Modelación del patrón de explotación como una función del tiempo en un modelo integrado de evaluación del stock

Renzo Tascheri.
Instituto de Fomento Pesquero

4 de septiembre de 2012

1 Introducción

2 Evaluación de stock

3 Modelo de análisis integrado

4 Selectividad

5 Selectividad variable en el tiempo

Los **modelos de análisis integrado** (también conocidos como modelos estadísticos de captura a la edad). Son un método común para evaluar los stock de poblaciones explotadas de peces.

Con estos modelos se estiman cantidades de interés para su administración, tales como la abundancia de la población y las tasas de mortalidad por pesca, usando métodos de Máxima Verosimilitud.

Estos modelos utilizan datos de captura en número estructurados por edades e índices de abundancia, pero también se pueden incluir otras fuentes de información.

Las cantidades estimadas para el último año incluido en el análisis son típicamente utilizadas como punto de partida para proyecciones de corto plazo, las que constituyen la base para recomendar límites para la explotación.

En éstos modelos se asume generalmente que la tasa de mortalidad por pesca puede ser modelada como una función de un efecto anual y otro que opera a través de las edades (**selectividad o patrón de explotación**). Su producto constituye la tasa de mortalidad por pesca para un año y edad dados.

Los modelos de análisis integrado son sensibles al modo en que se decide modelar la selectividad.

Un supuesto incorrecto respecto de la selectividad genera errores en las estimaciones de biomasa, tasa de explotación, la razón de biomasas entre la población en el primer año respecto de la población en el último año del análisis.

Que es **evaluación de stock** ?

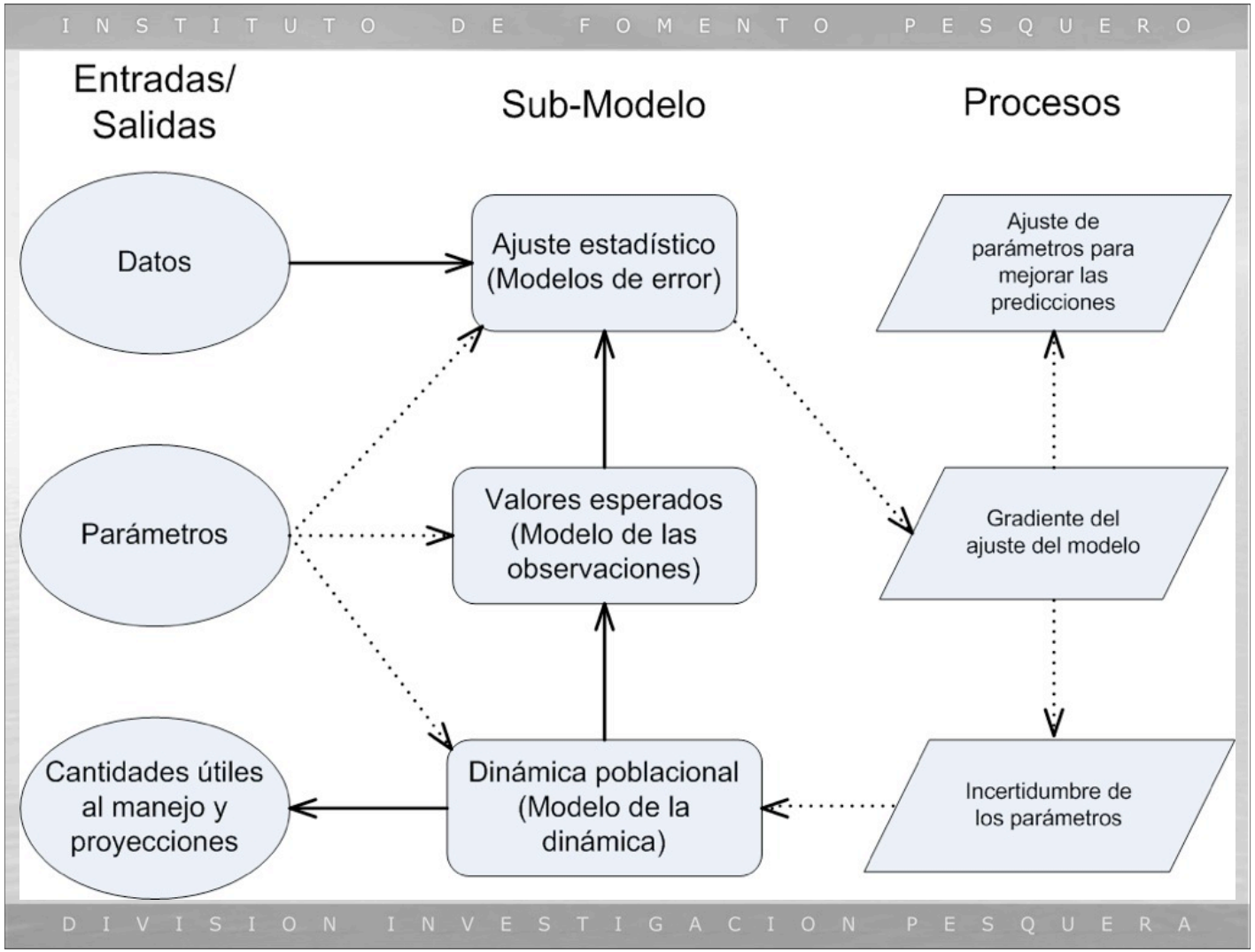
Es la recopilación, análisis y reporte de información demográfica para determinar los efectos de la pesca en los stock de peces.

Incluye proyectos de monitoreo, evaluación directa y **evaluación indirecta**.

Los modelos de análisis integrado trabajan como una simulación de la población, pero que es calibrada con los datos disponibles.

Estos consisten de un conjunto de sub-modelos vinculados entre sí:

- **sub-modelo de dinámica poblacional**
- **sub-modelo las observaciones**
- **sub-modelo estadístico**


INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
Entradas/ Salidas
Sub-Modelo
Procesos
Datos
Parámetros
Cantidades útiles al manejo y proyecciones
Ajuste estadístico (Modelos de error)
Valores esperados (Modelo de las observaciones)
Dinámica poblacional (Modelo de la dinámica)
Ajuste de parámetros para mejorar las predicciones
Gradiente del ajuste del modelo
Incertidumbre de los parámetros
DIVISION INVESTIGACION PESQUERA

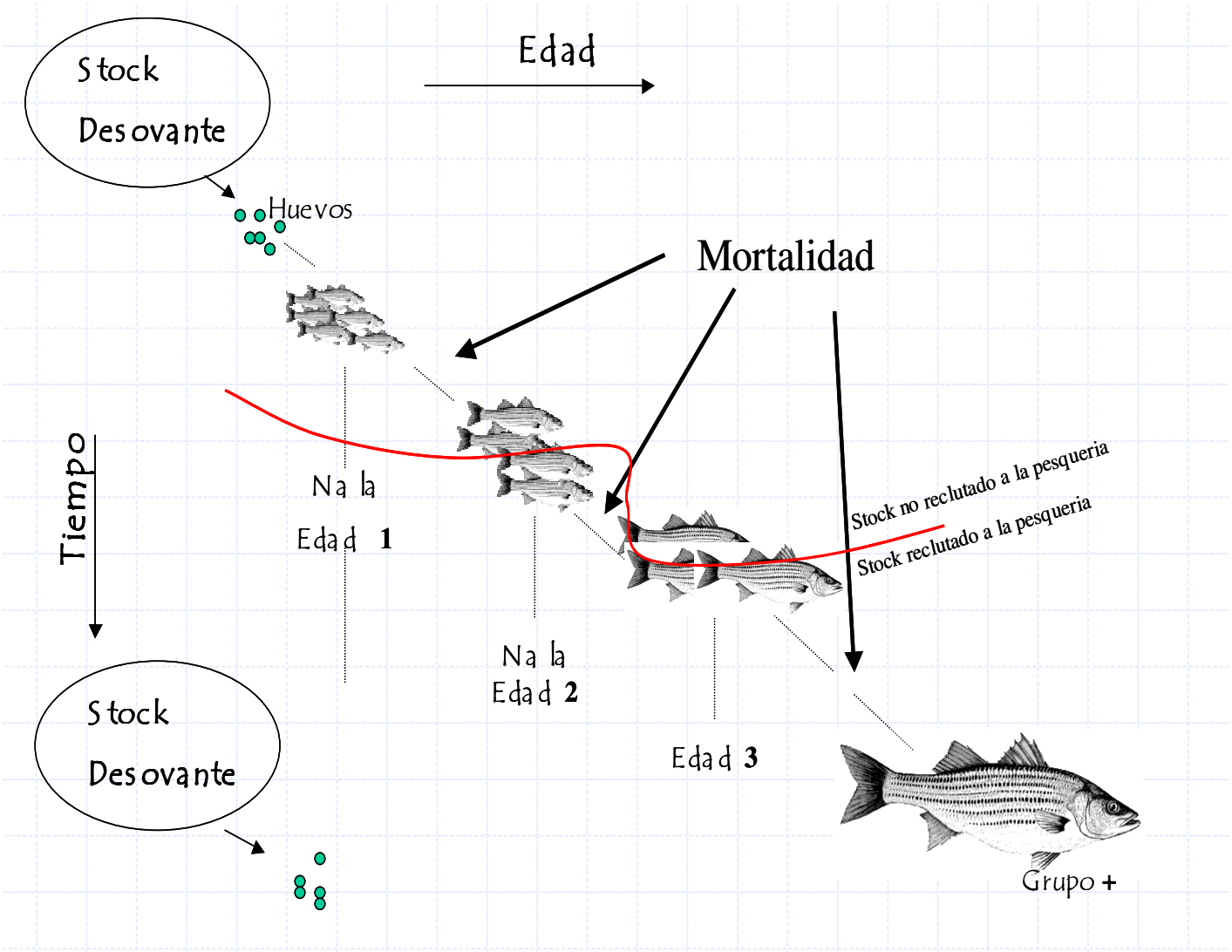
sub-modelo de dinámica poblacional

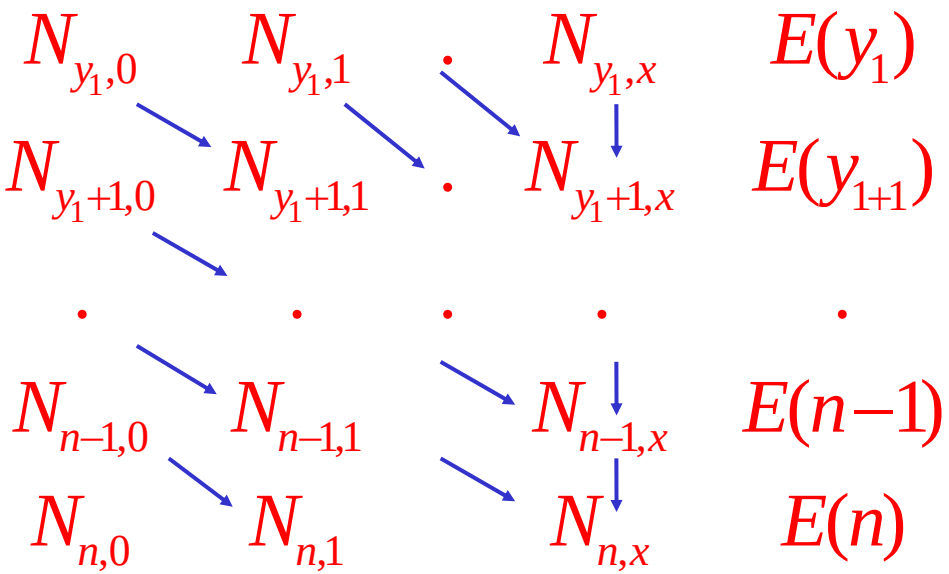
$$N_a(t+1) = \begin{cases} R(t+1) & a = 1 \\ N_{a-1}(t)e^{-(M+s_aF)} & 1 < a < 11 \\ N_{11}(t)e^{-(M+s_{11}F)} + N_{10}(t)e^{-(M+s_{10}F)} & a = 11+ \end{cases} \quad (1)$$

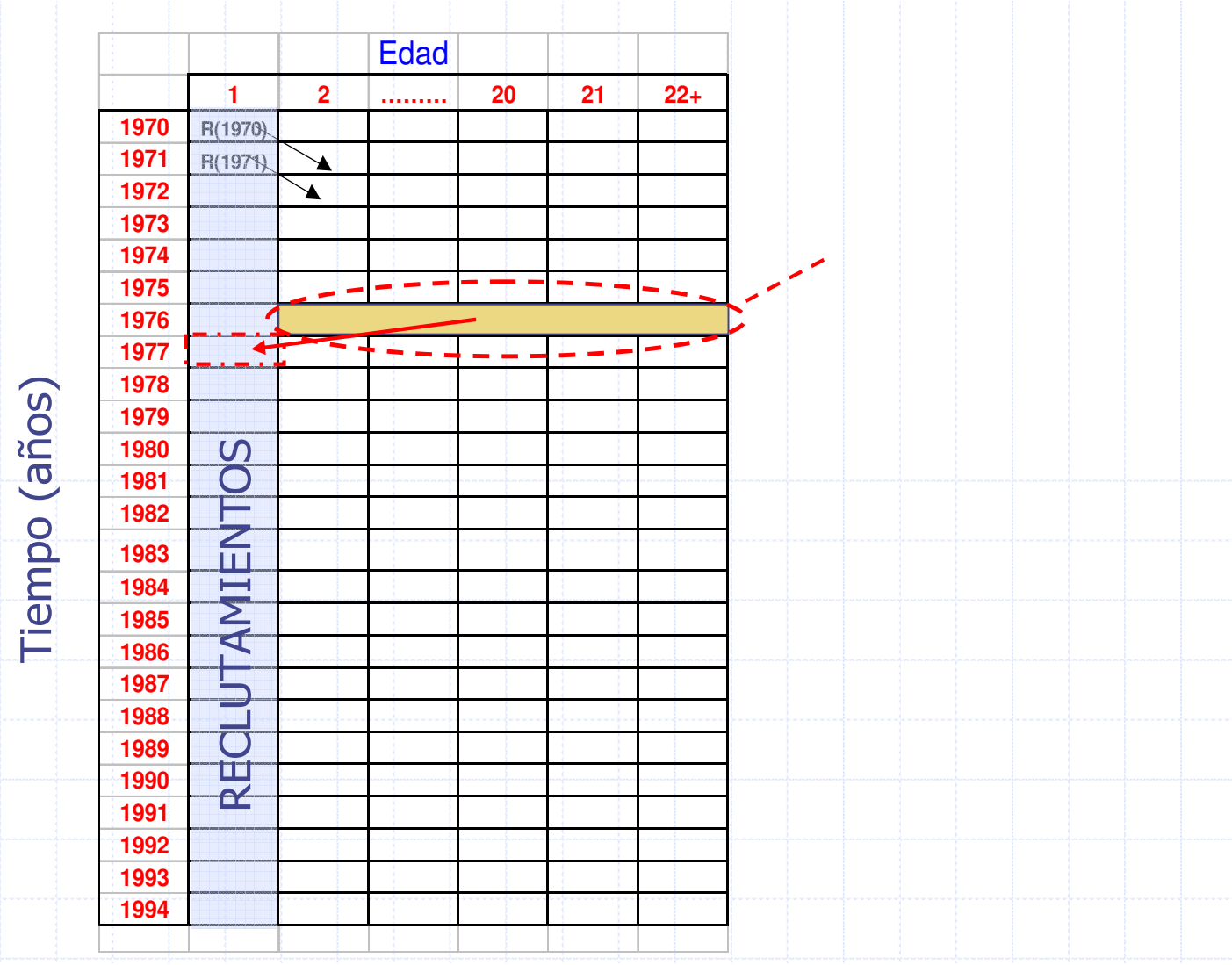
$$R(t+1) = \frac{\alpha S(t)}{\beta + S(t)} e^{\epsilon 0,5\sigma^2} \quad (2)$$

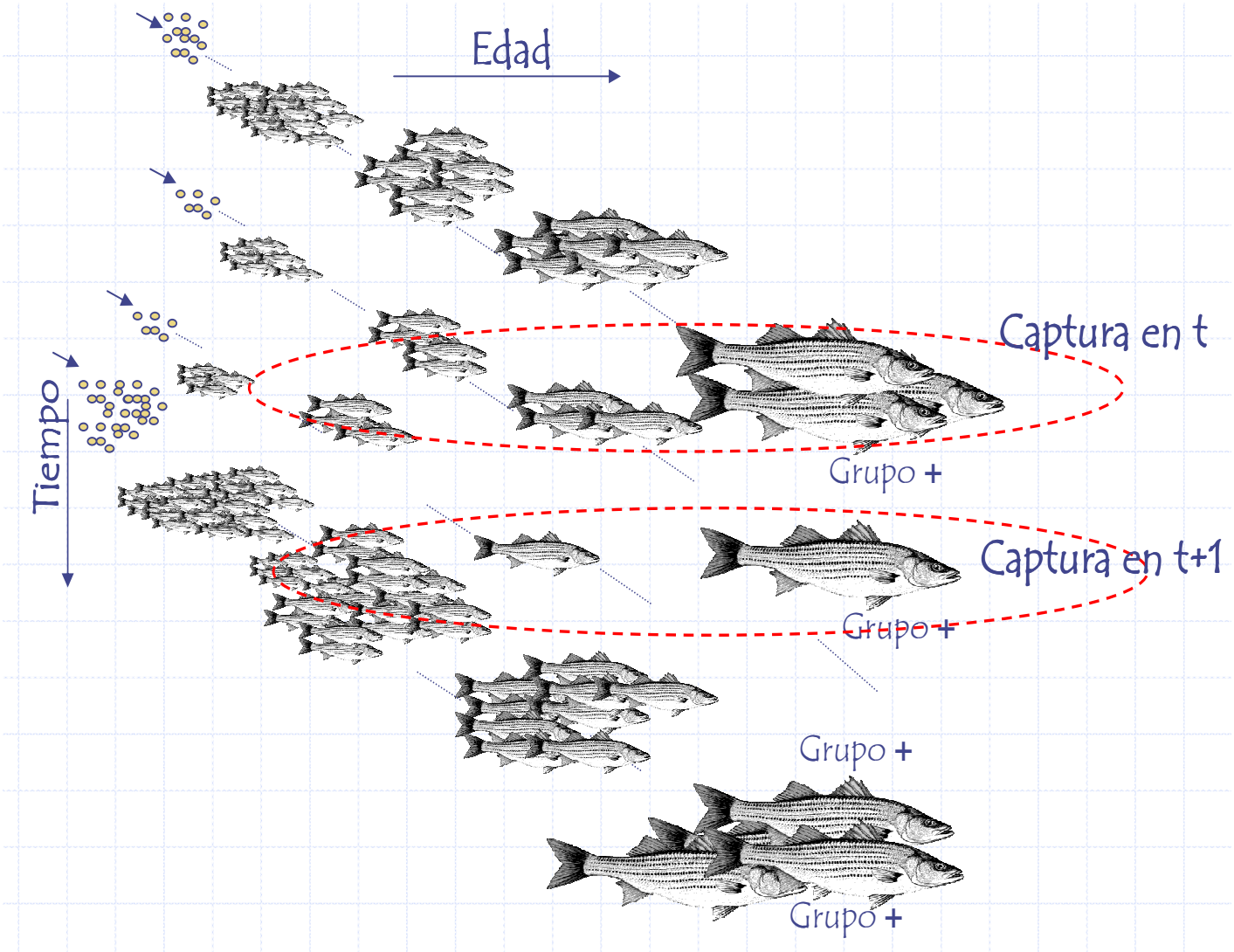
$$\epsilon \sim N(0, \sigma)$$

$$S(t) = \sum_{a=1}^{11} N_a m_a w_a \quad (3)$$


Stock
Desovante
Edad
Huevos
Mortalidad
Tiempo
Na la
Edad 1
Stock no reclutado a la pesqueria
Stock reclutado a la pesqueria
Na la
Edad 2
Edad 3
Stock
Desovante
Grupo +


$N_{y_1,0}$ $N_{y_1,1}$. $N_{y_1,x}$ $E(y_1)$
$N_{y_1+1,0}$ $N_{y_1+1,1}$. $N_{y_1+1,x}$ $E(y_{1+1})$
. . . . . .
$N_{n-1,0}$ $N_{n-1,1}$ $N_{n-1,x}$ $E(n-1)$
$N_{n,0}$ $N_{n,1}$ $N_{n,x}$ $E(n)$


Edad
1
2
.....
20
21
22+
Tiempo (años)
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
R(1970)
R(1971)
RECLUTAMIENTOS


Edad
Tiempo
Captura en t
Grupo +
Captura en t+1
Grupo +
Grupo +
Grupo +

La selectividad es la vulnerabilidad relativa de una edad específica de pez a una pesquería en particular.

Esta es influenciada no sólo por el método de pesca, sino también por el comportamiento de la pesquería y de los peces.

A menudo la selectividad es modelada como una función de la edad o se permite que varíe líbremente entre edades.

Los parámetros de la función de selectividad o los valores de selectividad para cada edad son estimados en el modelo integrado conjuntamente con los demás parámetros de modelo.

Algunas de las funciones usadas para modelar la selectividad son:

$$\text{Logístico} \quad S_a = \left(1 + e^{-ln(19)\frac{a_{50}-a}{a_{95}-a_{50}}}\right)^{-1} \tag{4}$$

Doble logístico

$$\begin{aligned} S1_a &= 1/(1 + e^{-P2*(a-P1)}) \\ S2_a &= 1/(1 + e^{-P4*(a-P3)}) \\ S_a &= (S1_a * S2_a)/max \end{aligned} \tag{5}$$

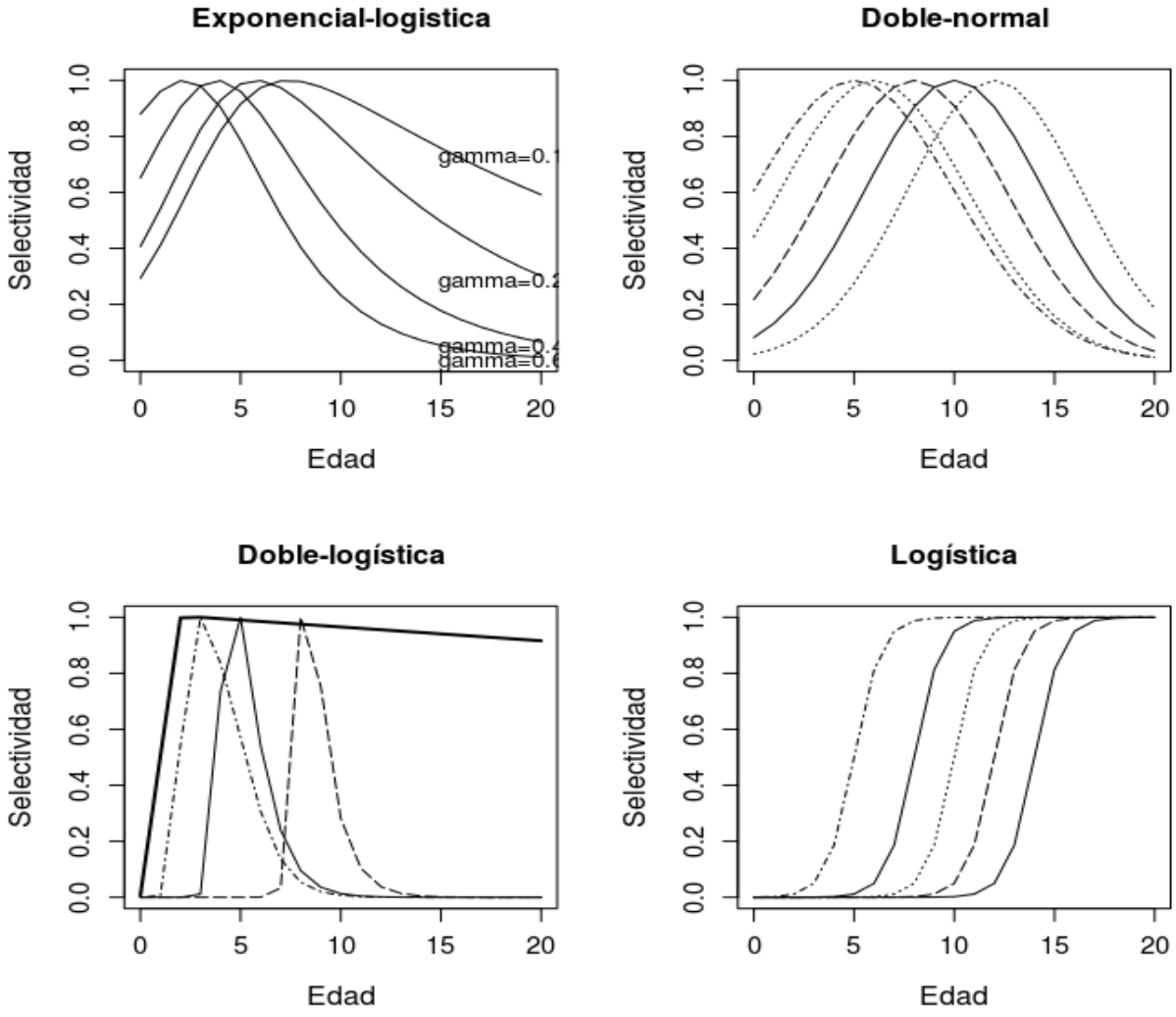
Doble normal

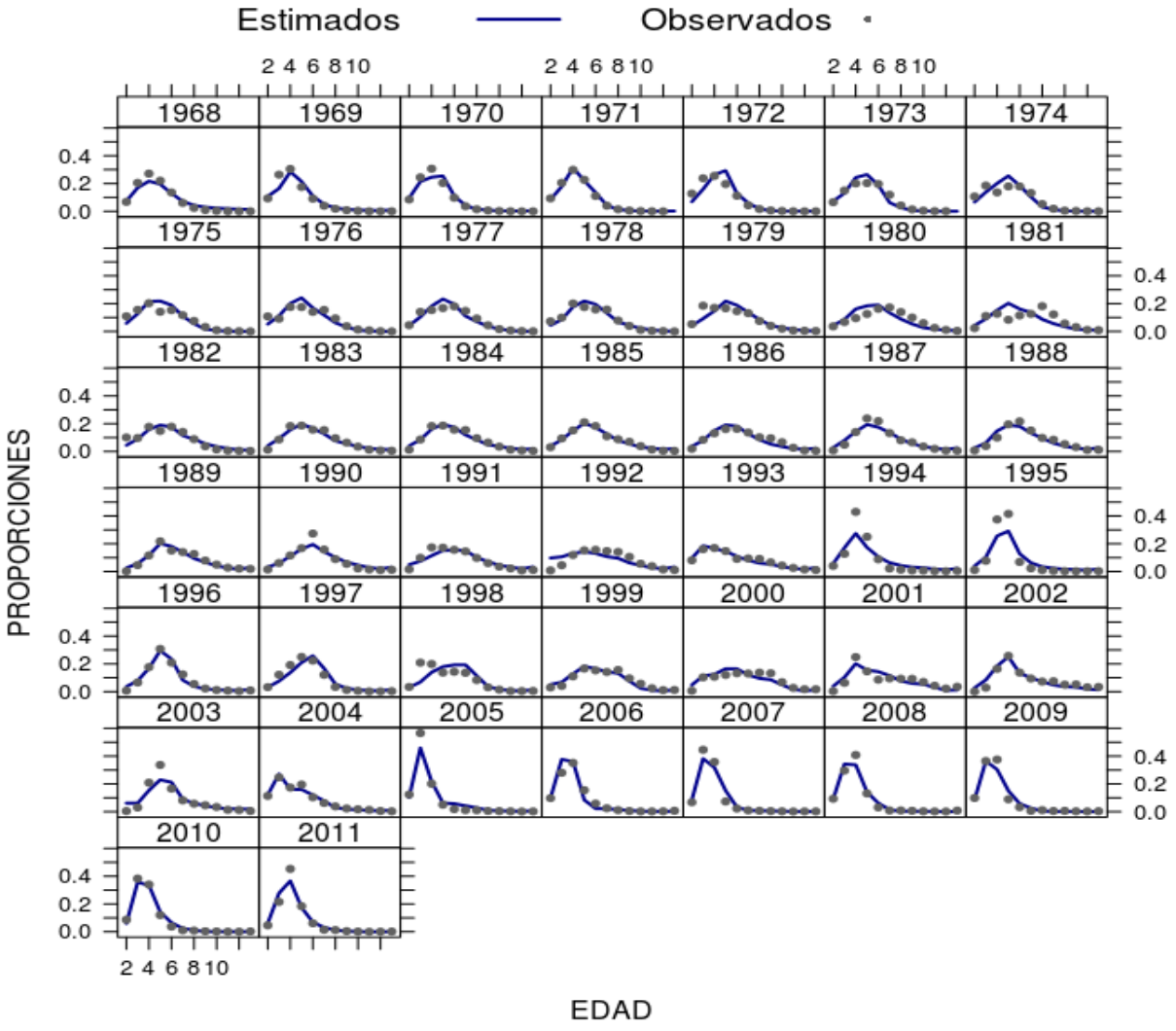
$$S_{a,t} = \begin{cases} e^{\frac{-(a-S_{full})^2}{v_L}} & a \leq S_{full} \\ e^{\frac{-(a-S_{full})^2}{v_R}} & a > S_{full} \end{cases} \tag{6}$$

exponencial logística

$$S_a = \left(\frac{1}{1-\gamma}\right)\left(\frac{1-\gamma}{\gamma}\right)^{\gamma}\left(\frac{e^{\alpha\gamma(\beta-a)}}{1+e^{\alpha(\beta-a)}}\right) \tag{7}$$

normal, lognormal, gamma, polinomios,...


Exponencial-logistica
Selectividad
Edad
gamma=0.1
gamma=0.2
Doble-normal
Selectividad
Edad
Doble-logística
Selectividad
Edad
Logística
Selectividad
Edad


Estimados
Observados
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
PROPORCIONES
EDAD

proceso autoregresivo de orden 1 o caminata aleatoria en uno o más parámetros

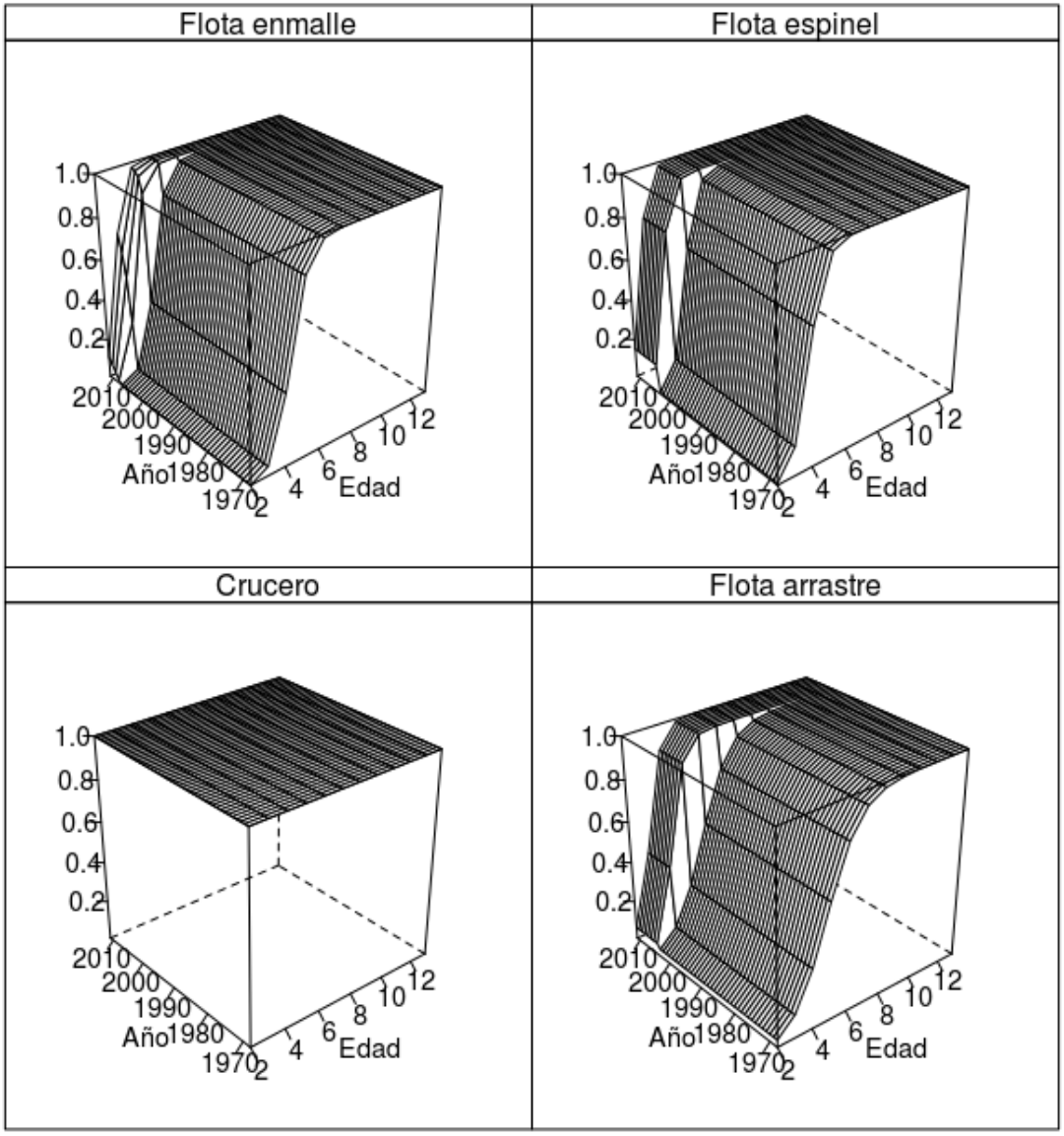
$$S_{y,a} = \frac{1/(1 + exp[-p_2(a - p_{1,y}])[1/(1 + exp[-p_4(a - p_{3,y}]]}{MAX_a(num_{y,a})}$$

$$lnp_{i,y+1} = lnP_{i,y} + \eta_{i,y} \quad \eta \sim N(0, \sigma_\eta^2) \tag{8}$$

$$S_{y+1,a} = \frac{exp(lnS_{y,a} + \varpi_{y,a})}{MAX_a(num_{y,a})}$$

$$g(S_{a,y}; \sigma_\varphi^2) = \sum_{y=1}^{n} \sum_{a=1}^{m-3} \frac{(lns_{y,a+3} - 3lns_{y,a+2} + 3lns_{y,a+1} - lnS_{y,a})^2}{2\sigma_\varphi^2}$$

(9)


Flota enmalle
Flota espinel
Crucero
Flota arrastre
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
2010
2000
1990
Año1980
1970
2
4
6
8
10
12
Edad

GRACIAS !