

10 PROBLEMAS ASOCIADOS A SISTEMAS MULTIESPECIFICOS Y MULTIFLOTAS

Hasta aquí, los modelos y métodos descritos se han referido principalmente a una sola población explotada por una flota. Sin embargo, esta situación es la excepción y no la regla. Lo más común es que una flota explote varias poblaciones y diversas flotas compitan por la explotación de un mismo recurso. En relación con esto, existen tres tipos principales de interacción entre los componentes de un sistema multiespecies/multiflotas:

1. Interacción biológica
2. Interacción económica
3. Interacción técnica

La *interacción biológica* significa la relación entre las poblaciones de peces (y dentro de cada población) causada por la depredación y la competencia por el alimento.

La *interacción económica* es la competencia entre las flotas (por ejemplo, entre la “pesquería industrial” y la “pesquería artesanal”). Mientras mayor sea la parte de un recurso limitado que capture una flota, menor será la cantidad que quedará a disposición de sus competidores.

La *interacción técnica* significa que la pesca desarrollada sobre una población provoca mortalidad por pesca en otras poblaciones, sea porque se trata de una pesquería multiespecífica, o debido a que se capturan en forma incidental.

En este capítulo se examinan, brevemente, algunos aspectos de estos tres tipos de interacción. No se explican los modelos a un nivel que permita al lector aplicarlos en la práctica. Una buena razón es que muchos aspectos de esos modelos aún no se han investigado a fondo y no se conocen bien. Por esta razón, la mayoría de los stocks, incluso los de aguas templadas, aún son evaluados por medio de modelos para una sola especie.

En este último decenio se han propuesto varios modelos que toman en consideración las interacciones. La mayoría de ellos son extensiones de los modelos monoespecíficos/monoflota, presentados en los capítulos anteriores; en consecuencia, para estudiar la teoría multiespecífica/multiflota es imprescindible conocer la teoría de los sistemas simples. Para un análisis de la evaluación de los sistemas multiespecíficos/multiflotas con especial referencia a las poblaciones de peces tropicales véase, por ejemplo, FAO (1978), Pope (1979, 1980), Saila y Roedel (1980) y Pauly y Murphy (1982).

10.1 MODELOS DE PRODUCCION EXCEDENTARIA APLICADOS A SISTEMAS MULTIESPECIFICOS/MULTIFLOTAS

La forma más sencilla de tratar el sistema multiespecíficos/multiflotas es aplicando los modelos de **producción excedentaria** (véase el Capítulo 9) a la captura total de todas las especies y al esfuerzo total de todas las flotas. La Fig. 10.1.1 muestra un gráfico del rendimiento total de la pesca al arrastre en relación con el esfuerzo total de arrastre en el golfo de Tailandia (de Pauly, 1984, según SCSP, 1978). Por ejemplo, aplicando el modelo de Schaefer (Ecs. 9.1.2 y 9.1.5) al rendimiento de todas las especies capturadas por todas las flotas, se obtendría una estimación del RMS total para la zona marítima en cuestión. Sin embargo, este método reúne tantas interacciones complejas en un modelo tan simple, que cabe dudar de su aplicabilidad general. Por ejemplo, el modelo de producción excedentaria supone que la curva sea reversible, lo que no puede ser cierto si cada población sigue el

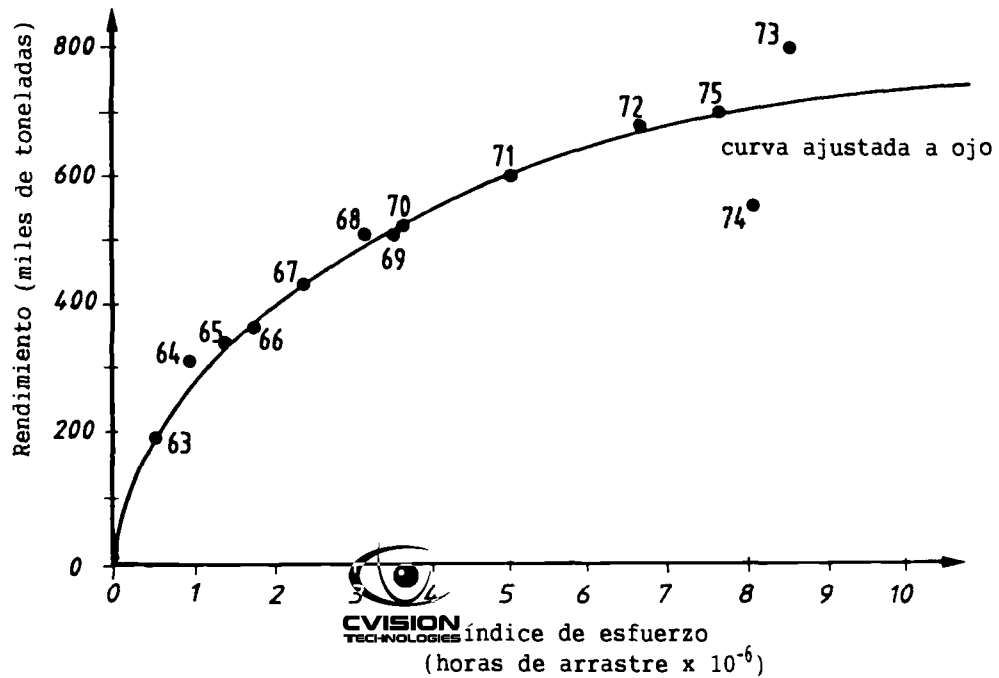


Fig. 10.1.1. Captura y esfuerzo en la pesquería de arrastre en el golfo de Tailandia (Pauly, 1984. Datos derivados de SCSP, 1978).

modelo de Schaefer. Este aspecto se ilustra en la Fig. 10.1.2, que muestra una pesquería (hipotética) de tres especies. Después del nivel de esfuerzo F1 se extingue la especie A, y después del nivel F2 termina la especie B (véase la figura 10.1.2). Así pues, la disminución del esfuerzo desde, por ejemplo, el nivel F3 se reflejaría, según el modelo de Schaefer, en la curva de la especie C. Además si suponemos que cada población se ajusta al modelo de Schaefer, el rendimiento total de todas las poblaciones puede no ser una parábola. La parte descendente de la curva de rendimiento total se parecerá más bien a una curva de extinción exponencial, como se ilustra en la Fig. 10.1.2.

Sin embargo, en la práctica a menudo se observa un cuadro distinto del de la Fig. 10.1.1, en el que un aumento constante del esfuerzo no produce una disminución del rendimiento total. La curva presenta una tendencia ascendente continua. Esto se terminaría probablemente en algún nivel de esfuerzo alto. No obstante, por el momento es difícil encontrar en las pesquerías demersales tropicales ejemplos de una caída del rendimiento total de todas las especies. En una pesquería demersal de especies múltiples cabe prever los siguientes cambios como consecuencia del aumento del esfuerzo (Pauly, 1984):

1. Una disminución, tal vez la extinción, de los peces muy grandes, que son fáciles de capturar, viejos y de crecimiento lento.
2. Una disminución de la talla media de los peces capturados.
3. Un aumento de la contribución relativa de los peces pequeños de escaso valor. La eliminación de los grandes depredadores que se alimentan de estos peces provoca una reducción de la mortalidad natural.
4. El aumento de componentes del sistema que antes eran insignificantes (por ejemplo, calamares o medusas), lo que también se explica por la eliminación de los depredadores y de los peces que compiten con ellos por el alimento.

Así pues, la interpretación de los resultados del modelo simple de producción excedentaria aplicado a una pesquería multispecífica, no es sencilla. Para un examen más a fondo de estos aspectos,

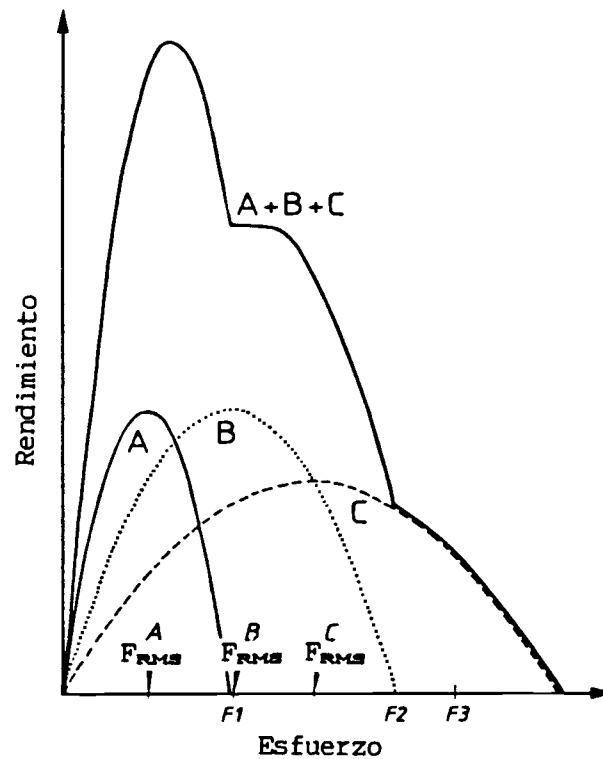


Fig. 10.1.2 Ilustración de cambios en el rendimiento en un sistema de tres especies, según el modelo simple de Schaefer.

pueden consultarse, entre otros, Caddy (1980), Marten y Polovina (1982), Ursin (1982) y Pauly (1984). Sin embargo, los modelos de producción excedentaria pueden extenderse de manera que tengan en cuenta explícitamente la interacción de las especies, como se verá en la sección siguiente.

10.2 INTERACCION BIOLÓGICA

Varios autores han ampliado, con mayor o menor éxito, los modelos de evaluación monoespecíficos para que abarquen las interacciones biológicas entre las especies. Para ello, se introducen términos para la depredación mutua y la competencia por el alimento. El más prometedor de estos modelos es probablemente el "APV multiespecífico" (Helgason y Gislason, 1979; Gislason y Helgason, 1985; Pope, 1979a; ICES, 1984, 1986, 1987 y Gislason y Sparre, 1987). Este modelo consiste esencialmente en varios APV realizados en forma paralela, uno para cada población de peces encontrados en el área marítima que se estudia. La segunda de las dos ecuaciones del APV (Ecs. 5.1.5 y 5.1.6):

$$C = F \cdot \bar{N} \quad (\text{número capturado}) \quad \text{y} \quad D = M \cdot \bar{N} \quad (\text{número de muertes naturales})$$

se extiende a:

$$D = (M1 + M2) \cdot \bar{N}$$

donde M2 es la *mortalidad por depredación* y M1 la *mortalidad natural residual* (es decir, la mortalidad natural causada por enfermedades, inanición, envejecimiento, etc.). La mortalidad por depredación

para la especie presa $N^{\circ} i$, $M2(i)$, se deriva, en principio, de la siguiente expresión (Andersen y Ursin, 1977):

$$M2(i) = (1/\bar{N}(i)) \sum_{j(\text{depredador})} \left[\begin{array}{l} \text{consumo de la presa } N^{\circ} i \\ \text{por el depredador } j \end{array} \right]$$

donde $M1$ tiene que ser (más o menos) adivinado, al igual que la mortalidad natural (M) en un APV ordinario (véase la Sección 5.1).

El consumo de presas por los depredadores se estima a partir de los datos sobre el contenido estomacal de los depredadores (Sparre, 1980, y Gislason y Sparre, 1987). Además de los datos sobre la captura, el APV multiespecífico requiere también datos sobre el contenido estomacal y sobre las necesidades de alimentos (obtenidos con experimentos de alimentación). El APV multiespecífico fue ensayado por primera vez en 1984 por el ICES en el Mar del Norte (ICES, 1984; Sparre, 1984; Gislason y Sparre, 1987), pero aún no se ha usado para el manejo de las pesquerías.

Pope (1980a) desarrolló una versión del APV multiespecífico basado en las tallas. Este método es la extensión del análisis de cohortes de Jones basado en el análisis de tallas al análisis multiespecífico de cohortes en función de las tallas.

Por otra parte, Pope (1979, 1980) también amplió el modelo de producción excedentaria (modelo de Schaefer) al caso de especies múltiples, introduciendo parámetros de interacción biológica. En el caso de dos especies, el modelo de Pope sería (véase la Ec. 9.1.2):

$$\begin{array}{ll} \text{presa} & : Y1/f1 = a1 + b1*f1 + c1*f2 \\ \text{depredador} & : Y2/f2 = a2 + b2*f2 - c2*f1 \end{array}$$

Si los parámetros de interacción, $c1$ y $c2$, tienen un valor cero, se obtienen dos modelos de Schaefer independientes. Cuando los parámetros de interacción son positivos ($c1 > 0$ y $c2 > 0$), los modelos de dos especies se pueden interpretar como un sistema depredador/presa, ya que el término de interacción $c1*f2$ produce un mayor rendimiento de la especie presa, cuando aumenta el esfuerzo sobre el depredador, es decir, cuando estos últimos se reducen. El término de interacción para el depredador, $c2*f1$, tiene el efecto opuesto. Cuando aumenta el esfuerzo sobre la presa, el depredador encuentra menos alimento y la población se vuelve menos productiva, lo que se traduce en una disminución de su rendimiento.

10.3 INTERACCION ECONOMICA

La interacción económica de varias flotas ya se explicó en relación con el modelo de Thompson y Bell, basado en la edad (Sección 8.6), que el lector puede consultar. La interacción económica se puede describir también mediante el modelo de rendimiento por recluta de Beverton y Holt (Beverton y Holt, 1957), pero aquí no nos ocuparemos de eso.

10.4 INTERACCION TECNICA

La mayoría de las pesquerías son mixtas, es decir, su captura consiste en una mezcla de especies diferentes. Pauly (1984, p. 161) presenta una tabla de una captura al arrastre típica del Mar de Java, que contiene más de 55 especies distribuidas en 29 familias diferentes. Sin embargo, las diez especies más abundantes de ese lance de arrastre constituían el 70% de la captura. La especie más abundante representaba el 32% de la captura total en peso. Si se prescinde de las especies raras, a menudo se tienen entre 5 y 15 especies importantes (desde el punto de vista comercial y/o ecológico).

10.4.1 Modelo de rendimiento por recluta para pesquerías mixtas

Para ilustrar el problema, se analizará un sistema simple de dos especies, A y B. A es una especie grande de crecimiento lento y B una especie pequeña de crecimiento rápido. La especie A tiene una mortalidad natural baja y la especie B una mortalidad natural alta. Las formas típicas de las curvas Y/R para especies con las características de A y B se ilustran en la Fig. 10.4.1.1. Si A es la especie objetivo de la pesquería y B es la captura incidental (inevitable), la curva Y/R para B tiene escasa aplicabilidad práctica. Las medidas de manejo tienen que estar dirigidas a la pesca de la especie objetivo, A. Si existe una relación simple entre la mortalidad por pesca de las dos especies, por ejemplo una relación lineal:

$$F(A) = k \cdot F(B)$$

en que $F(A)$ y $F(B)$ son las mortalidades por pesca de las especies A y B respectivamente y k es una constante, los efectos de diferentes estrategias de pesca sobre A pueden transformarse fácilmente para B.

Dos curvas Y/R no se pueden sumar, ya que están en unidades diferentes (“por recluta A” es distinto de “por recluta B”).

Si se tienen las estimaciones del reclutamiento relativo, las curvas Y/R se pueden transformar de manera que queden en unidades comparables (Sparre, 1980; Murawski, 1984). Por ejemplo, si el número de reclutas de la especie A (como promedio) es 0.001 veces el de la especie B, se puede expresar el rendimiento de la especie A “por recluta” y el rendimiento de la especie B “por 1000 reclutas”, después de lo cual se pueden sumar las dos curvas. Sin embargo, si los precios por kg de las dos especies son diferentes, puede tener más sentido, desde el punto de vista del manejo, multiplicar por el precio antes de sumar. Si la especie A es depredadora de la especie B, la situación se vuelve más complicada y una simple adición de las curvas de rendimiento puede conducir a conclusiones

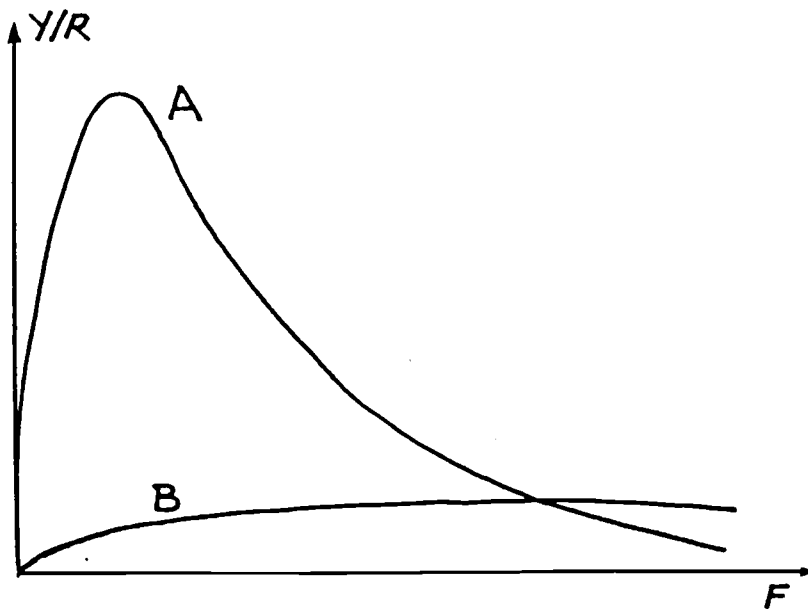


Fig. 10.4.1.1 A: Curva de rendimiento por recluta (Y/R) en una especie de gran tamaño, crecimiento lento y mortalidad natural baja.
B: Curva de rendimiento por recluta (Y/R) en una especie de pequeño tamaño, crecimiento rápido y mortalidad natural alta.

erróneas (Sparre, 1979). Para esta situación puede ser adecuado utilizar un APV multiespecífico (Sparre, 1980).

Para las circunstancias antes descritas, Munro (1983) desarrolló un método alternativo que exige menor cantidad de datos que el APV multiespecífico. El modelo de Munro representa probablemente la manera más sencilla de ampliar el modelo de Beverton y Holt para tener en cuenta la interacción de las especies. Murawski (1984) desarrolló una extensión del análisis de rendimiento por recluta de Beverton y Holt, que toma en consideración la interacción técnica en una pesquería mixta.

10.4.2 Evaluación de pesquerías mixtas a partir de datos de frecuencias de tallas

Supongamos que un cierto tipo de arte comercial captura una combinación de tres especies principales llamadas A, B y C. Se podría pensar en una red de arrastre de fondo que captura hasta 50 especies diferentes, de las cuales tres conforman el grueso de la captura. Puede suceder que ninguna de ellas sea la especie objetivo.

Así pues, la captura consiste en una mezcla de especies que no está determinada por la operación de pesca, sino por la disponibilidad de peces. Las especies en cuestión habitan los mismos caladeros y se capturan juntas. Se supone que disponemos de datos sobre las frecuencias de tallas de las tres especies principales y que el precio por kg difiere de una especie a otra, y entre las categorías de tamaño de cada especie.

En este caso, no podemos tratar las especies de forma separada y luego sumar los resultados en términos de rendimiento. Para que la suma tenga sentido, hay que convertir el rendimiento a unidades de valor. Por ejemplo, una pesquería puede capturar camarones como especie objetivo y calamares como pesca incidental. Desde el punto de vista del pescador, la captura de camarones es mucho más importante que la de calamares. Además, incluso si el rendimiento se transforma en valor, no es posible sumar los resultados de las evaluaciones de las distintas especies, por ejemplo, de los análisis de Thompson y Bell basados en las tallas. Por lo general, ocurrirá que en el nivel de esfuerzo que se obtiene el rendimiento económico máximo sostenible, REMS, para la especie A, no corresponde al nivel de REMS de las especies B y C.

El método que se propone a continuación combina todas las especies en la estimación del REMS. Esta evaluación de una pesquería mixta, basada en los datos de frecuencias de tallas funciona de la siguiente manera:

Paso 1:

Haga un análisis de cohorte basado en las tallas para cada especie separadamente. Esto da una estimación del patrón de captura actual para cada especie; por ejemplo, si la especie A tiene tallas comprendidas entre 5 y 25 cm, el patrón F se puede expresar como:

$$FA(5,6), FA(6,7), FA(7,8), \dots, FA(25,\infty).$$

Así, la especie A se mide en clases de 1 cm. Si la especie B varía de 15 a 100 cm y se mide en clases de 5 cm, el patrón de captura, estimado con el análisis de cohorte puede expresarse como:

$$FB(15,20), FB(20,25), FB(25,30), \dots, FB(100,\infty)$$

y los resultados para la especie C pueden ser:

$$FC(10,12), FC(12,14), FC(14,16), \dots, FC(50,\infty).$$

Además, para cada especie se obtiene a través de este análisis el número de individuos del primer grupo de tallas (el número de peces al reclutamiento).

Paso 2:

Realice separadamente tres análisis de rendimiento basados en las tallas del tipo Thompson y Bell para las tres especies, como se ilustra en la Tabla 8.7.4. Utilice el mismo factor F para cada uno de los tres patrones de captura de las predicciones. Sume los valores de los rendimientos de las tres especies. El resultado de este ejercicio es un cuadro similar al de la Tabla 8.7.4, que contiene el rendimiento, la biomasa y el valor de cada especie, junto con la suma de los valores.

Se pueden calcular, por ejemplo, 16 predicciones, como en la Tabla 8.7.4, donde cada predicción se hace como en la Tabla 8.7.3, con los supuestos relativos a los patrones de captura que se indican a continuación:

Primera predicción:

0,0, 0
 0,0, 0
 0,0, 0

Segunda predicción:

0,2*FA(5,6), 0,2*FA(6,7), 0,2*FA(25, ∞)
 0,2*FB(15,20), 0,2*FB(20,25), 0,2*FB(100, ∞)
 0,2*FC(10,12), 0,2*FC(12,14), 0,2*FC(50, ∞)

Tercera predicción:

0,4*FA(5,6), 0,4*FA(6,7), 0,4*FA(25, ∞)
 0,4*FB(15,20), 0,4*FB(20,25), 0,4*FB(100, ∞)
 0,4*FC(10,12), 0,4*FC(12,14), 0,4*FC(50, ∞)

.....

Decimosexta predicción:

3,0*FA(5,6), 3,0*FA(6,7), 3,0*FA(25, ∞)
 3,0*FB(15,20), 3,0*FB(20,25), 3,0*FB(100, ∞)
 3,0*FC(10,12), 3,0*FC(12,14), 3,0*FC(50, ∞)

Paso 3:

Se debe usar la suma de los valores para determinar el nivel óptimo de esfuerzo. El supuesto que sustenta este método es que si se aumenta la mortalidad por pesca de la especie A, por ejemplo en un 20%, la mortalidad por pesca de las especies B y C aumenta automáticamente también en un 20%.

Este método se puede utilizar para evaluar el efecto combinado de los cambios de la luz de malla. Si se estima la ojiva de selectividad para cada especie, se puede usar el modelo logístico (véase la Sección 6.1) para determinar el patrón de captura. Es decir, los patrones de captura de las tres especies están determinados por las tallas de retención del 50 y 75%, y la mortalidad por pesca F_m de las clases de tallas sometidas a plena explotación (véase la Fig. 6.1.1.4), multiplicada por el factor F, X. El efecto de un aumento de, por ejemplo, el 20% en la luz de malla, se estima calculando tres nuevos patrones de captura, con los siguientes parámetros:

Especie A: $1,2*L_{50\%A}$, $1,2*L_{75\%A}$, $X*F_mA$
 Especie B: $1,2*L_{50\%B}$, $1,2*L_{75\%B}$, $X*F_mB$
 Especie C: $1,2*L_{50\%C}$, $1,2*L_{75\%C}$, $X*F_mC$

después de lo cual se hace el análisis de Thompson y Bell, basado en las tallas para una serie adecuada de valores X (factor F), lo que permite determinar el nivel F para el REMS.

Programas computacionales

Este procedimiento entraña un gran número de cálculos y se recomienda usar un computador. El paquete computacional LFSA (Sparre, 1987) contiene el programa "MIXFISH", que puede efectuar esta evaluación de una pesquería mixta. El programa lleva a cabo tanto el análisis de Thompson y Bell, basado en las tallas para una sola especie, como la evaluación combinada; y calcula el REMS en cada caso, usando técnicas iterativas. Un programa similar ha sido incorporado en el paquete FISAT.

10.4.3 Pesquerías mixtas multiflotas

En la Sección 8.6 se examinó el caso de dos flotas que compiten entre sí (interacción económica) y en la Sección 10.4.2 se analizó la situación en que una clase de embarcación captura varias especies (interacción técnica o pesquería mixta). La mayoría de las pesquerías tienen características de interacción económica, técnica y biológica (Sección 10.2). En esta sección pasaremos por alto la interacción biológica y consideraremos sólo la combinación de la interacción económica y técnica.

La Tabla 10.4.3.1 muestra un ejemplo de los datos de entrada para una pesquería mixta multiflotas. Estamos suponiendo que hay siete especies pelágicas y cuatro artes de pesca diferentes (flotas), y que solamente estos cuatro artes (flotas) explotan las siete poblaciones en cuestión. Los datos básicos son los individuos capturados por grupo de tallas (o grupo de edad):

$$C(y,s,g,i) = \text{número de peces de la clase de talla (o grupo de edad) } i, \text{ de la especie } s \text{ capturado por la flota (arte de pesca) } g, \text{ durante el período de tiempo } y,$$

$$s = 1, 2, \dots, 7 \quad g = a, b, c, d$$

$$i = 1, 2, \dots, n(s) \quad y = y_1, y_1+1, \dots, y_2$$

TABLA 10.4.3.1

Ejemplo de los datos de entrada para una pesquería mixta de multiflota en un sólo período de tiempo (por ejemplo un año). $C(y,s,g,i)$ = número de peces de la clase de talla i de la especie s , capturada por la flota (aparejo) g , durante el período de tiempo y . $S = 1, 2, \dots, 7$. $g = a, b, c, d$. $i = 1, 2, \dots, n(s)$

s especie	g	a	b	c	d	captura total # (todos los artes)
	flota aparejo	red de enmalle	palangre	red de cerco de jareta	pesca con caña	
1 rabíl		$C(1,a,i)$	$C(1,b,i)$	$C(1,c,i)$	$C(1,d,i)$	$C(1,i)$
2 listado		$C(2,a,i)$	$C(2,b,i)$	$C(2,c,i)$	$C(2,d,i)$	$C(2,i)$
3 bacoreta oriental		$C(3,a,i)$	$C(3,b,i)$	$C(3,c,i)$	$C(3,d,i)$	$C(3,i)$
4 melva		$C(4,a,i)$	$C(4,b,i)$	$C(4,c,i)$	$C(4,d,i)$	$C(4,i)$
5 carites		$C(5,a,i)$	$C(5,b,i)$	$C(5,c,i)$	$C(5,d,i)$	$C(5,i)$
6 marlín		$C(6,a,i)$	$C(6,b,i)$	$C(6,c,i)$	$C(6,d,i)$	$C(6,i)$
7 pez vela		$C(7,a,i)$	$C(7,b,i)$	$C(7,c,i)$	$C(7,d,i)$	$C(7,i)$

datos de entrada al APV

La Tabla 10.4.3.1 muestra, en realidad, una pequeña parte de los datos. Es sólo uno de los cuadros de una serie de tiempo, y cada índice i simboliza una frecuencia de tallas completa de $i = 1, 2, \dots, n(s)$ observaciones, donde $n(s)$ es el número de clases de tallas en el recorrido de longitudes de la especie s . La columna del extremo derecho del cuadro contiene el número total de peces capturados:

$$C(y,s,i) = \sum_{g=a}^d C(y,s,g,i) = \text{número de ejemplares de la clase de talla (o grupo de edad) } i, \\ \text{de la especie } s, \text{ capturado por todas las flotas (artes de pesca),} \\ \text{durante el período de tiempo } y.$$

Estos números por grupos de tallas (o edad) y por período de tiempo constituyen los datos de entrada para el análisis de cohorte o APV para cada especie.

Supongamos a continuación que estamos trabajando con grupos de tallas y que hemos realizado el análisis de cohorte de Jones, basado en la talla. Como datos de entrada hemos utilizado el promedio de individuos capturados en un período de varios años, y hemos estimado la población media y la mortalidad por pesca de cada especie. Los resultados de estos siete análisis se pueden resumir como se muestra en la Tabla 10.4.3.2.

Cada registro de la Tabla 10.4.3.2 representa una serie ordenada (un vector):

$$N(s) = (N(s,1), N(s,2), \dots, N(s,n(s)))$$

$$F(s) = (F(s,1), F(s,2), \dots, F(s,n(s)))$$

donde cada elemento del vector corresponde a un grupo de talla. Cada F de un grupo de tallas deriva de la mortalidad por pesca agregada, causada por las cuatro flotas. La F total de cada uno de los grupos de tallas se puede redistribuir en las cuatro flotas mediante la fórmula:

$$F(s,g,i) = F(s,i) * C(s,g,i) / C(s,i)$$

La Tabla 10.4.3.3 ilustra la mortalidad por pesca total separada en mortalidades por pesca por flota (o por arte de pesca). El tipo de datos que figura en la Tabla 10.4.3.3, junto con la estimación de los individuos de la población (Tabla 10.4.3.2), constituyen los datos de entrada para la predicción de la

TABLA 10.4.3.2
Resultados de los siete análisis individuales de cohortes
basados en las tallas

s	especie	número peces en el stock	mortalidad por pesca
1	rabil	N(1)	F(1)
2	listado	N(2)	F(2)
3	bacoreta oriental	N(3)	F(3)
4	melva	N(4)	F(4)
5	carites	N(5)	F(5)
6	marlín	N(6)	F(6)
7	pez vela	N(7)	F(7)

TABLA 10.4.3.3
Mortalidades por pesca divididas entre los diversos artes de pesca
(flotas), estimadas del análisis de cohorte y del número de individuos
capturados con cada arte de pesca

s especie	g	a	b	c	d	mortalidad total por pesca
	flota (arte)	red de enmalle	palangre	red de cerco de jareta	pesca con caña	
1 rabil		F(1,a)	F(1,b)	F(1,c)	F(1,d)	F(1)
2 listado		F(2,a)	F(2,b)	F(2,c)	F(2,d)	F(2)
3 bacareta oriental		F(3,a)	F(3,b)	F(3,c)	F(3,d)	F(3)
4 melva		F(4,a)	F(4,b)	F(4,c)	F(4,d)	F(4)
5 carites		F(5,a)	F(5,b)	F(5,c)	F(5,d)	F(5)
6 marlín		F(6,a)	F(6,b)	F(6,c)	F(6,d)	F(6)
7 pez vela		F(7,a)	F(7,b)	F(7,c)	F(7,d)	F(7)

captura de una pesquería mixta de Thompson y Bell, basada en la talla. El primer paso consiste en definir hipótesis para las series F de cada flota (arte de pesca), como se vio en la Sección 10.4.2. Por ejemplo, podría suponerse un aumento del 10% de la pesquería con red de enmalle, en cuyo caso todas las series de la columna de la red de enmalle deberían multiplicarse por 1.1. Para los otros artes de pesca podrían hacerse otras hipótesis.

El segundo paso es sumar las mortalidades por pesca de cada especie. El tercer paso es hacer una predicción de captura de Thompson y Bell, basada en las tallas para cada población. El cuarto paso es distribuir las capturas por grupos de tallas entre las flotas y convertir las capturas en valores. Finalmente, los valores de las capturas de las diferentes especies se suman para cada flota y para el total de la pesquería multiflotas.

Programa computacional

El paquete para microcomputador BEAM 4 (Modelo Analítico Bioeconómico N° 4; Sparre y Willmann, 1992) consiste en dos submodelos. El submodelo técnico/biológico del BEAM 4 es una versión basada en la edad, en pesquerías mixtas donde operan diversas flotas, que corresponde al modelo de Thompson y Bell. A pesar de que BEAM 4 se basa en composiciones de edad, el programa contiene opciones para convertir los datos de entrada disponibles, de composiciones de tallas o categorías de tallas comerciales, en datos de composición por edad.

El modelo BEAM 4 contiene, además, opciones para dar una explicación a las migraciones de peces y desplazamientos de las flotas entre las distintas áreas geográficas. El submodelo económico del programa BEAM 4 enlaza el análisis de Thompson y Bell a un análisis de costo y ganancia del sector extractivo y del sector que elabora las materias primas obtenidas en las pesquerías.