

## 15 PAQUETES DE PROGRAMAS PARA MICROCOMPUTADORES

Existe una serie de paquetes de programas para microcomputador que pueden ser utilizados en conjunto con este manual. En forma particular, son especialmente útiles para este fin el programa "Evaluación de Stock de Peces Basado en las Tallas" o LFSA (Length-based Fish Stock Assessment), desarrollado por la FAO (Sparre, 1987) y el paquete de programas COMPLEAT ELEFAN desarrollado por ICLARM (Gayanilo *et al.*, 1988). Estos dos paquetes computacionales se complementa el uno al otro y los archivos creados para uno de ellos pueden ser utilizados en el otro. La gran cantidad de coincidencias y el uso simultáneo de ambos paquetes en los cursos de entrenamiento de FAO/DANIDA en evaluación de stock de peces motivó el desarrollo de un nuevo paquete, titulado "FAO-ICLARM Herramientas para la Evaluación de Stocks" o FiSAT (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools), el cual integra las rutinas contenidas en los paquetes antes indicados y varias otras rutinas (Gayanilo *et al.*, 1995).

### 15.1 EL PAQUETE DE PROGRAMAS LFSA

El paquete de programas LFSA para microcomputadores (Sparre, 1987), escrito en lenguaje BASIC, fue diseñado para complementar este manual. La mayor parte de los programas siguen exactamente los procedimientos aquí explicados.

El paquete LFSA se desarrolló originalmente para computadores Apple II, como lo indica el título de su manual (Sparre, 1987). Posteriormente, esos programas se transformaron para utilizarlos en los computadores IBM compatibles. La versión IBM se ha actualizado y se ha expandido considerablemente, lo que no ha ocurrido con la versión Apple II.

El programa LFSA funciona en los microcomputadores Apple II e IBM (PC, XT o AT) o sus compatibles, requiere un mínimo de memoria, una pantalla monocromática y una impresora de 80 columnas. Los gráficos de la versión IBM se basan en el Adaptador para un monitor a color gráfico IBM (gráficos de alta resolución, 640\*200).

El usuario no necesita conocer el lenguaje BASIC ni el sistema operativo que se está utilizando (PRODOS para Apple II y MS-DOS para IBM). Los programas se ejecutan por medio de diálogos a través de pantallas autoexplicativas. Por lo general, las indicaciones se presentan en forma de "menú", del que el usuario selecciona una ruta o "curso". Además de los programas relacionados con los métodos descritos en este manual, el paquete LFSA también contiene varios programas de utilidad para el manejo de los datos y para su procesamiento primario.

Es importante destacar que no todos los métodos expuestos en este manual están computarizados. Se ha dado preferencia a las operaciones que requieren tiempo, como por ejemplo el análisis de Bhattacharya, procurando de esta manera facilitar su empleo por parte del usuario.

#### 15.1.1 Programas de distribución de frecuencias de tallas

La Fig. 15.1.1 muestra un diagrama de flujo de la parte más importante del paquete LFSA, a saber, el subpaquete para el análisis de distribución de frecuencias de tallas.

**LFINPUT:** Programa de introducción/edición de datos de frecuencias de tallas.

El programa se utiliza para introducir/editar series de tiempo de frecuencias de tallas y para

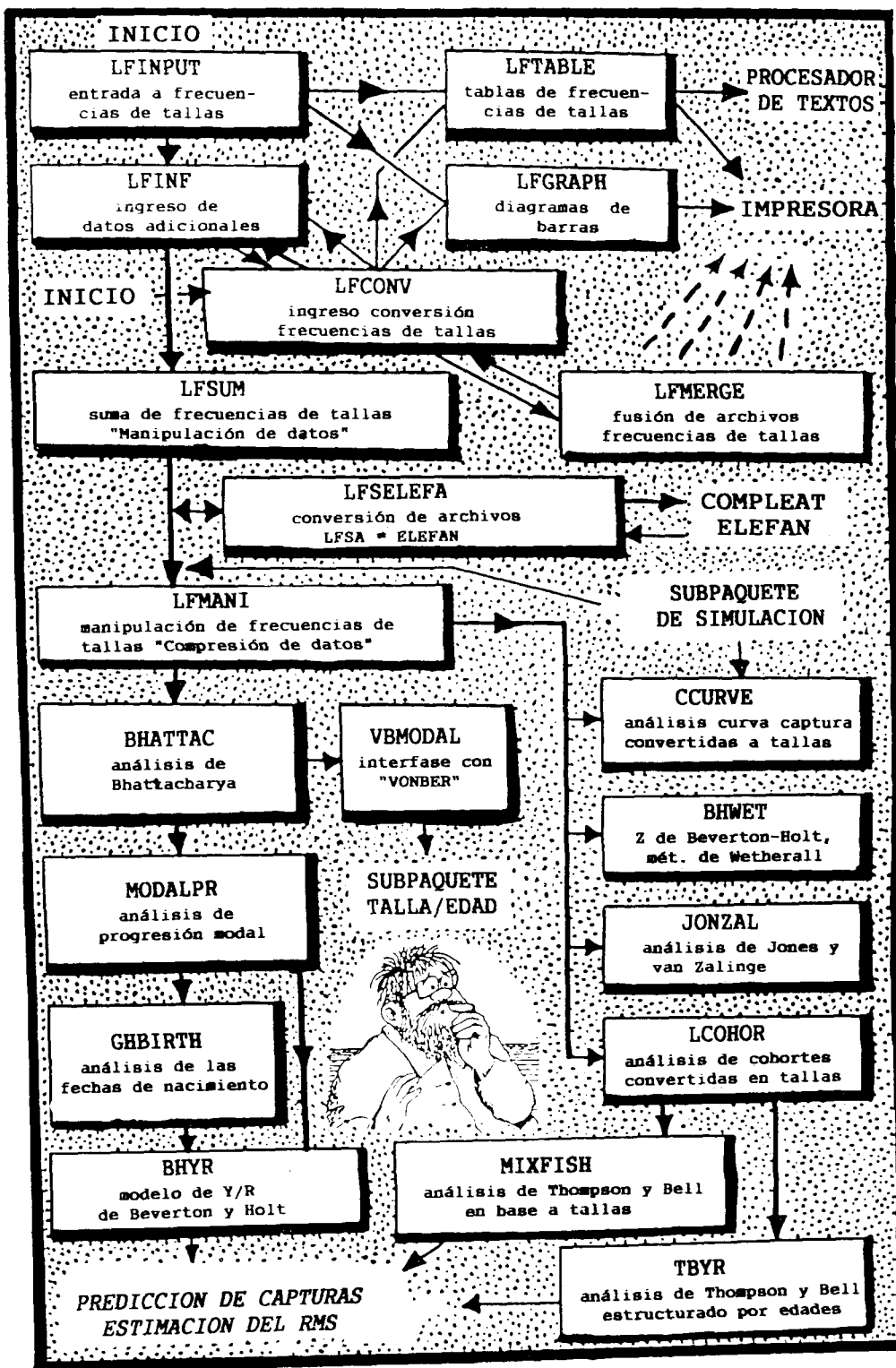


Fig. 15.1.1.1 Diagrama de flujo de los principales programas del subpaquete de LFS para el análisis de frecuencias de tallas (no se han incluido todos los programas).

almacenarlas en los discos magnéticos (el tipo de datos que se requiere, por ejemplo, para el análisis de progresión modal; véase la Sección 3.4.2). LFINPUT clasifica automáticamente las muestras de frecuencias de tallas en orden cronológico.

**LFINF:** Programa para datos adicionales sobre frecuencias de tallas (información).

Este programa es una continuación opcional de LFINPUT, que permite añadir una variedad de datos adicionales a cada muestra de frecuencias de tallas. Estos pueden ser el esfuerzo, la captura total, la posición, la profundidad, el tipo de arte de pesca, el tipo de fondo, etc.

**LFTABLE:** Programa para tablas de frecuencias de tallas.

Produce tablas de series cronológicas de frecuencias de tallas con el formato que decida el usuario.

**LFBAR** y **LFGRPH:** Programas para elaborar diagramas de barras.

**LFSUM:** Programa de suma de datos de frecuencias de tallas.

Este programa contiene diversas opciones para extender y sumar las muestras de frecuencias de tallas (véase el Capítulo 7).

**LFCONV:** Programa para conversión de datos de frecuencias de tallas.

En la práctica puede ocurrir que datos de fuentes diferentes sean incompatibles. Por ejemplo, algunas muestras pueden estar en unidades de longitud a la horquilla y otras en unidades de longitud total (véase la Sección 1.5). Si bien, las fórmulas para la conversión de una medida a otra parecen bastante simples, no es sencillo convertir los datos *agrupados*. LFCONV puede resolver este problema y otros análogos. LFCONV puede utilizarse también para convertir las categorías de tamaños comerciales (por ejemplo, el número de colas de camarones en cada libra) en frecuencias de tallas. LFCONV es una versión ampliada de LFINPUT.

**LFMANI:** Programa para manipulación de datos de frecuencias de tallas.

Este programa ofrece una variedad de opciones, por ejemplo, calcular el peso de una muestra sobre la base de la relación talla/peso (véase la Sección 2.6). También se puede utilizar para convertir, por ejemplo, clases de tallas de 1 cm en clases de tallas de 2 cm, para transformar en frecuencias relativas, para corregir el efecto de la selectividad del arte (véase la Sección 6.7), etc.

**LFMERGE:** Programa para la fusión de archivos de frecuencias de tallas.

Este programa se utiliza para fusionar diferentes archivos de series de tiempo. Combina los archivos de modo que el archivo resultante tenga las muestras en orden cronológico.

**LFSELEFA:** Conversión de archivos LFSA/ELEFAN.

Convierte archivos de frecuencias de tallas del formato LFSA en archivos de formato COMPLETEAT ELEFAN y archivos de COMPLETEAT ELEFAN en archivos de formato LFSA.

**BHATTAC:** Programa para el análisis de Bhattacharya.

Ejecuta el análisis de Bhattacharya como se describe en este manual (Sección 3.4.1). Los gráficos se visualizan en la pantalla y pueden imprimirse.

**BHGRAPH:** Visualización de los resultados de BHATTAC en gráficos de alta resolución (sólo en la versión IBM). Los gráficos producidos por BHGRAPH se asemejan a los de la Fig. 3.2.2.2.

**MODALGR:** Resultados y gráfico de Bhattacharya.

Produce un gráfico parecido al de la Fig. 3.4.2.1 y la tabla correspondiente (véase la Tabla 3.4.2.1). Los datos de entrada para MODALGR son los resultados del programa BHATTAC.

**MODALPR:** Análisis de progresión modal.

Efectúa el análisis descrito en la primera parte de la Sección 3.4.2, es decir, el cálculo de los parámetros de crecimiento por el gráfico de Gulland y Holt (véanse la Tabla 3.4.2.3 y la Fig. 3.4.2.2) sobre la base de los resultados del análisis de Bhattacharya. La entrada para MODALGR es la salida del programa BHATTAC.

**VBMODAL:** Interfase para el programa VONBER.

Este programa es una alternativa a MODALPR. Se le pide al usuario que agrupe los componentes encontrados con BHATTAC en cohortes (semejante al análisis de la progresión modal). El resultado de este ejercicio es una serie de pares:

$$[L(1),t(1)], [L(2),t(2)], \dots, [L(n),t(n)]$$

donde:

$L(i)$  = talla del pez  $n^{\text{º}}$

$t(i)$  = edad arbitraria del pez  $n^{\text{º}}$

Estos datos se usan a su vez como entrada para el programa "VONBER", que estima los parámetros de crecimiento.

**GHBIRTH:** Análisis de fechas de nacimiento.

Realiza el análisis descrito en la segunda parte de la Sección 3.4.2, es decir, la estimación de la fecha aproximada de nacimiento por el gráfico de von Bertalanffy (véanse la Tabla 3.4.2.4 y las Figs. 3.4.2.3 y 3.4.2.4). La entrada para GHBIRTH es la salida del programa MODALPR.

**CCURVE:** Análisis de la curva de captura convertida en tallas.

El análisis descrito en las Secciones 4.4.5 y 6.5, es decir, el cálculo de  $Z$  y el cálculo de la ojiva de selección del arte, sobre la base de la curva de captura.

**JONZAL:** Método de Jones y van Zalinge.

Estimación de  $Z$  como se describe en la Sección 4.4.6.

**BHZWET:** Ecuación de  $Z$  de Beverton y Holt y análisis de Powell-Wetherall.

El cálculo de  $Z$  como se describe en la Sección 4.5.2 y la estimación de  $L$  y  $Z/K$  como se describe en la Sección 4.5.4.

**LCOHOR:** Análisis de cohorte de Jones, basado en las tallas.

Estimación del tamaño del stock y la mortalidad por pesca como se describe en la Sección 5.3.

**TBYR:** *Cálculos del rendimiento con el modelo de Thompson y Bell*, basado en la edad.

Este programa utiliza una versión especial del modelo de predicción del rendimiento y del stock de Thompson y Bell para una situación con un solo stock y una sola pesquería (véase la Sección 8.6). TBYR parte desde los números de individuos del stock por grupos de tallas calculados con LCOHOR y los convierte en grupos de edad. Los cálculos siguientes son los que se describen en la Sección 8.6. Dado que la conversión de los grupos de tallas en grupos de edad (años completos) es problemática en el caso de las especies de vida corta, este programa debería emplearse sólo para las especies de vida larga (5 años o más).

**MIXFISH:** Modelo de Thompson y Bell, basado en las tallas con opción para el análisis de una pesquería mixta (sólo en la versión IBM).

Este programa se basa en la teoría que se explica en las Secciones 8.7 y 10.4.1. Esencialmente hace lo mismo que TBYR, pero sin la conversión de las tallas en grupos de edad. Se puede utilizar tanto para las especies de vida larga como para de vida corta. Aun cuando está diseñado para el análisis de una pesquería mixta, MIXFISH contiene el caso de una sola especie como opción.

**SIMULL:** Simulación Monte Carlo de muestras de frecuencias de tallas (sólo en la versión IBM).

Este programa crea muestras de frecuencias de tallas, simulando el ciclo biológico de cada pez en forma individual, empleando las técnicas de Monte Carlo.

**SIMMIG:** Simulación Monte Carlo de muestra de frecuencias de tallas, teniendo en cuenta la migración (sólo en la versión IBM)

Simula las muestras de frecuencias de tallas del mismo modo que SIMULL. Considera varias zonas en paralelo y simula los desplazamientos de los peces entre esas zonas.

### 1.5.1.2 Análisis talla/edad: Estimación de los parámetros de crecimiento a partir de datos de talla/edad

**VONBER:** Cálculo de los parámetros de von Bertalanffy.

Este programa calcula los parámetros de crecimiento de la ecuación ordinaria de crecimiento de von Bertalanffy (Ec. 3.1.0.1) por medio del análisis de regresión no lineal, como se describe en la Sección 3.1. Debido a que el procedimiento de cálculo se basa en técnicas iterativas que requieren un gran número de operaciones, no se ha dado ningún ejemplo de este método en el manual.

La entrada para VONBER es una serie de pares:

$$[L(1),t(1)], [L(2),t(2)], \dots, [L(n),t(n)]$$

donde:

$L(i)$  = talla del pez n<sup>o</sup>i

$t(i)$  = edad del pez n<sup>o</sup>i

El programa VONBER determina los parámetros,  $L_{\infty}$ ,  $K$  y  $t_0$ , de modo que la suma de los cuadrados de las desviaciones:

$$\sum_{i=1}^v (L(i) - L_{\infty} * (1 - \exp(-K * (t(i) - t_0)))^2$$

**VBINPUT:** Programa de entrada de datos talla/edad (AL). Se asemeja al programa LFINPUT.

**VBRESU:** Resultados de VONBER.

**VBGRAPH:** Gráfico de los resultados de VONBER.

**VBMERGE:** Programa de fusión de archivos de talla/edad.

### 15.1.3 Otros programas

**BHYR:** Análisis de rendimiento por recluta de Beverton y Holt.

Estimación del rendimiento/recluta y la biomasa/recluta (Capítulo 8).

**PAULYM:** Fórmula M de Pauly (Ec. 4.7.2.1) (sólo en la versión IBM).

**REGRES:** Análisis de regresión simple. Ejecuta el tipo de análisis descrito en las Secciones 2.4 a 2.6 contiene varias opciones para la linealización.

**REGGRAPH:** Gráfico para el análisis de regresión simple.

## 15.2 EL PAQUETE COMPUTACIONAL COMPLEAT ELEFAN

El paquete COMPLEAT ELEFAN fue desarrollado a partir del programa Análisis Electrónico de Frecuencias de Tallas o ELEFAN (Electronic Length Frequency Analysis), desarrollado por Pauly y David (1981), el que ahora figura en el paquete como el programa ELEFAN I. Este programa ya fue descrito en detalle en el Capítulo 3. Tanto el programa ELEFAN I como el paquete COMPLEAT ELEFAN, desarrollado a partir de él, han sufrido diversas modificaciones. La versión más reciente es descrita por Gayanilo *et al.* (1988). El paquete es guiado por menús y es muy amistoso para el usuario. Contiene las siguientes rutinas y subrutinas:

**UTILITIES:** Instalación de periféricos, rutina de copiado de discos, instalación de puertas de comunicación, rutina para formatear discos flexibles.

**ELEFAN O:** Entrada y edición de datos, rutina de impresión, introducción de la probabilidad de captura y corrección de archivos, ajuste de los intervalos de clase, rutina de borrado de los archivos, combinación de las muestras, fusión de los archivos, uniformar las muestras, estimación del peso de las muestras.

**ELEFAN I:** Reestructuración de los datos, ajuste de curvas “al ojo”, búsqueda automática, análisis de la superficie de respuesta, rutina de salida.

**ELEFAN II:** Ajuste de la curva de selección, curva de captura y probabilidad de captura, patrón de reclutamiento, gráfico de Powell/Wetherall, análisis del rendimiento relativo por recluta.

**ELEFAN III:** APV basado en la edad, APV basado en las tallas, APV combinado, creación de un archivo de captura.

**ELEFAN IV:** Estimación de M.

**ELEFAN V:** Análisis de respuesta de superficie, gráfico de compatibilidad, análisis de incremento en el crecimiento.

**MPA:** Método de Bhattacharya, entrada de las desviaciones estándar y media, unión de las medias y coeficientes de la varianza de  $L_{\infty}$ .

### 15.3 EL PAQUETE COMPUTACIONAL FiSAT

En 1990, FAO y el Centro Internacional para el Manejo de los Recursos Acuáticos Vivos (ICLARM) convinieron en desarrollar un nuevo paquete de programas para la evaluación de stocks de peces, basado en las tallas, llamado FiSAT (FAO-iclarm Stock Assessment Tools o Herramientas para la evaluación de stocks de FAO-ICLARM). Este paquete se estructura entorno a la integración de las rutinas incorporadas en el LFSA y el paquete COMPLETEAT ELEFAN, pero también contiene una cierta cantidad de nuevas rutinas. Con ello, el programa FiSAT logra superar varios problemas de los dos “programas originales”.

Siempre que es posible, los modelos y sus salidas son presentados en formato gráfico para una interpretación más sencilla, de esta manera se conservan las características amistosas del paquete COMPLETEAT ELEFAN. En las Figs. 15.3.1 y 15.3.2 se muestran ejemplos de resultados gráficos, obtenidos con este programa computacional.

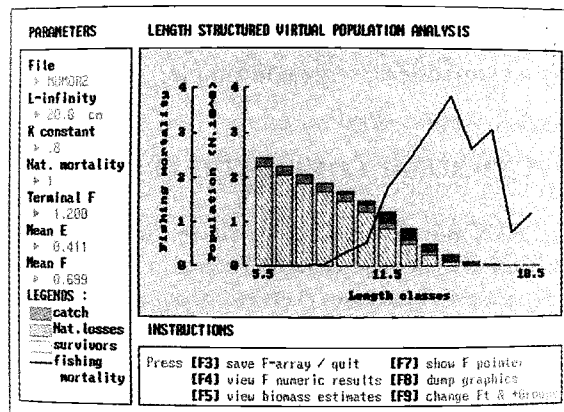


Fig. 15.3.1 Pantalla del programa computacional FiSAT; resultados del análisis de población virtual (APV).

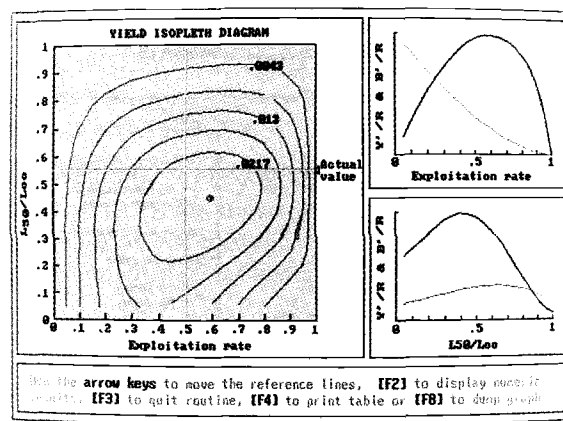


Fig. 15.3.2 Pantalla del programa computacional FiSAT; isopletas de rendimiento al utilizar el modelo de Beverton y Holt.

A pesar de que la gran mayoría de las rutinas manipulan y/o analizan datos sobre frecuencias de tallas, FiSAT trabaja además con otro tipo de datos, como frecuencias de peso, registros talla-edad, datos de recaptura de especímenes marcados, datos de selección (red de arrastre y red de enmalle) y otros archivos vectoriales. Sin embargo, los análisis que se pueden llevar a cabo con este tipo de datos son más limitados.

Otras características que contribuyen a hacer amistoso el programa FiSAT son:

- Una planilla de archivos que permite procesarlos con un simple toque de un botón.
- Rutinas agrupadas claramente, para un fácil acceso a través de menús abatibles.
- Ventanas con mensajes de ayuda y una descripción del modelo y sus principales supuestos.
- Soporte para numerosas configuraciones de microcomputadores (CGA, EGA, VGA, HERCULES, etc.).

Las disposiciones generales del paquete se entregan en la Fig. 15.3.3. Existen cuatro grupos principales de rutinas:

ARCHIVO	(FILE)
EVALUACION	(ASSESS)
APOYO	(SUPPORT)
UTILIDADES	(UTILITIES)

**ASSESS:** Contiene los programas de evaluación de stocks, mientras que los otros tres grupos contienen las rutinas preliminares (**FILE**) y de soporte (**SUPPORT, UTILITIES**).

Este paquete de programa contiene algunos métodos/modelos que no fueron incorporados a este manual, excepto en la lista de referencias (véase Appeldoorn, 1987; Ault y Ehrhardt, 1991; Fabens, 1965; Munro, 1982; Pauly *et al.*, 1992 y Shepherd, 1987). Sin embargo, el manual para los usuarios del paquete de programa FiSAT contiene las explicaciones necesarias (Gayanilo *et al.*, 1995).

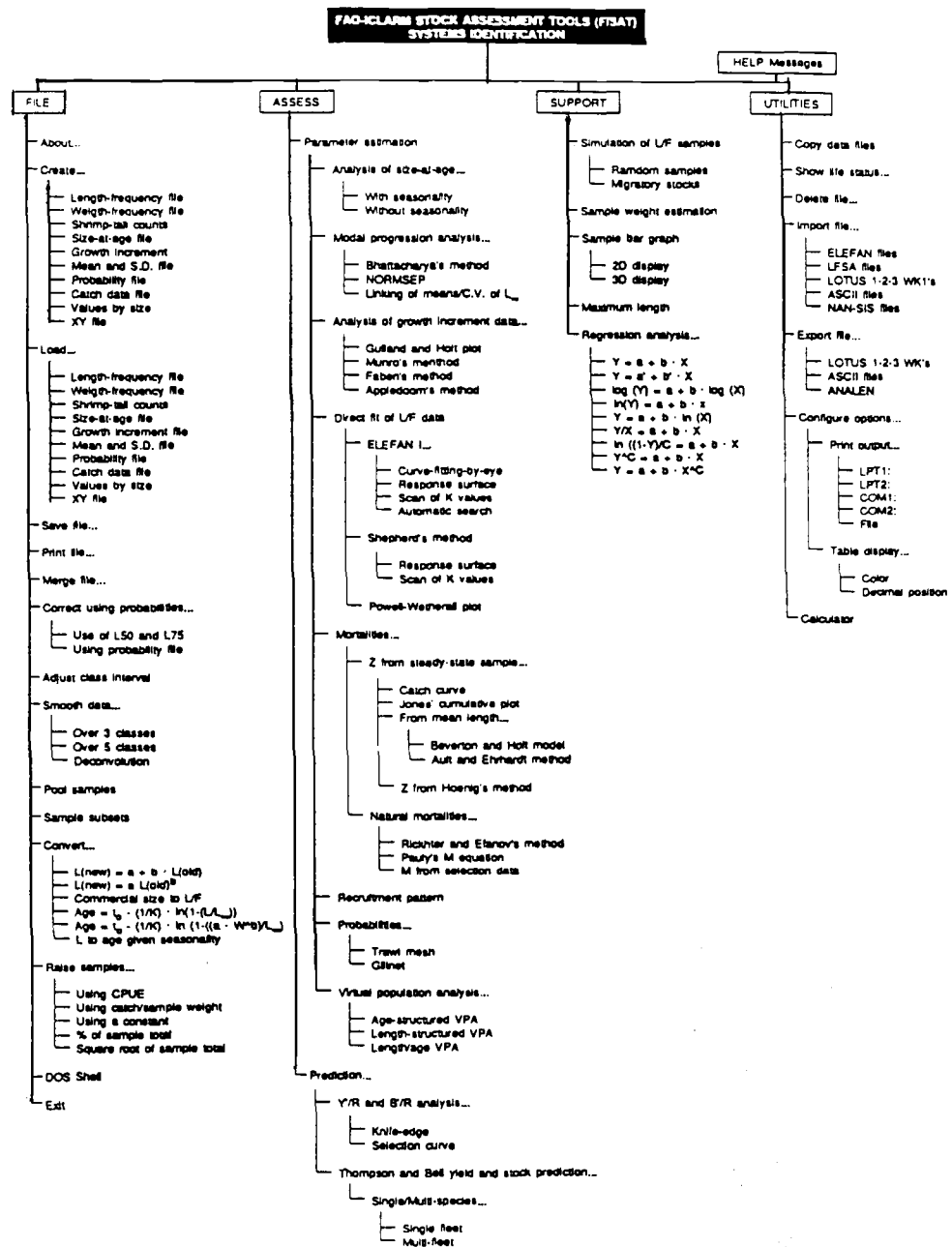


Fig. 15.3.3 Estructura general y módulos del programa computacional FISAT, de acuerdo a la versión en inglés.

## 15.4 OTROS PROGRAMAS DE EVALUACION DE STOCKS DE PECES PRODUCIDOS POR LA FAO

### 15.4.1 El paquete computacional ANACO

El paquete ANACO contiene dos grupos de programas relacionados con el análisis de poblaciones virtuales (APV). Se apoya en un manual (publicado en inglés, francés y español; Mesnil, 1989).

- SIMUCO fue diseñado principalmente como una herramienta de entrenamiento de modo



de explorar los mecanismos y propiedades de los análisis secuenciales de los datos de captura por edad. Incluye también facilidades para hacer análisis de datos obtenidos en un determinado año, con la posibilidad de corregir las desviaciones de las condiciones de equilibrio, entrega una introducción a análisis de sensibilidad.

– **VPBAS-COHORT-VPUTIL** es el programa para realizar verdaderas evaluaciones, usando datos de captura por edad de varios años consecutivos, lo que representa una práctica común en muchos grupos de trabajo y comisiones pesqueras. **VPBAS** y **VPUTIL** se utilizan para la construcción y el mantenimiento de las bases de datos, y **COHORT** para los cálculos del APV.

#### 15.4.2 El paquete computacional ANALEN

Este paquete consta de cuatro programas, **ANALEN**, **ANAJON**, **SENJON** y **MONOJO**, los que se pueden utilizar para el análisis de datos de captura por talla y para la simulación de pesquerías en las que se utilizan múltiples artes de pesca, con los correspondientes análisis de sensibilidad. El paquete se complementa con un manual en francés (Chevailier y Laurec, 1990).

- **ANALEN** está basado en el análisis de cohorte de Jones, basado en las tallas.
- **ANAJON** calcula, el rendimiento por recluta y la biomasa por recluta de la fracción madura, para distintos niveles de explotación. También provee pronósticos de las capturas tanto a corto como a largo plazo.
- **SENJON** se utiliza para efectuar análisis de sensibilidad de los resultados principales.
- **MONOJO** es usado para evaluar interacciones técnicas entre los artes de pesca.

#### 15.4.3 Programas BEAM 1 y BEAM 2

**BEAM 1** y **BEAM 2** son programas para efectuar el modelamiento bioeconómico simple de pescas secuenciales de camarón ya sean artesanales o industriales, utilizando el modelo de rendimiento por recluta, basado en la edad, de Thompson y Bell y un modelo microeconómico simple de entrada-salida. **BEAM 1** simula resultados según grupos de edad, mientras que el **BEAM 2** utiliza categorías comerciales estándares. El manual es el primero de la Serie de Información Computarizada de la FAO (Pesquerías) (Coppola *et al.*, 1992).

#### 15.4.4 Programa BEAM 3

Este programa entrega un análisis más efectivo de pesquerías complejas que **BEAM 1** y **BEAM 2**. Es un modelo estocástico que puede manejar hasta cuatro especies (o ambos sexos de dos especies) y varias flotas en operación, ya sea en forma secuencial o simultáneamente. El manual fue escrito inicialmente en francés por Cochet y Gilly, 1990.

#### 15.4.5 Programa BEAM 4

Este programa, de Sparre y Willmann (1992), es el más general y a la vez más complicado de la serie BEAM. Sus características generales permiten hacer simulaciones más realistas de pesquerías auténticas. Los requerimientos de datos son mucho más exigentes que para los otros programas.

Todos los programas BEAM pueden, en principio, ser usados en cualquier computador personal IBM o en un computador 100% compatible con los requerimientos mínimos de PC-DOS o MS-DOS.

#### 15.4.6 El paquete computacional NAN-SIS

Este paquete fue desarrollado por Strømme (1992) para procesar los datos generados en las prospecciones, efectuadas con el buque de investigación Dr. FRIDTJOF NANSEN; en particular, para el método de área barrida.

**NAN-SIS** es un sistema de información desarrollado para ser utilizado en prospecciones pesqueras efectuadas con redes de arrastre, para el registro, edición y análisis de los datos científicos que se recopilan (captura obtenida con redes de arrastre y datos de frecuencias de tallas). Provee de resúmenes de subconjuntos seleccionados de datos definidos por los números de estaciones de arrastre, especies, género, familias o grupos de especies definidas por el usuario. Sus principales salidas son:

Tablas de capturas, tasas de captura media y varianzas para los subconjuntos definidas, según el usuario para las estaciones de pesca de arrastre.

Cálculos de área barrida (densidades medias por milla náutica cuadrada).

**NAN-SIS** contiene rutinas para transferir datos a otros paquetes de programas, como son STATGRAPHICS, LFSA, COMPLEAT ELEFAN y FISAT. La multitud de especies que se encuentran en aguas tropicales es manejada por medio de un sistema de código mnemotécnico de especies, que convierte dichos códigos en los nombres científicos o locales de los mismos en las salidas o impresiones.

Una versión ampliada de **NAN-SIS** incluye programas para registro, edición y análisis de datos obtenidos en prospecciones de acústica. Estos programas, sin embargo, son específicos para ciertos modelos de equipamiento acústico y no están cubiertos por este manual.

#### 15.4.7 Programa CLIMPROD

**CLIMPROD** (Fréon *et al.*, 1992) es un programa que combina variables ambientales con modelos de producción excedentaria. Requiere de series de datos anuales de captura y esfuerzo de la pesquería correspondiente a un stock único, y series de datos anuales (o estacionales) sobre las variables ambientales que se conozca que influyan en la abundancia o capturabilidad del stock. El conjunto de datos debería abarcar a lo menos un período de 12 años. Los resultados al ajustar el modelo apropiado al conjunto de datos, podría explicar cómo el medio ambiente y el esfuerzo de pesca han gobernado el rendimiento de la pesquería durante el período considerado. A través del programa es posible hacer predicciones, basándose en estimaciones de esfuerzo y distintos factores ambientales para los próximos dos años.

**CLIMPROD** también se puede usar para ajustar modelos de producción excedentaria convencionales (lineales, exponenciales, generalizados) sin disponer de datos ambientales, o para ajustar la relación entre medio ambiente y producción, en ausencia de pesca.