (M(18) + M(67) + M(66) / M(48))$

43

$M(51) \leftarrow M(34) - M(35) * M(34) / M(36)$

$M(51) \leq M(36)$

SI

NO

$A = 1$

SI

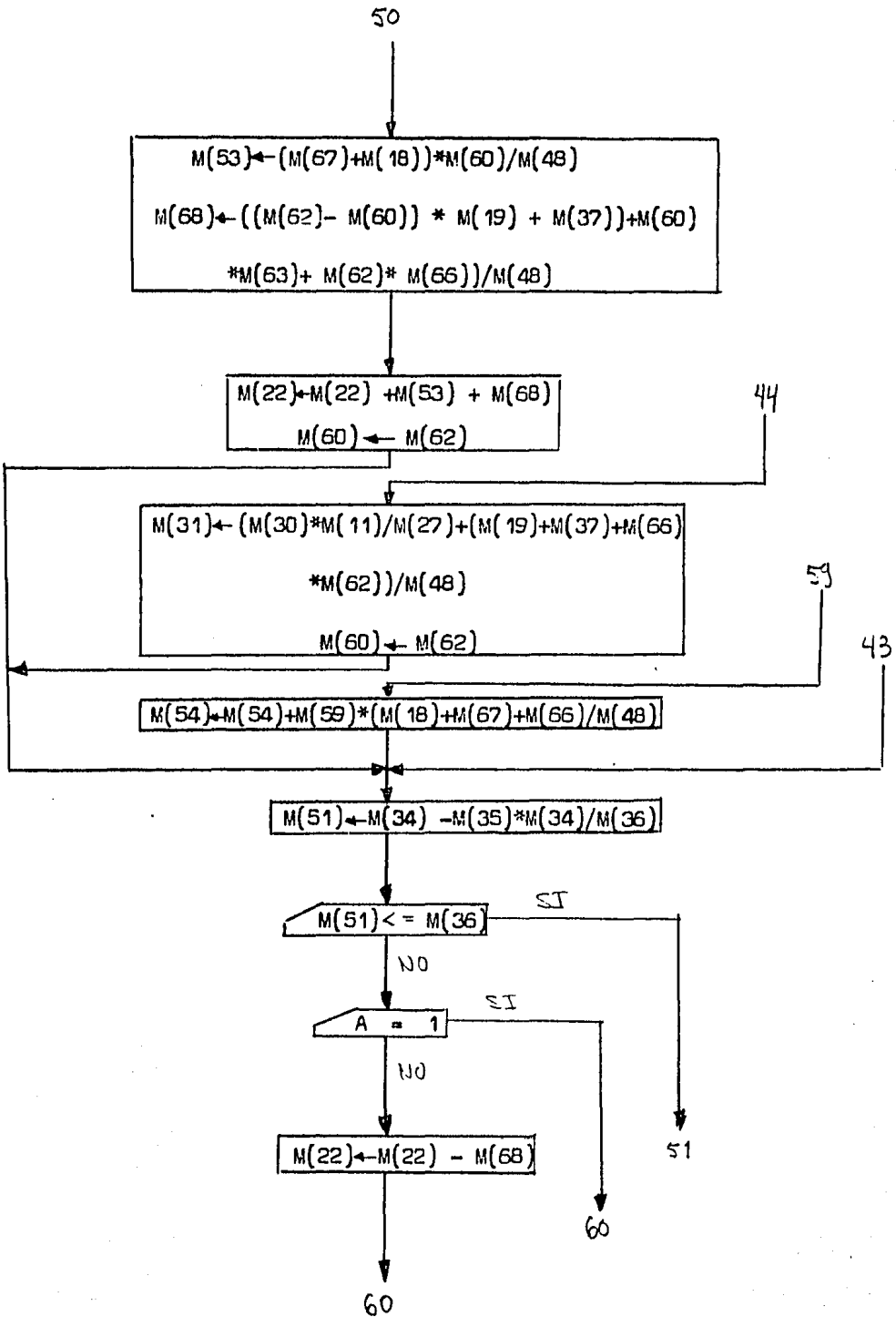
NO

$M(22) \leftarrow M(22) - M(68)$

51

60

60



60

51

```

M(26) ← (M(37)*M(59)+M(24)*M(21)) / M(48)
M(41) ← M(40)*M(34)**M(23)
M(2) ← M(41) * M(21)
M(44) ← (M(38)*M(21)/M(48)-M(29)-M(31)-M(22)
-M(54) -M(26)

```

M(44) ≤ 0

SI

M(15) ≥ M(44)

SI

M(15) ← M(44)

M(14) ← M(14) + M(42)

NO

12 - M(14) > 0

SI

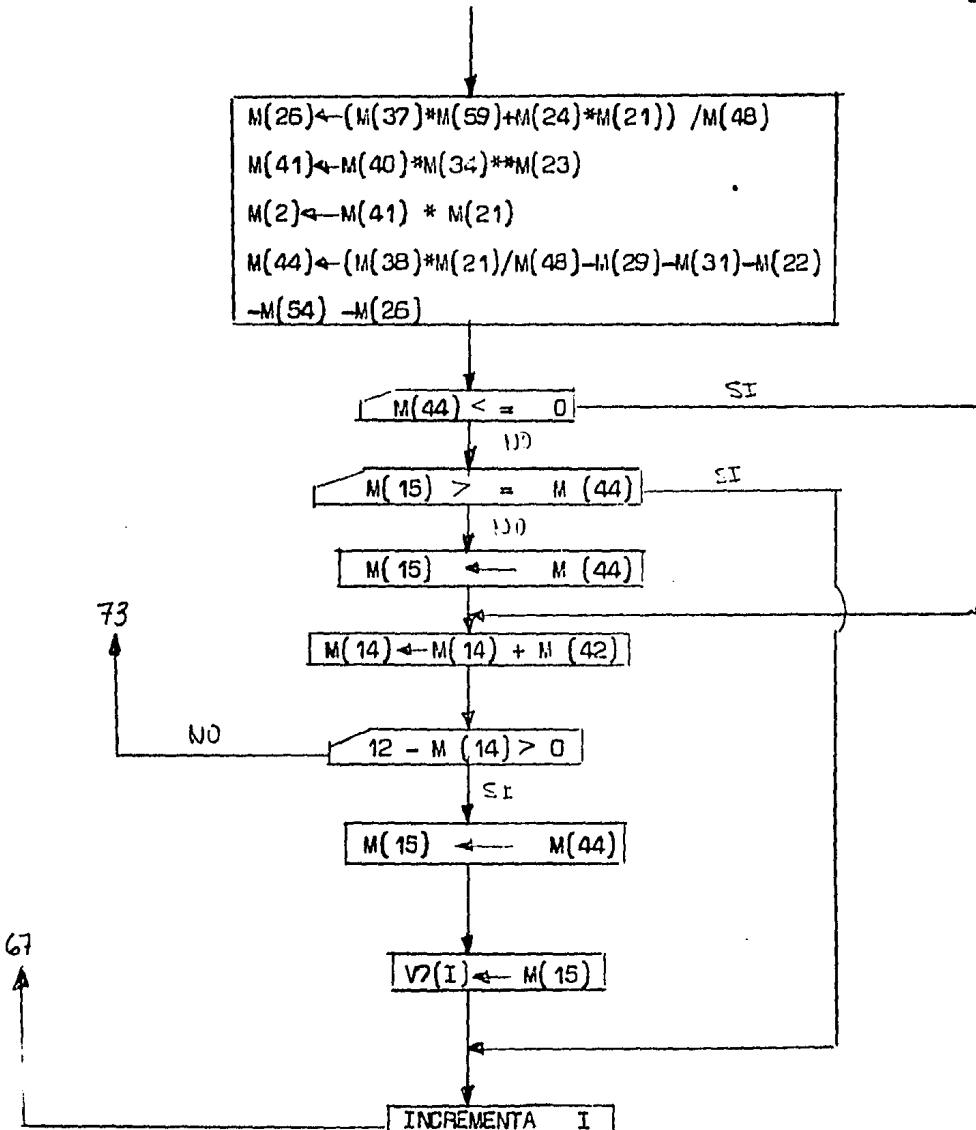
M(15) ← M(44)

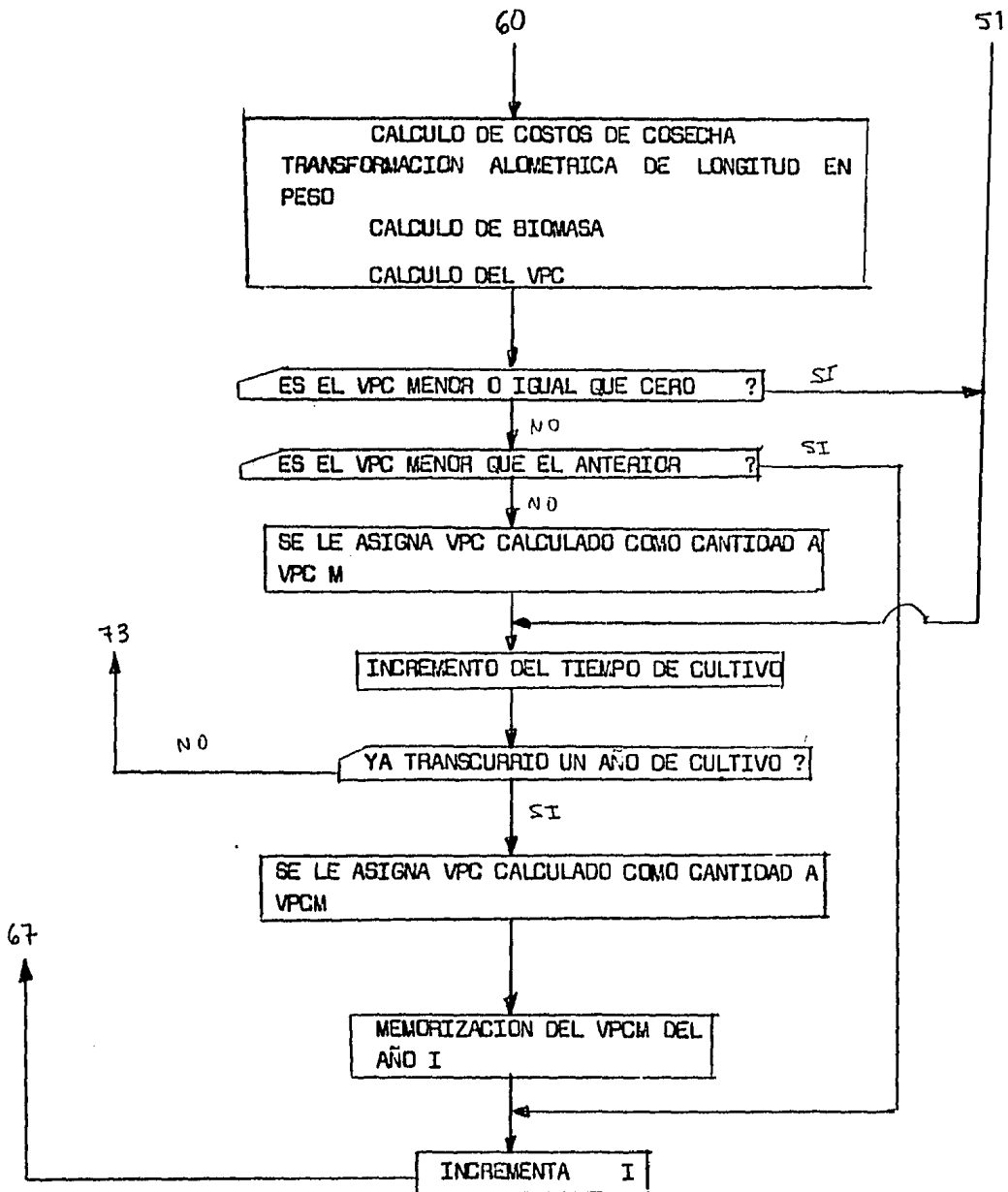
V2(I) ← M(15)

INCREMENTA I

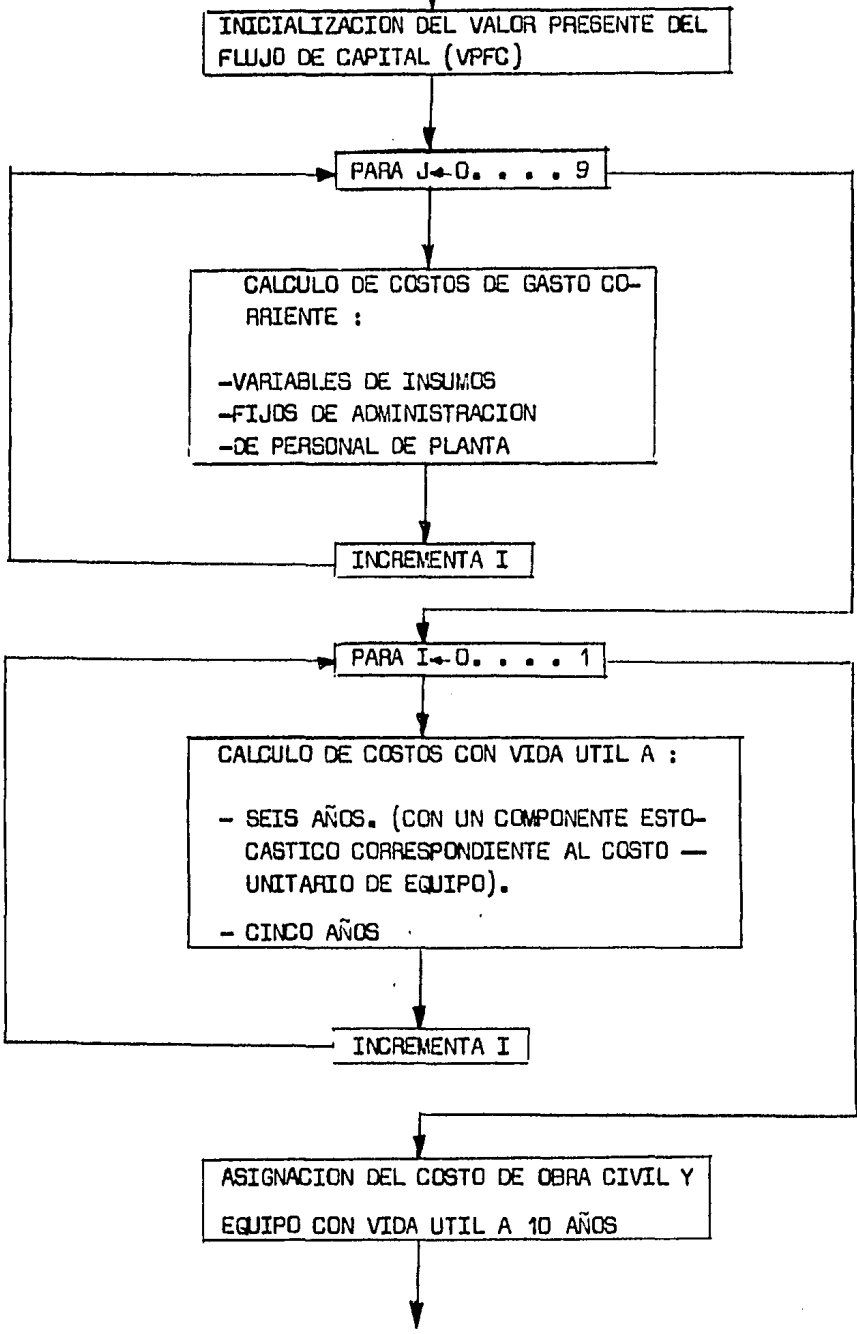
73

67



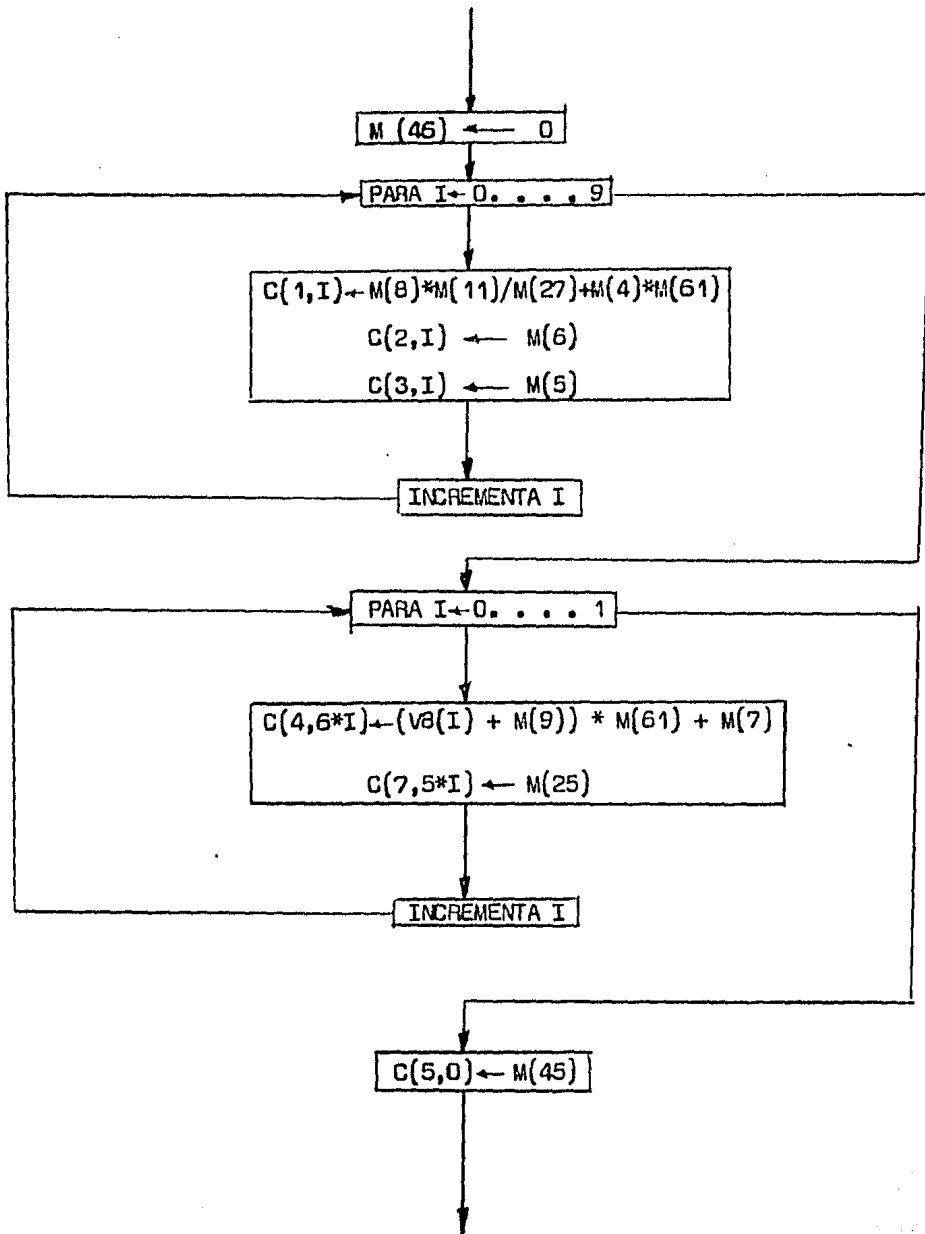


70



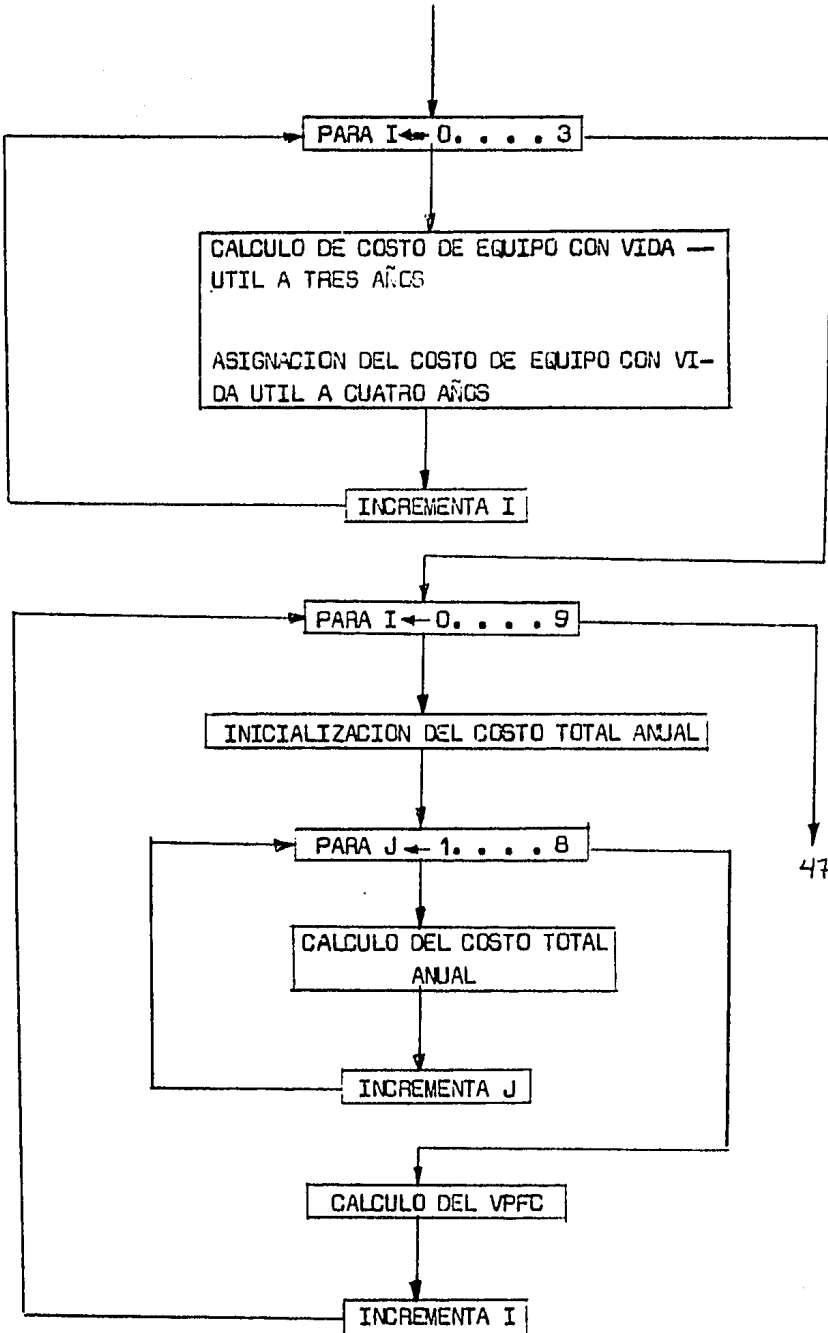
46

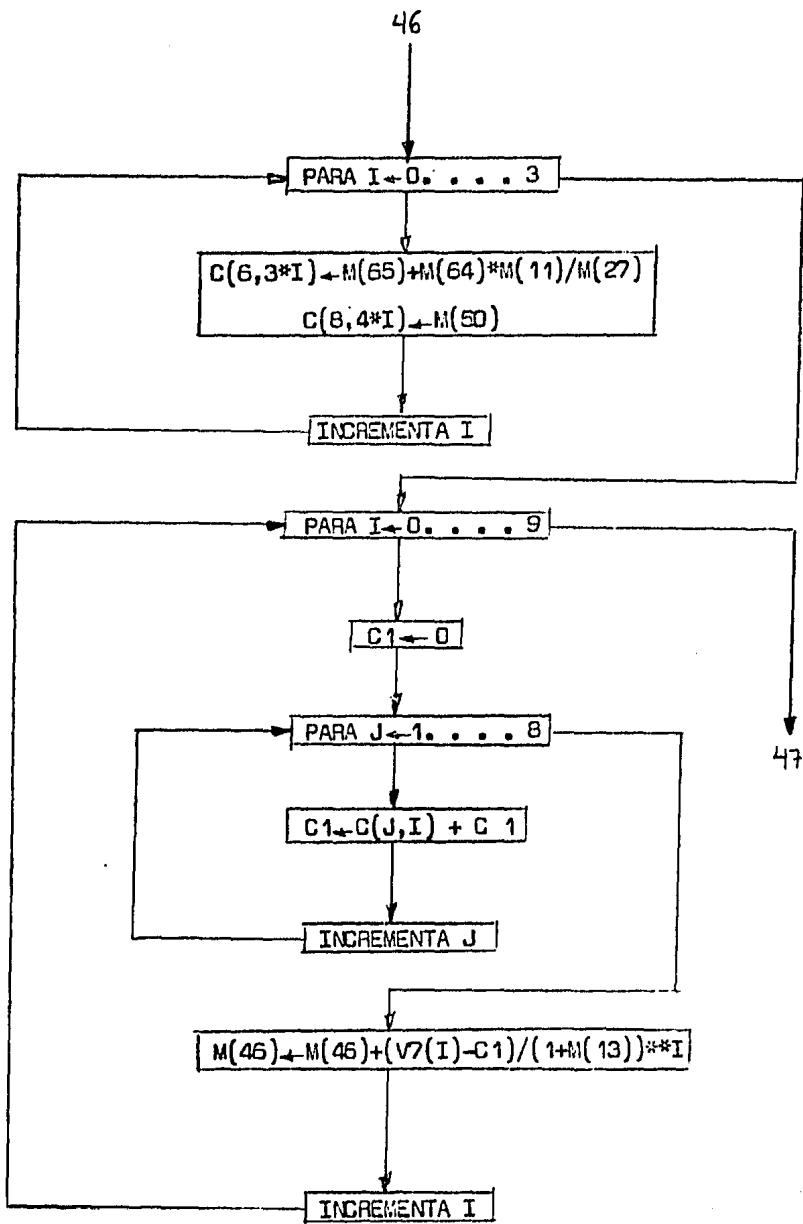
70

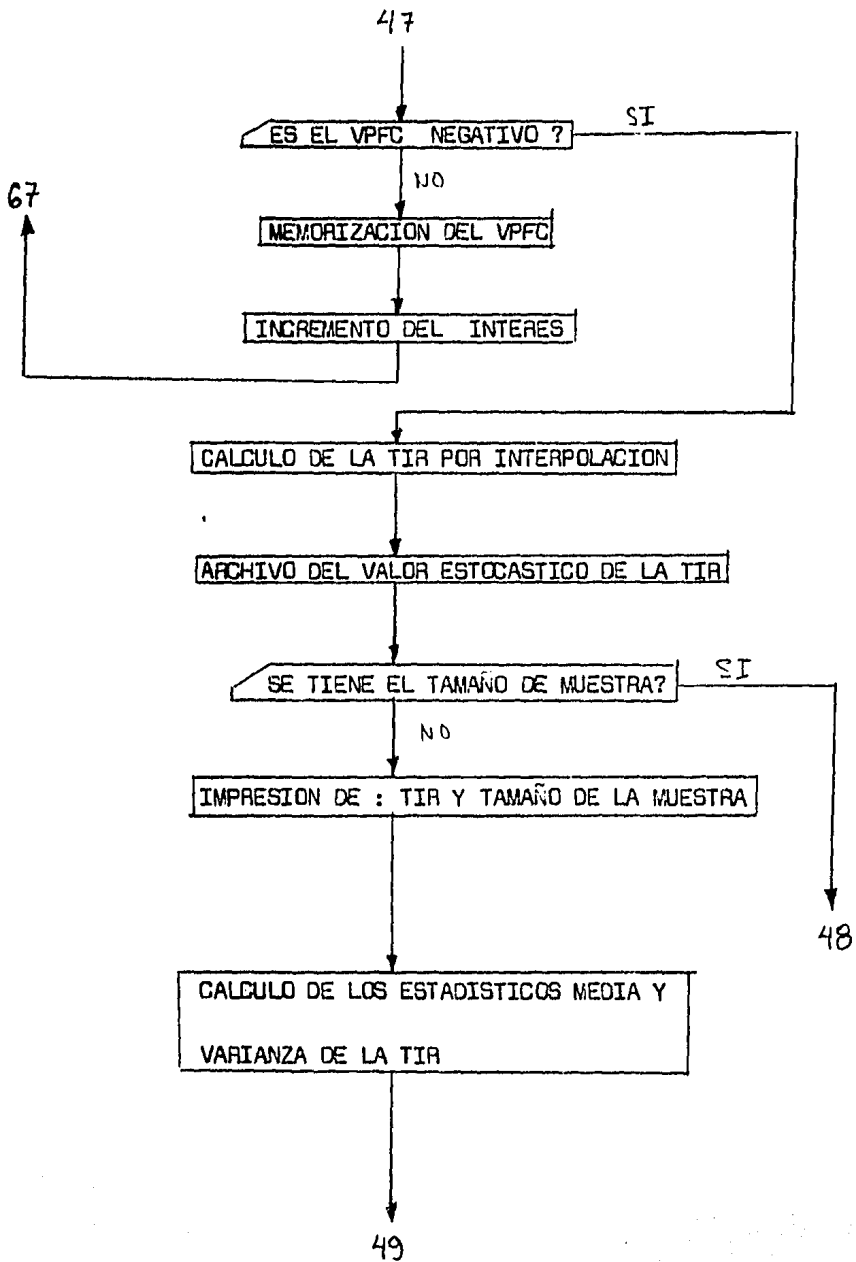


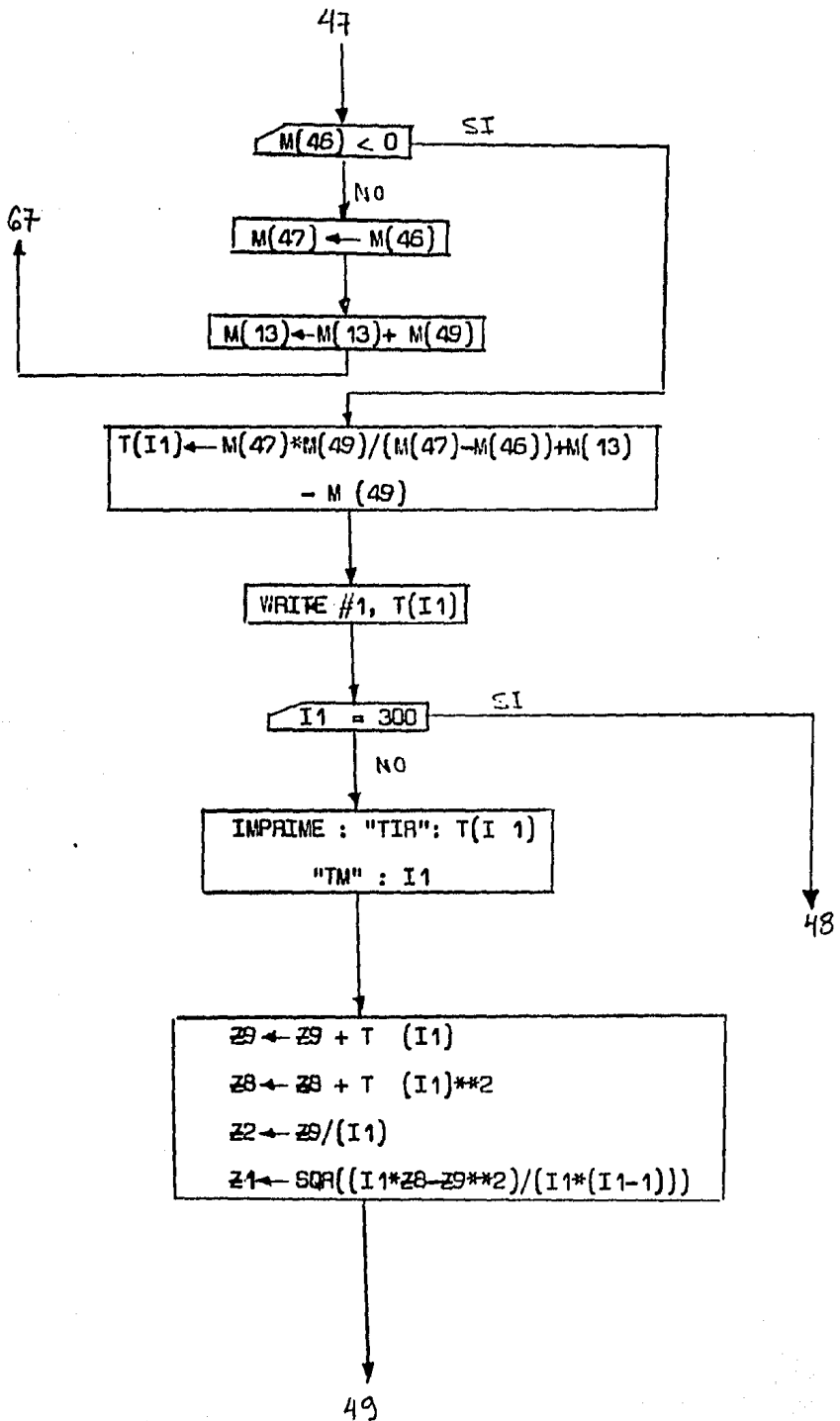
46

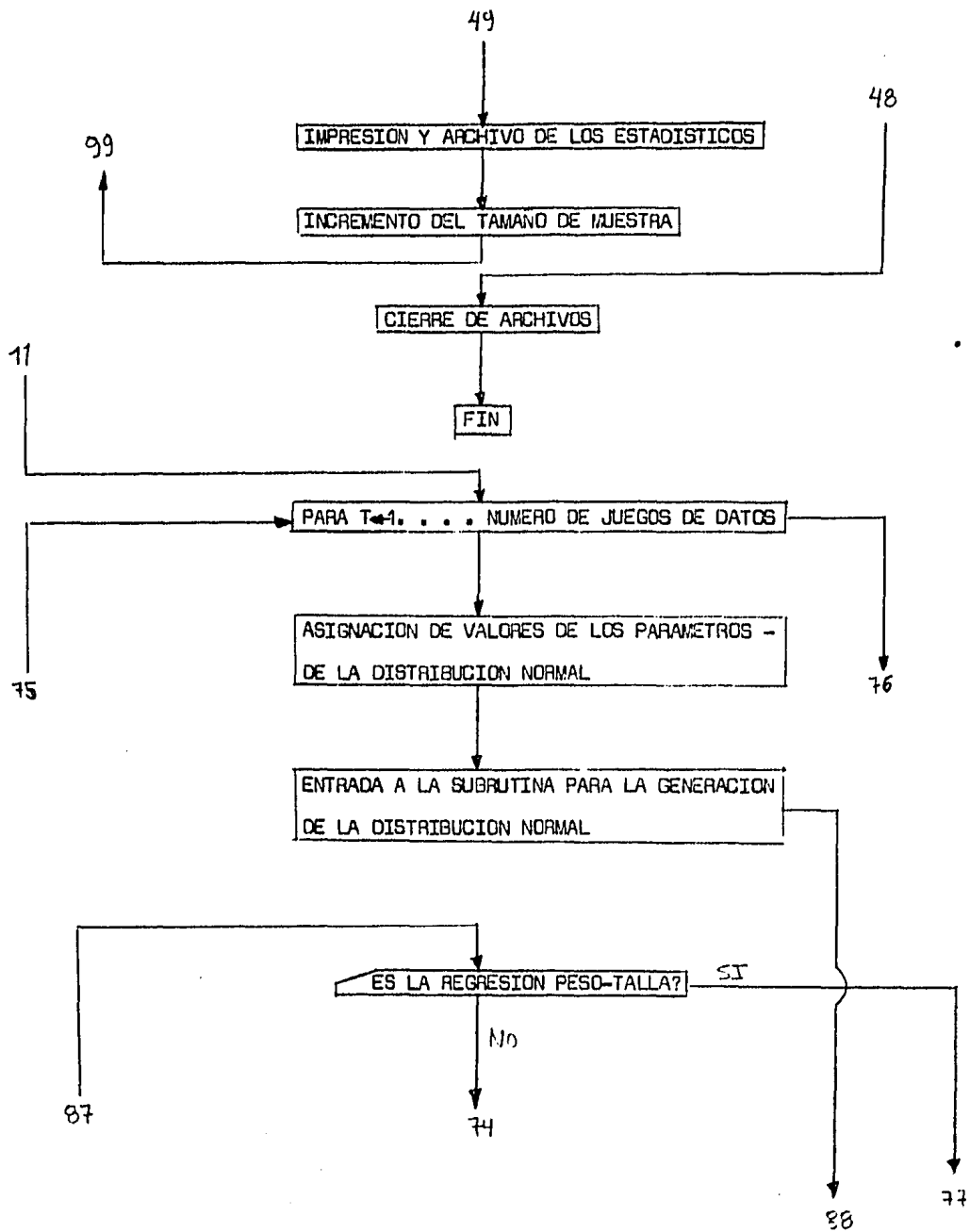
46

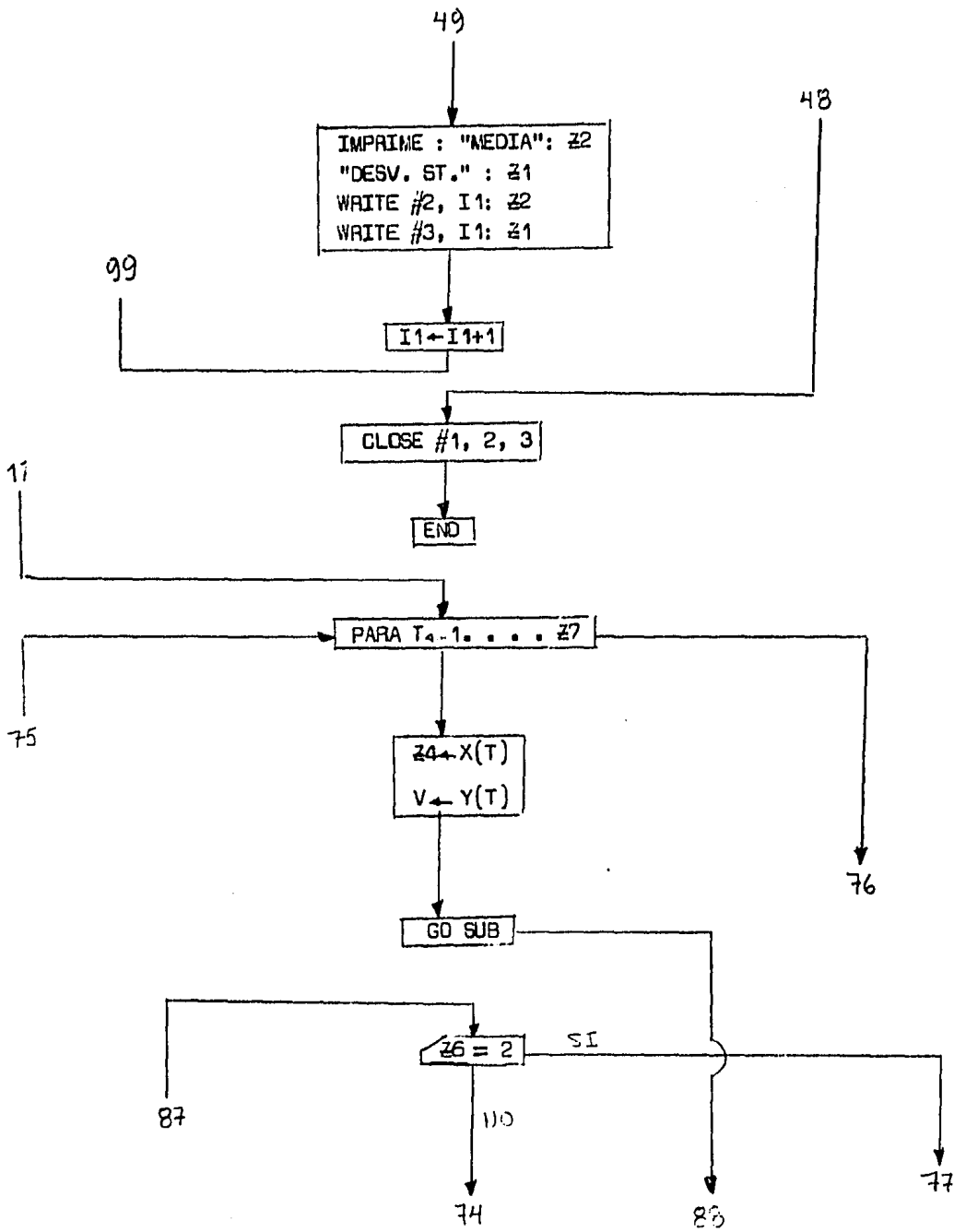


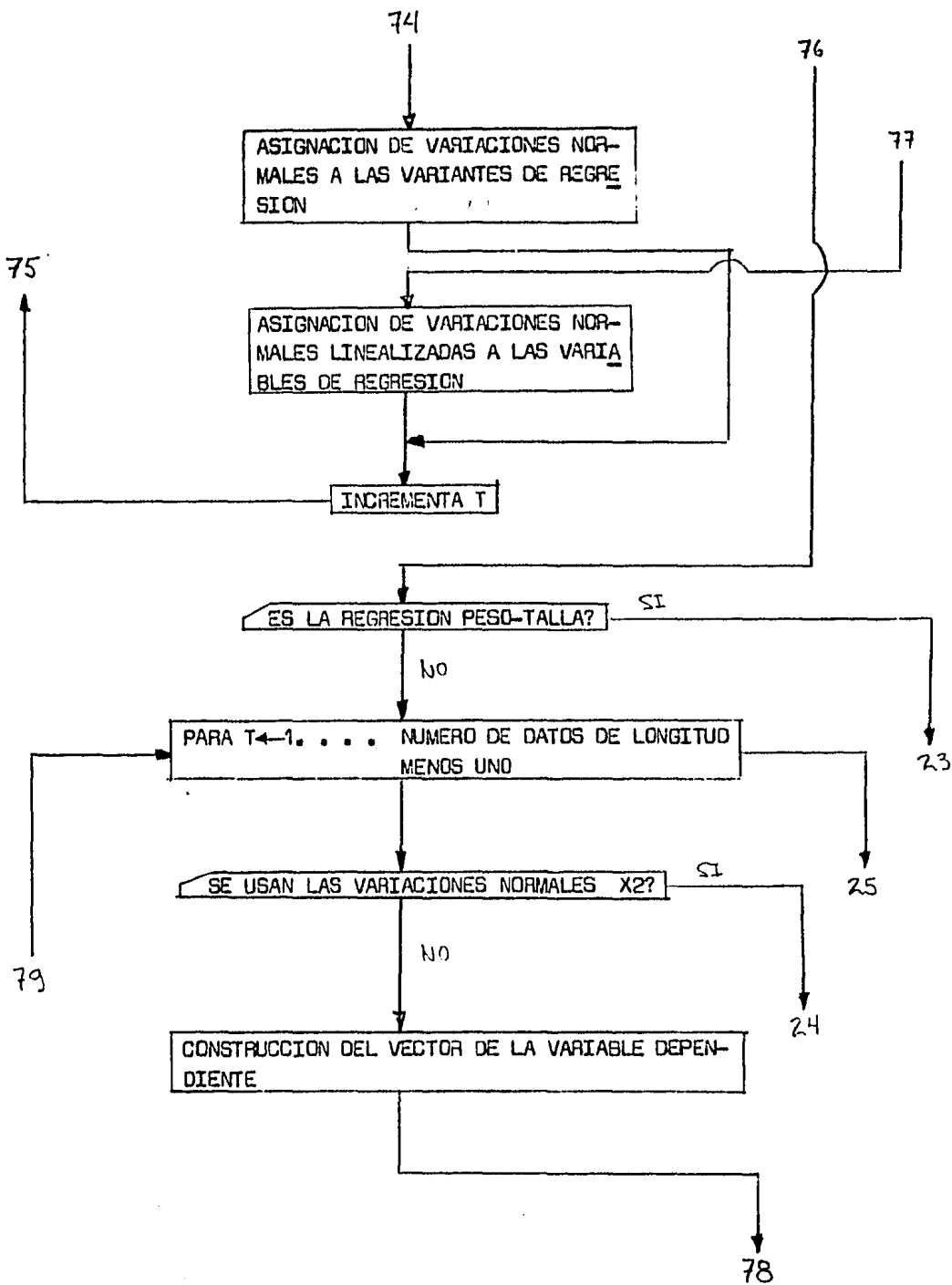


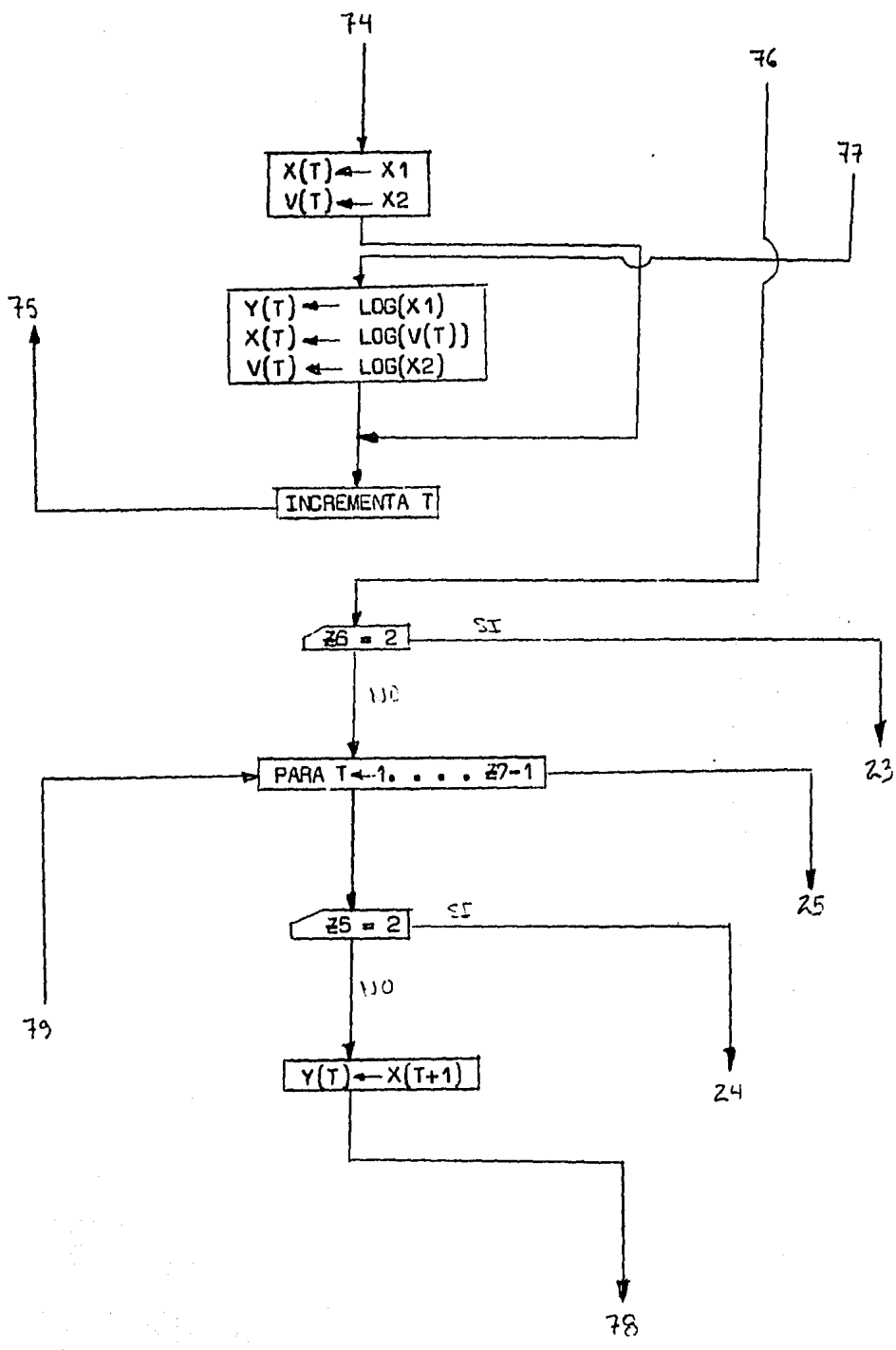


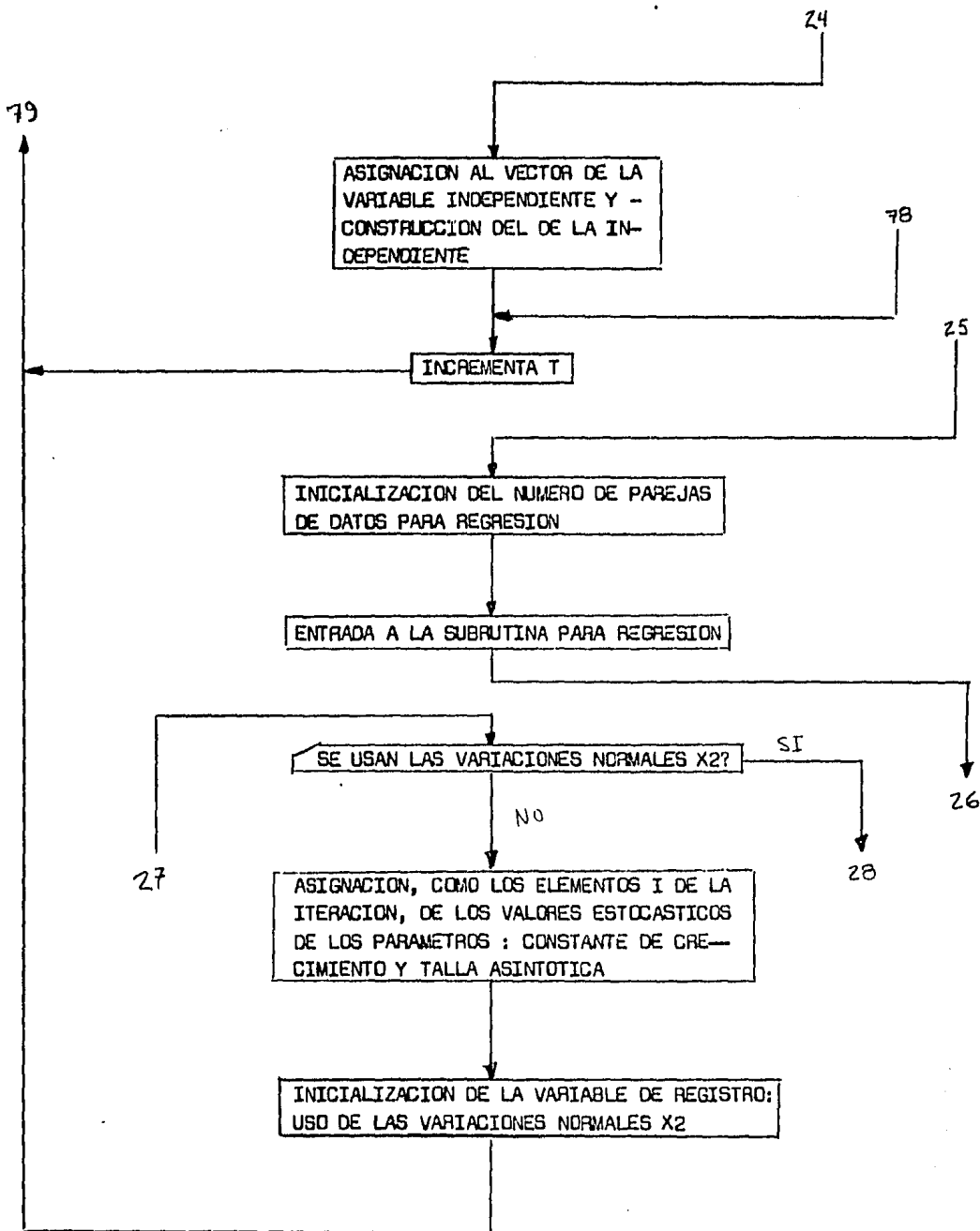


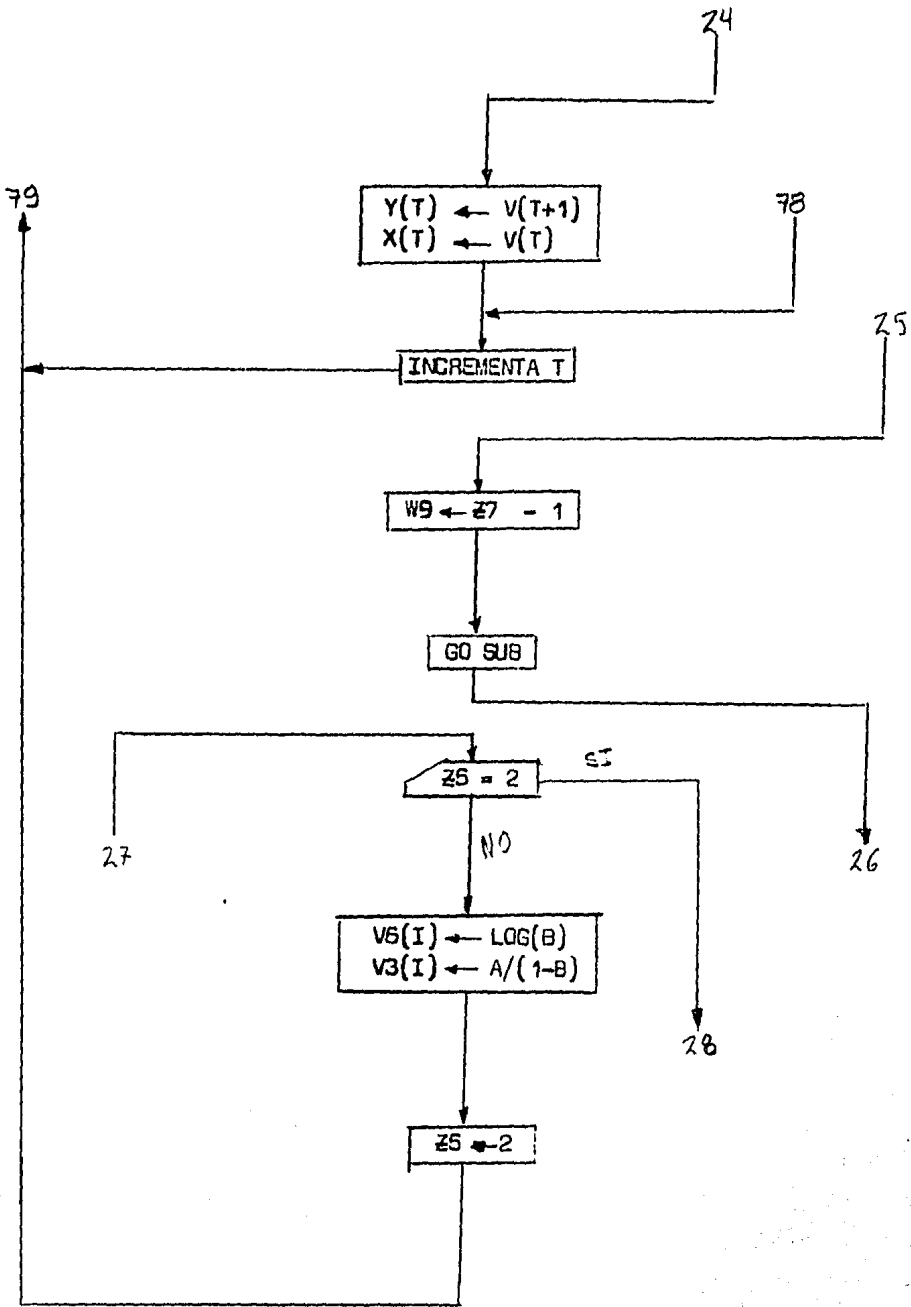


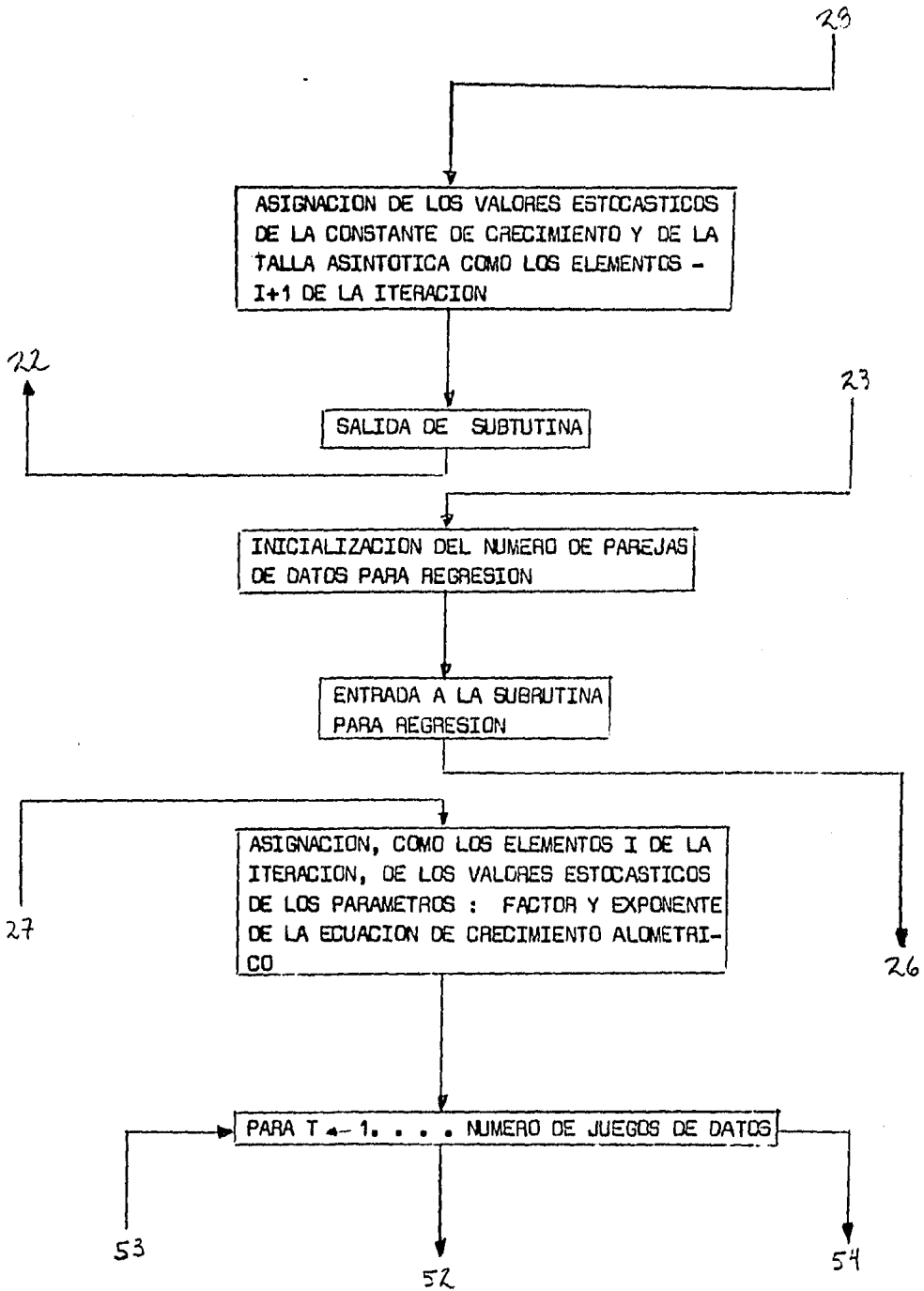


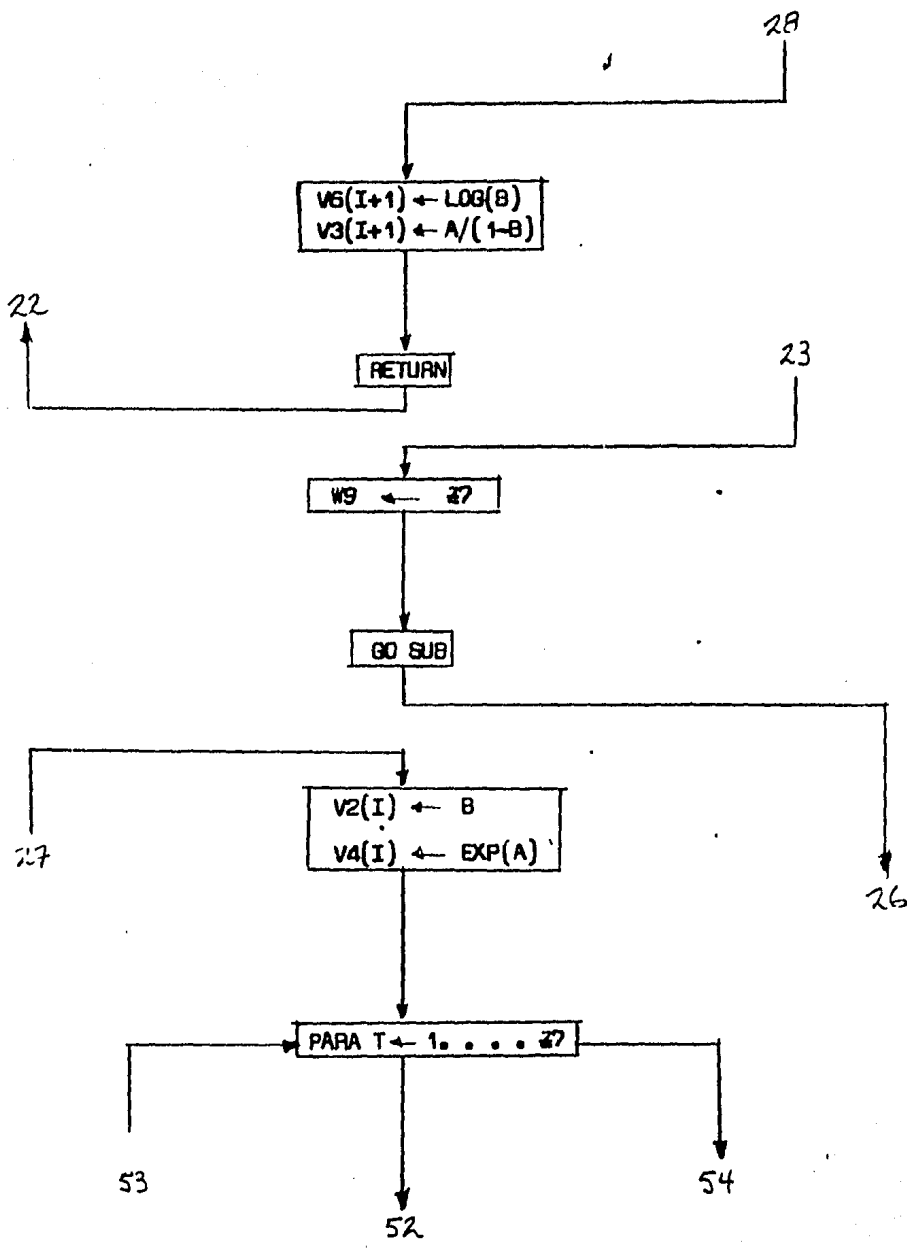


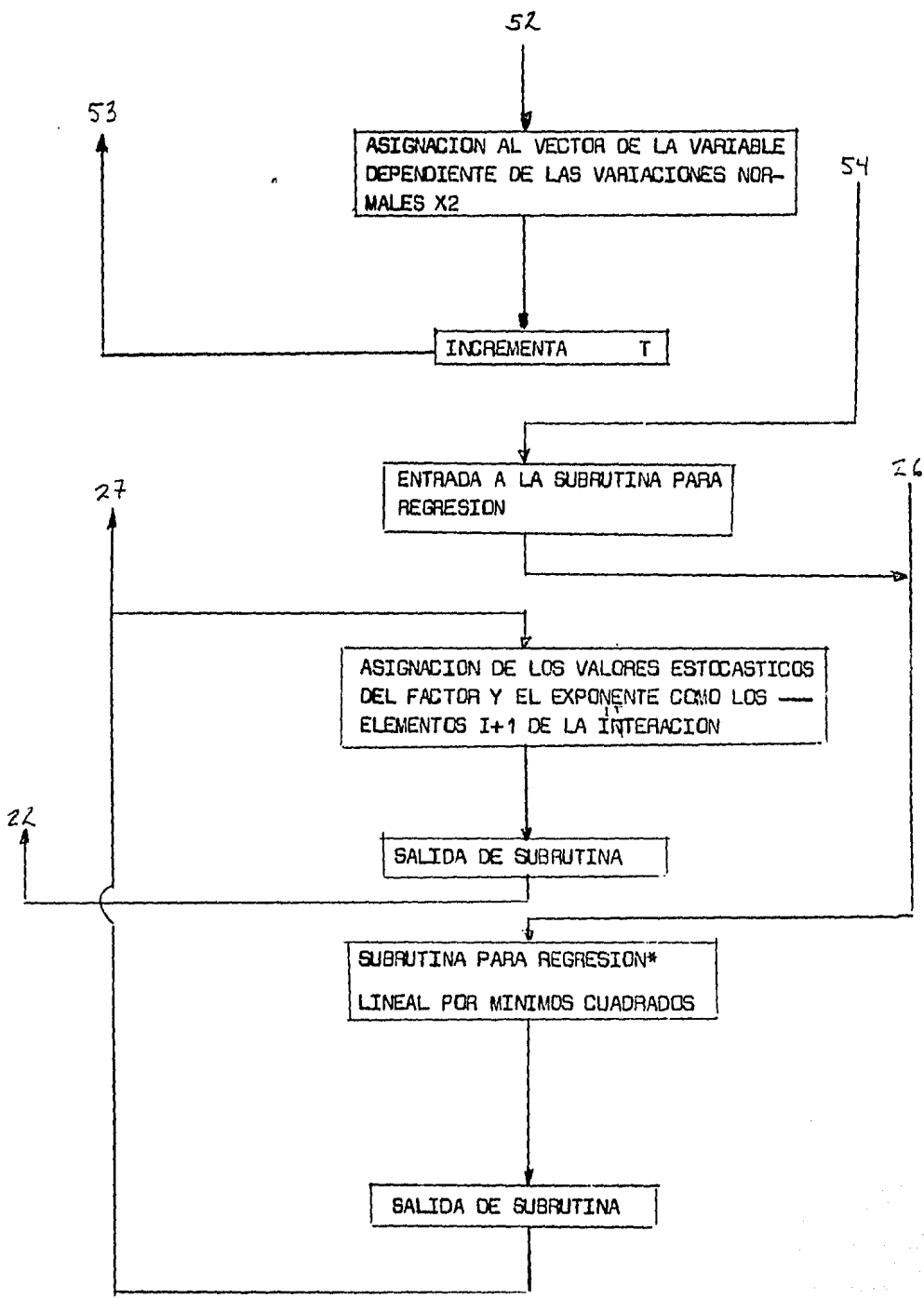


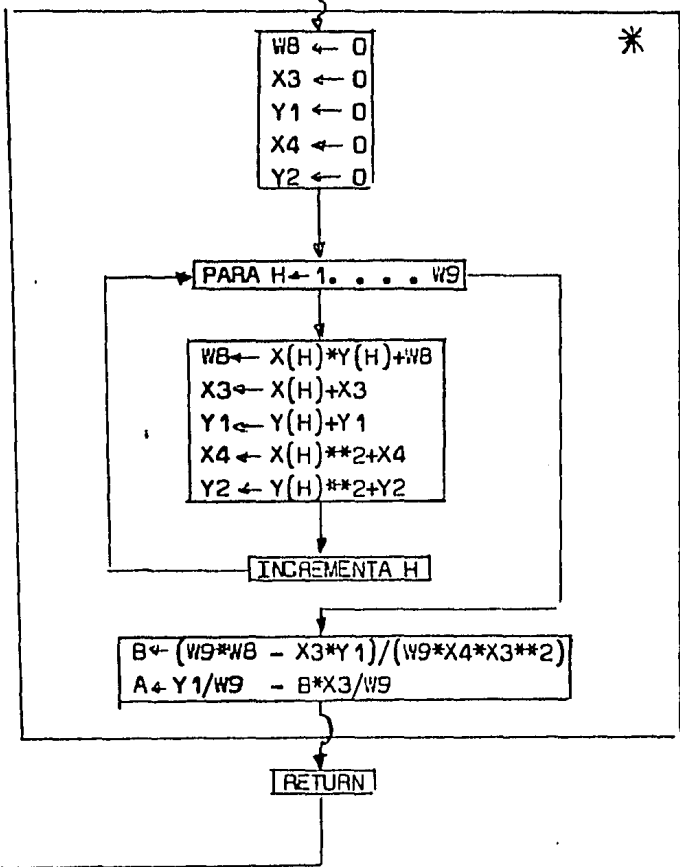
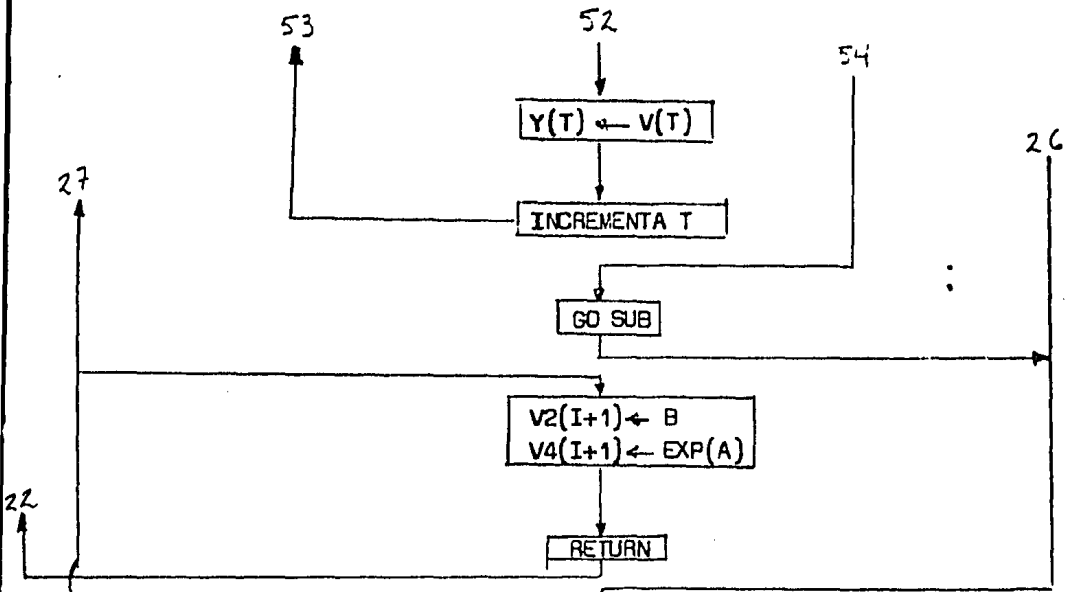


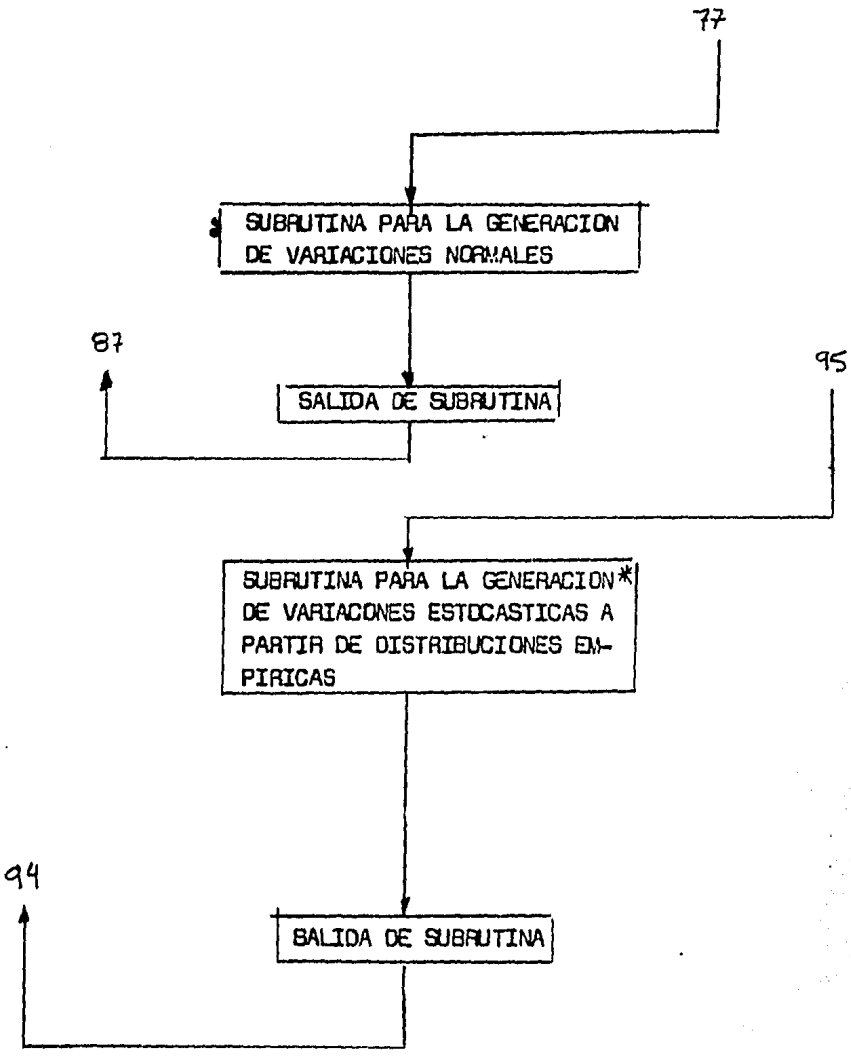












77

```

U1 ← RND(0)
U2 ← RND(0)
W7 ← -2*V*LOG(U1)
W6 ← 6.283185*U2
X1 ← Z4+W7**((1/2)*COS(W6))
X2 ← Z4+W7**((1/2)*SIN(W6))

```

95

RETURN

87

U ← RND(0)

*

PARA I ← 1 . . . WS

U ≤ F(I)

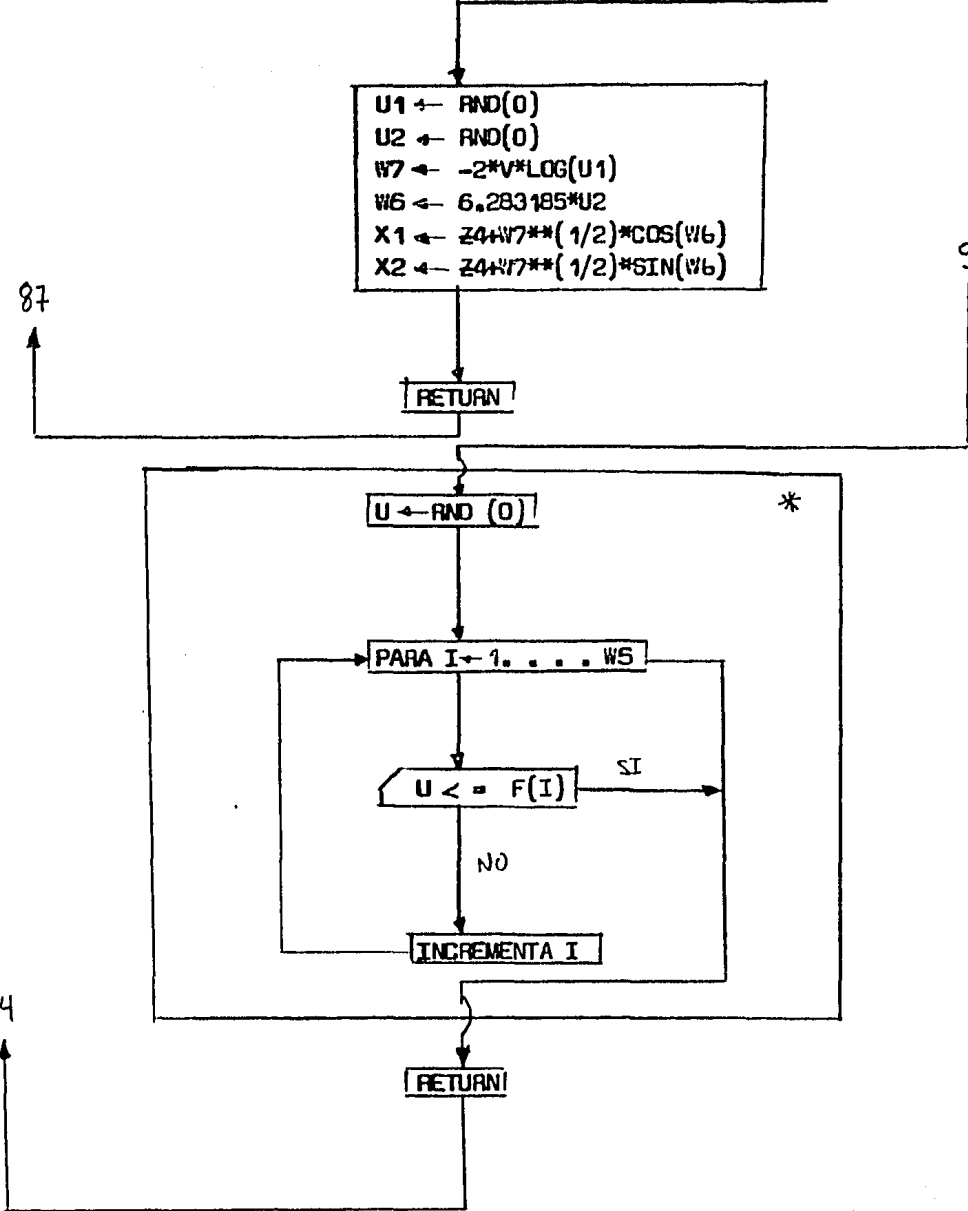
SI

NO

INCREMENTA I

RETURN

94



100 DEFINE FILE #1='DATOS'

100 DEFINE FILE #1='DATOS'

110 DEFINE FILE #2='MEDIA'

120 DEFINE FILE #3='D.S.'

130 DIM T(300),M(70),C(8,12),X(15),Y(15),V(15)

140 I1=1

150 Z9=0

160 Z6=0

170 ! LECTURA INICIAL

180 FOR I=0 TO 9 STEP 2

190 RESTORE

200 FOR L=1 TO 70

210 READ M(L)

220 NEXT L

230 Z7=12

240 ! LECTURAS DE MEDIAS Y VARIANZAS DE LONGITUDES

250 FOR T=1 TO Z7

250 READ X(T),Y(T)

270 NEXT T

280 Z3=1

290 Z5=1

300 GO SUB 1980

310 ! LECTURAS DE MEDIAS Y VARIANZAS DE PESOS Y LONGITUDES

320 Z7=5

330 FOR T=1 TO Z7

340 READ X(T),Y(T),V(T)

350 NEXT T

360 Z6=2

370 Z3=1

380 GO SUB 1980

390 NEXT I

400 ! GENERACION DE PRECIOS

410 W5=3

420 FOR J=1 TO W5

430 READ M1(J),F(J)

440 NEXT J

450 FOR J=0 TO 9

460 GO SUB 2650

470 V5(J)=M1(I)

480 NEXT J

490 ! GENERACION DE COSTOS

500 W5=3

510 FOR J=1 TO W5

520 READ M1(J),F(J)

530 NEXT J

540 FOR J=0 TO 1

550 GO SUB 2650

560 V6(J)=M1(I)

570 NEXT J

580 ! GENERACION DE EFICIENCIAS DEL COLECTOR

590 Z4=3616

600 V=52114

610 FOR I=0 TO 9 STEP 2

620 GO SUB 2550

630 V1(I)=X1

640 V1(I+1)=X2

650 NEXT I

100 DEFINE FILE #1='DAT03'

660 ! PROGRAMA PRINCIPAL Y ASIGNACIONES

670 FOR I=0 TO 9

690 M(32)=V6(I)

690 M(33)=V3(I)

700 M(40)=V4(I)

710 M(23)=V2(I)

720 M(38)=V5(I)

730 M(10)=V1(I)

740 ! ESCALADO Y FIJACION

750 M(20)=(M(11)/M(27)*M(10))/EXP(M(39)*2)

760 M(29)=M(23)*M(11)/M(27)

770 ! INICIALIZACIONES

780 M(14)=0

790 M(15)=0

800 M(22)=0

810 M(44)=0

820 M(54)=0

830 A=0

840 ! TIEMPO, ACTUALIZACION Y BIOTECNOLOGICAS

850 M(48)=EXP(LOG(1+M(13)/12)*M(14))

860 M(34)=M(33)*(1-EXP((M(16)+M(14))*M(32)))

870 IF M(34)=0 THEN 890

880 M(55)=M(34)*M(34)

890 M(17)=M(56)/M(55)

900 M(21)=M(20)*EXP(M(39)*M(14))

910 M(62)=M(21)/M(17)

920 ! DECISIONES

930 IF M(14)<M(43) THEN 1220

940 IF M(14)=M(43) THEN 1160

950 IF A=1 THEN 1200

960 IF M(62)<=M(61) AND (M(58)<M(17)) THEN 1090

970 IF M(62)<=M(61) AND (M(58)>=M(17)) THEN 1060

980 IF M(59)>=M(17) THEN 1030

990 M(21)=M(17)*M(61)

1000 M(20)=M(21)/EXP(M(39)*M(14))

1010 M(52)=M(61)

1020 GO TO 1090

1030 IF M(57)*M(61)>=M(21) THEN 1060

1040 M(21)=M(57)*M(61)

1050 M(20)=M(21)/EXP(M(39)*M(14))

1060 M(62)=M(21)/M(57)

1070 M(59)=M(62)

1080 A=1

1090 ! COSTOS DEPENDIENTES

1100 M(53)=(M(67)+M(12))*M(60)/M(48)

1110 M(68)=(M(62)-M(60))*(M(19)+M(37))+M(60)*M(63)+M(62)*M(66))/M(48)

1120 M(22)=M(22)+M(53)+M(68)

1130 M(60)=M(62)

1140 GO TO 1220

1150 ! PIZZA Y SIEMBRA

1160 M(31)=(M(30)+M(11)+M(27)+(M(19)+M(37)+M(66))*M(62))/M(48)

1170 M(60)=M(62)

1180 GO TO 1210

1190 ! COSTOS INDEPENDIENTES

1200 M(54)=M(54)+M(59)*(M(16)+M(67)+M(66))/M(48)

1210 ! TALLA COMERCIAL

100 DEFINE FILE #1='DATOS'

```
1220 M(51)=M(34)-M(35)*M(34)/M(36)
1230 IF M(51)<=M(36) THEN 1250
1240 IF A=1 THEN 1270
1250 M(22)=M(22)-M(68)
1260 ! COSECHA Y VFC
1270 M(26)=(M(37)*M(59)+M(24)*M(21))/M(48)
1280 M(41)=M(40)*M(34)*M(23)
1290 M(2)=M(41)*M(21)
1300 M(44)=(M(38)*M(2))/M(48)-M(29)-M(31)-M(22)-M(54)-M(26)
1310 IF M(44)<=0 THEN 1350
1320 ! VFC MAXIMO Y SALIDA DE TIEMPO
1330 IF M(15)>=M(44) THEN 1380
1340 M(15)=M(44)
1350 M(14)=M(14)+M(42)
1360 IF 12-M(14)>0 THEN 1350
1370 M(15)=M(44)
1380 V7(I)=M(15)
1390 NEXT I
1400 ! INICIALIZACION DEL VPFC
1410 M(46)=0
1420 ! GASTO CORRIENTE
1430 FOR I=0 TO 9
1440 C(1,I)=M(8)*M(11)/M(27)+M(4)*M(61)
1450 C(2,I)=M(6)
1460 C(3,I)=M(5)
1470 NEXT I
1480 ! INVERSION
1490 FOR I=0 TO 1
1500 C(4,6*I)=(V2(I)+M(9))*M(61)+M(7)
1510 C(7,5*I)=M(65)
1520 NEXT I
1530 C(5,0)=M(45)
1540 FOR I=0 TO 3
1550 C(6,3*I)=M(31)+M(54)+M(11)/M(27)
1560 C(8,4*I)=M(30)
1570 NEXT I
1580 ! CALCULO DE VPFC
1590 FOR I=0 TO 9
1600 C1=0
1610 FOR J=1 TO 5
1620 C1=C1+C(I,J)
1630 NEXT J
1640 M(46)=M(46)-(V7(I)-C1)/(1+M(10))*M1
1650 NEXT I
1660 ! SIGNO DE VP Y SALIDA DE INTERES
1670 IF M(46)>0 THEN 1710
1680 M(47)=M(46)
1690 M(13)=M(13)+M(49)
1700 GO TO 860
1710 ! CALCULO DE TIR
1720 T(I1)=M(47)*M(49)/(M(47)-M(46))*M(13)-M(49)
1730 M(47)=0
1740 WRITE #1, T(I1)
1750 IF I1=900 THEN 1990
1760 PRINT "TIR", T(I1), "M", I1
1770 ! ESTADISTICAS
```

100 DEFINE FILE #1='DATOS'

```
1700 Z9=Z9+(I1)
1790 Z0=Z8+(I1)**2
1800 Z8=Z9/(I1)
1810 IF I1=1 THEN 1830
1820 Z1=SQR((I1*Z8-Z9**2)/(I1*(I1-1)))
1830 PRINT 'MEDIA':Z2, 'COEF. ST.':Z1
1840 PRINT
1850 WRITE #2, I1, Z1, Z2
1860 WRITE #3, I1, Z1
1870 I1=I1+1
1880 GO TO 180
1890 CLOSE #1,2,3
1900 END
1910 DATA 500000,0,0,12555,313,344,227,52,455,76,0357,412
1920 DATA 3615,3000000,0,0,275,0,0,-1,6,0,013,013,0,0,0,039,000105,650
1930 DATA 0,3615,0037,0,0292,0,-2437,6,51,0,94,4,0075,00018
1940 DATA -0,022,0,0798,0,1,2,0,473,2,0,0,0,025,312,5,0,0,0,0
1950 DATA 19200,1000,1200,0,0,2640,0,01,114,21,0033,0034,0,0,0
1960 ! SUBROUTINA PARA GENERACIONES
1970 FOR I=1 TO Z7
1980 Z4=X(I)
1990 V=Y(I)
2000 GO SUB 2050
2010 IF Z6=2 THEN 2050
2020 X(I)=X1
2030 V(I)=X2
2040 GO TO 2050
2050 Y(I)=LOG(V(I))
2060 X(I)=LOG(V(I))
2070 V(I)=LOG(V2)
2080 NEXT I
2090 IF Z6=2 THEN 2270
2100 FOR T=1 TO Z7-1
2110 IF Z5=2 THEN 2140
2120 Y(T)=X(T+1)
2130 GO TO 2160
2140 Y(T)=V(T+1)
2150 X(T)=V(T)
2160 NEXT T
2170 N7=Z7-1
2180 GO SUB 2290
2190 IF Z5=2 THEN 2240
2200 V6(I)=LOG(B)
2210 V3(I)=A/(1-B)
2220 Z5=2
2230 GO TO 2100
2240 V2(I+1)=LOG(B)
2250 V3(I+1)=A/(1-B)
2260 RETURN
2270 N7=Z7
2280 GO SUB 2290
2290 V2(I)=2
2300 V4(I)=EXP(A)
2310 Z5=2
2320 FOR T=1 TO Z7
2330 Y(T)=V(T)
```

100 DEFINE FILE #1='DATOS'

```
2340 NEXT I
2350 GO SUB 2390
2360 V2(I+1)=B
2370 V4(I+1)=EXP(A)
2380 RETURN
2390 ! SUBROUTINA PARA REGRESION
2400 W8=0
2410 X3=0
2420 Y1=0
2430 X4=0
2440 Y2=0
2450 FOR H=1 TO W9
2460 W8=X(H)*Y(H)+W8
2470 X3=X(H)+X3
2480 Y1=Y(H)+Y1
2490 X4=X(H)**2+X4
2500 Y2=Y(H)**2+Y2
2510 NEXT H
2520 B=(W9*W3-X3*Y1)/(W9*X4-X3**2)
2530 A=Y1/W9-B*X3/W9
2540 R=(W9*W3-X3*Y1)/SQRT((W9*X4-X3**2)*(W9*Y2-Y1))
2550 RETURN
2560 !DISTRIBUCION NORMAL
2570 U1=RND(0)
2580 U2=RND(0)
2590 W7=-2*V*LOG(U1)
2600 W6=6.283185*U2
2610 X1=Z4+W7***(1/2)*COS(W6)
2620 X2=Z4+W7***(1/2)*SIN(W6)
2630 RETURN
2640 DATA .8,.00046,2. 1,.00222, 3.08,.00275, 3.82,.00225,4.6,.0048,5.22,.011
2650 DATA 5.4,.00966, 5.47,.00637,5.72,.0067, 6.1,.00717,6.16,.00725,6.17,.00742
2660 DATA .1037, .00039, 1.07, 3. 23, . 426, 3. 5, 6. 47, 1. 15, 4. 09, 6. 87, 1. 67, 4. 22, 11. 12, 2. 71,
2670 DATA .00016, . 3333333, . 00018, . 8333333, . 0002, 1
2680 DATA 4. 2, 1, 4. 59, . 7, 5. 1, 1
2690 ! DISTRIBUCION EMPIRICA
2700 U=RND(0)
2710 FOR I=1 TO W5
2720 IF U<F(I) THEN 2740
2730 NEXT I
2740 RETURN
```

BIBLIOGRAFIA

BERTALANFFY L.V. 1968.

Teoría General de los Sistemas. Fundamentos, desarrollo, aplicaciones. Fondo de Cultura Económica, México.

CARLANDER, K. 1977.

Handbook of Freshwater Fishery Biology. Vol. 2. Iowa - State University Press.

CLARK C. 1975.

Mathematical Bioeconomics. The Optimal Management of - Renewable Resources. Wiley & Sons, New York.

COSS R. 1981.

Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión. LIMUSA, S.A. México.

CHURCHMAN, C.W. 1971.

The Design of Inquiring Systems. Basic Books Inc. New-York.

EHRHARDT NELSON M. 1981.

Apuntes del Curso sobre Métodos de Evaluación de Recursos y Dinámica de Poblaciones. FAO-CICIMAR, La Paz, B.C.S.

FISHMAN GEORGE S. 1973.

Conceptos y Métodos en la Simulación Digital de Eventos Discretos. Editorial Limusa, S.A., México.

LAYARD RICHARD. 1978.

Análisis Costo-Beneficio. Lecturas del Fondo de Cultura Económica. México.

NEGRETE J. 1980.

"Análisis y Diseño del Sistema Cultivo Precomercial de Moluscos en Baja California". Documento interno de la Dirección General de Acuacultura, Secretaría de Pesca. México.

NEGRETE J. 1981.

Análisis de Sensibilidad en la Producción Biológica. Ediciones del Instituto de Investigaciones Biomédicas. UNAM. México.

POULIQUEN LOUIS Y. 1970.

Risk Analysis in Project Appraisal. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.

SNEDECOR G.W, COCHRAN, W.G. 1980.

Statistical Methods. The Iowa State University Press. Ames Iowa.

VARSAVSKY OSCAR. 1974.

**Estilos Tecnológicos. Ediciones Periferia, S.R.L.,
Buenos Aires.**