

COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL

COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR

TERCERA REUNIÓN

La Jolla, California (EE.UU.)

15-18 de mayo de 2012

## DOCUMENTO SAC-03-07c

# ANÁLISIS PRELIMINAR DE DATOS HISTÓRICOS Y RECIENTES DE MARCADO DE BARRILETE PARA EXPLORAR INFORMACIÓN SOBRE LAS TASAS DE EXPLOTACIÓN

Mark N. Maunder

## 1. INTRODUCCIÓN

La Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT) realizó numerosos experimentos de marcado de atunes entre los años 1950 y principios de los 1980, y reanudó el marcado a escala más limitada a partir de 2000. Estos datos no han sido usados en las evaluaciones de las poblaciones de atún barrilete excepto para proporcionar información sobre las tasas de crecimiento (Bayliff 1988; Maunder 2002). El presente análisis preliminar consiste en una investigación del contenido informativo sobre las tasas de explotación en los datos de marcado, a fin de evaluar su uso en la evaluación de la población.

## 2. DATOS

Se obtuvieron de los registros de la CIAT datos de liberaciones y recapturas de marcas de ocho viajes de buques cañeros entre 1973 y 1981 (Tabla 1a). La información de liberaciones fue obtenida en forma sumaria de registros impresos. Las liberaciones ocurrieron cerca de la costa y al norte de la línea ecuatorial (Figura 1). La información de recaptura fue obtenida de una base de datos electrónica. No se usó información detallada, tal como talla de liberación, porque no se dispone actualmente de la misma de forma electrónica. No se dispone de números de identificación de marcas en formato electrónico para las liberaciones, por lo que las recapturas pueden ser asignadas solamente al viaje de marcado y no a los detalles específicos de la liberación (por ejemplo, un mes). Las recapturas sin información sobre el mes de recaptura fueron asignadas a meses con base en la proporción mensual/capturas con información de mes en el año y viaje apropiados. Las recapturas sin información sobre el año de captura fueron asignadas a años con base en la proporción por tamaño de las recapturas con información de año dentro del viaje correspondiente (Tabla 2).

No se usó información detallada, tal como la talla de liberación, porque no se encuentra disponible en formato electrónico. No se dispone de números de identificación de marcas de las liberaciones en formato electrónico, por lo que las recapturas pueden ser emparejadas con el viaje de liberación solamente y no con los detalles específicos de la liberación (por ejemplo, mes). Las recapturas sin información de captura fueron asignadas a meses con base en la proporción por mes de las recapturas con información de mes en el año y viaje correspondientes. Las recapturas sin información del año de captura fueron asignadas a años con base en la proporción por año de recapturas con información de año en el viaje correspondiente. Se resumieron los datos por mes. Se fijó el mes de liberación al mes con el mayor número de liberaciones (Tabla 2). Se tuvo que avanzar algunas recapturas un mes para encajar con el momento de liberación. En varios meses, algunos consecutivos, no hay recapturas de ningún viaje (Tabla 3a).

Se obtuvieron de la base de datos de la CIAT datos de liberación y recaptura de varios viajes de buques

cañeros entre 2000 y 2006 (Tabla 1b). La extensión espacial de las liberaciones está limitada a una zona cerca de la línea ecuatorial (Figura 1). Las recapturas sin información del mes de captura fueron asignadas a meses con base en la proporción por mes de las recapturas con información de mes en el año de recaptura y el año y mes de liberación correspondientes. Las recapturas sin información del año de captura fueron asignadas a años con base en la proporción por año de las recapturas con información de año dentro del año y mes de liberación correspondientes. Se resumieron los datos por mes. En varios meses, algunos consecutivos, no hay recapturas de ningún periodo de liberación (Tabla 3b).

### 3. MÉTODOS

#### 3.1. Dinámica de las marcas

Cada viaje de marcado y mes de liberación fue modelado como una población separada, pero con parámetros compartidos. El modelo incluye la mortalidad inicial relacionada con el marcado y la pérdida de marcas como parámetro combinado, la pérdida de marcas crónica (a largo plazo) y mortalidad relacionada con el marcado como parámetro combinado, ausencia de notificación, y ausencia inicial de mezcla. Se modeló la mortalidad por pesca por mes como efecto aleatorio alrededor de una mortalidad por pesca media general. Se ajustó el modelo a las recapturas usando una función negativa de verosimilitud basada en binomios.

$$N_{r,t_r} = R_r \exp[-M_{init}]$$

$$N_{r,t} = \begin{cases} N_{t-1} \exp[-(\delta_r F_{t-1} + M + L)] & t = t_r + 1 \\ N_{t-1} \exp[-(F_{t-1} + M + L)] & t > t_r + 1 \end{cases}$$

$$p_{r,t} = \begin{cases} \frac{\delta_r F_t}{\delta_r F_t + M + L} (1 - \exp[-(\delta_r F_t + M + L)]) & t = t_r \\ \frac{F_t}{F_t + M + L} (1 - \exp[-(F_t + M + L)]) & t > t_r \end{cases}$$

$$C_{r,t} = N_{r,t} p_{r,t} (1 - \exp[-\tau])$$

$$F_t = \mu_F \exp[\varepsilon_t \sigma]$$

$$\varepsilon_t \sim N(0,1)$$

donde

- $N_{r,t}$  : número de peces marcados vivos de la liberación  $r$  en el momento  $t$
- $R_r$  : número de liberaciones en el grupo de liberación  $r$
- $t_r$  : momento de liberación  $r$
- $M$  : mortalidad natural; se supone que es constante a lo largo del tiempo e igual para todos los grupos de liberación
- $C_{r,t}$  : recapturas reportadas predichos en el tiempo  $t$  del grupo de liberación
- $F_t$  : mortalidad por pesca del tiempo  $t$ , que se supone común entre los grupos de liberación
- $M_{init}$  : mortalidad relacionada con las marcas y la pérdida de marcas iniciales
- $\delta_r$  : multiplicador de mortalidad por pesca en el período de liberación, para tratar la ausencia de mezcla
- $L$  : pérdida de marcas y la mortalidad relacionada con las marcas crónicas (a largo plazo)

$\tau$ : parámetro que representa la tasa de notificación

Si se dispone de datos de esfuerzo, se puede hacer la mortalidad por pesca proporcional al esfuerzo de pesca

$$F_t = qE_t \exp[\varepsilon_t \sigma]$$

donde  $q$  es el coeficiente de capturabilidad.

### 3.2. Verosimilitud

La función de verosimilitud se basa en el binomio negativo (NB)

$$q(y_{r,t} | C_{r,t}, \theta) = \frac{\Gamma(\theta + y)}{\Gamma(\theta) y!} \left( \frac{\theta}{\theta + C_{r,t}} \right)^\theta \left( \frac{C_{r,t}}{\theta + C_{r,t}} \right)^y$$

donde  $C$  y  $\theta$  son los parámetros promedio y de tamaño, respectivamente. Formalmente  $y = 0, 1, 2, \dots$ , pero nuestros datos contienen recuperaciones fraccionales debido a mes y año desconocidos o al cálculo de las tasas de recaptura y notificación.

A medida que  $1/\theta$  se acerca a cero, la distribución NB es reducida a la distribución de Poisson.

La verosimilitud total es simplemente el producto de la verosimilitud para todas las recapturas individuales:

$$q(\mathbf{y} | \mathbf{C}, \theta) = \prod_{r,t} q(y_{r,t} | C_{r,t}, \theta)$$

## 4. APLICACIÓN

Maunder y Harley (2005) usaron un calendario basado en edad para la mortalidad natural. La mortalidad natural del barrilete joven es muy elevada, entonces disminuye, y luego aumenta. Con base en el barrilete de tamaño mediano (45-65 cm) en Maunder y Harley (2005) y los valores usados en análisis históricos de rendimiento por recluta, supusimos una mortalidad natural de 0,15 por mes.

Bayliff y Mobrand (1972) estimaron la pérdida de marcas de atún aleta amarilla a partir de experimentos de marca doble. “La pérdida Tipo 1, que ocurre inmediatamente después de la liberación del pez, es aproximadamente 10 por ciento. Se supone que la pérdida Tipo 2 es constante durante toda la vida del pez después del marcado; ocurre con una tasa instantánea de aproximadamente 0,278 por año.” Con base en estas estimaciones, se fijaron los parámetros siguientes para representar la pérdida de marcas

$$M_{init} = -\ln[1 - 0.1] = 0.105$$

$$L = 0.278 / 12 = 0.023$$

Estos valores no incluyen la mortalidad relacionada con marcas. Se cree que la mortalidad crónica relacionada con marcas es baja, pero la mortalidad inicial relacionada con marcas podría ser sustancial, particularmente en el caso del barrilete. Maunder *et al.* (2007) estimaron una pérdida de marcas inmediata de 3% y continua de  $0,1y^{-1}$  para los atunes barrilete, aleta amarilla, y patudo combinados, pero la pérdida de marcas podría haber sido afectada por marcadores mal entrenados. Hampton (2000) supuso una pérdida de marcas instantánea y falta de notificación de marcas instantánea combinadas y usó una estimación de 0,45 para las tres especies de atunes, y una pérdida de marcas Tipo 2 de  $0,0023 \cdot \text{mes}^{-1}$ , basadas en Hampton (1997). Supuso que la mortalidad por marcado es insignificante. Hoyle (2011) descubrió que las tasas de recuperación variaban sustancialmente entre los marcadores, lo cual sugiere que diferencias relacionadas con los marcadores en los procesos de marcado y liberación pueden resultar en una variabilidad sustancial de las tasas de supervivencia. Supuso que la tasa de mortalidad por marcado de los marcadores expertos

es 7%, con intervalos de confianza de 95% de entre 3% y 16%. Estimó el efecto adicional (pérdida de marcas + mortalidad) del marcador promedio en relación al mejor marcador en 11%.

Creemos que la tasa de notificación en estos estudios de marcado es relativamente alta. Los datos presentados en Bayliff (1971) indican que fue alrededor del 91%, pero esta estimación se basa en datos limitados. Con base en la misma, se fija el parámetro siguiente para representar la tasa de notificación

$$\tau = -\ln(-(0.91 - 1)) = 2.408$$

Maunder *et al.* (2007) estimaron tasas de notificación de 0,5 a 0,7 para el barrilete a partir de experimentos de siembra de marcas; disminuyeron con el tamaño de los peces. Hoyle (2011) encontró tasas de notificación bajas, alrededor del 50%.

Se modelaron las marcas durante 18 meses solamente para reducir los cálculos y evitar los sesgos que podrían resultar de ajustes a una larga serie de recuperaciones observadas nulas. El modelo fue ejecutado con y sin datos de esfuerzo para determinar si éstos explican la variación adicional en las recapturas. Los datos de esfuerzo consisten en el número de días de pesca, usando lances cerqueros sobre objetos flotantes o no asociados. El esfuerzo usado con los datos de marcado históricos provino de las zonas de la CIAT de medición de composición por talla 1, 2, 4, y 8, y con los recientes de las zonas 7 y 9. Estas zonas corresponden aproximadamente a las zonas de liberación, y son dos de las zonas propuestas para subpoblaciones en evaluaciones futuras de la población de barrilete.

## 5. RESULTADOS

El modelo se ajusta a las capturas razonablemente bien (Figura 2), tal como se esperaba, ya que se modela la variación temporal en la mortalidad por pesca, y las marcas no permanecen en la población mucho tiempo. La mortalidad por pesca es altamente variable a lo largo del tiempo (Figura 3), y la desviación estándar de la desviación temporal de la mortalidad por pesca en la escala logarítmica fue 1,36 en el caso de los datos históricos y 1,06 en aquel de los recientes. El parámetro de escala de la mortalidad por pesca al mes de liberación para ajustar por ausencia de mezcla fue sustancialmente mayor que uno en la mayoría de los viajes en el caso de los datos históricos, pero no los datos recientes (Tabla 5). Algunos de los períodos de tiempo no incluyeron recapturas, por lo que se cuenta con poca información, o ninguna, sobre la mortalidad de pesca de esos periodos (Figura 3). La mortalidad por pesca mensual máxima, no incluyendo el escalador por ausencia de mezcla, fue 0,65 en el caso de los datos históricos y 0,20 en aquel de los recientes. Se estimó  $\mu_F$  en 0,021 y 0,016, lo cual no cuenta con una corrección de sesgo lognormal, y el promedio calculado para el tiempo entero es 0,044 y 0,024 para los datos históricos y recientes, respectivamente. Del promedio calculado solamente para períodos de tiempo en los que la desviación temporal no fue cero (hecho o sea, períodos de tiempo para los cuales existe información en las recapturas) es mayor en 0,049 y 0,025. Existe una gran cantidad de incertidumbre en las estimaciones de la mortalidad por pesca (Figura 4), con coeficientes de variación (CV) alrededor de 40% a 140%.

Los resultados son similares cuando la mortalidad por pesca es proporcional al esfuerzo. En el caso de los datos de marcado históricos, el negativo del logaritmo de la verosimilitud aumenta a 381,1 de 372,7 al incluir los datos de esfuerzo, lo cual indica que los datos de esfuerzo de pesca no se relacionan con la mortalidad por pesca experimentada por estos barriletes marcados. En el caso de los datos de marcado recientes, el negativo del logaritmo de la verosimilitud disminuye a 150,6 de 163,0 al incluir los datos de esfuerzo, lo cual indica que los datos de esfuerzo de pesca se relacionan en cierto grado con la mortalidad por pesca experimentada por estos barriletes marcados. No obstante, la desviación estándar de la distribución de los efectos aleatorios de las desviaciones de la mortalidad por pesca disminuye solamente a 0,80 de 1,06, lo cual indica que existe todavía mucha variación no explicada en la mortalidad por pesca de estos barriletes marcados.

## 6. DISCUSIÓN

Las estimaciones de la mortalidad por pesca basadas en datos de marcado contienen una gran cantidad de

variabilidad temporal e incertidumbre. Añadir datos de esfuerzo no mejoró el análisis sustancialmente. El presente análisis sugiere que es poco probable que los datos históricos de marcado brinden una cantidad sustancial de información sobre la mortalidad por pesca para mejorar la evaluación de la población de barrilete. No obstante, existen diferencias espaciales en algunos de los viajes de marcado históricos, y en vista de la posibilidad de desplazamientos limitados de barrilete y efectos locales del esfuerzo de pesca, se podría refinar más el análisis mediante la segregación espacial de los datos y la adición de datos de captura. Los datos de captura brindarán más información sobre la variabilidad temporal de la mortalidad por pesca, permitiendo a los datos de marcado informar los niveles absolutos de mortalidad por pesca. La evaluación del barrilete planeada, que analizará simultáneamente los datos de captura, composición por talla, y marcado, usará una estructura espacial.

Bajo el supuesto que la pérdida de marcas, la mortalidad por marcado, y la tasa de notificación son iguales para los datos históricos y recientes, el análisis indica que las tasas recientes de mortalidad por pesca en la zona de marcado reciente son más bajas que las tasas históricas de mortalidad por pesca en las zonas de marcado histórico. No obstante, es probable que las tasas de notificación sean diferentes, que es posible que las demás cantidades también lo sean.

Parece existir una cantidad sustancial de desplazamiento, indicado por los datos de marcado (Figura 5), pero se ignora el alcance verdadero de los desplazamientos, debido a que una gran proporción de la información de recaptura es incorrecta, a causa de errores en los informes del nombre del buque y/o el número de la bodega de la cual se recuperó el pescado marcado. Por lo tanto, no queda claro si el supuesto que todas las marcas son recapturadas en la zona donde fueron liberadas es válido, o cómo la violación de este supuesto sesgará los resultados de la evaluación de la población.

La digitación de información detallada sobre las liberaciones individuales en los datos históricos permitiría un análisis más detallado de la información, y facilitaría su integración en el modelo de evaluación de poblaciones. No obstante, un estudio de marcado exhaustivo y bien planeado y ejecutado es probablemente la única forma de obtener una evaluación adecuada de la población de atún barrilete en el OPO.

## 7. RECONOCIMIENTOS

William Bayliff suministró los datos de marcado históricos. Kurt Schaefer y Dan Fuller proporcionaron los datos de marcado recientes. William Bayliff y Patrick Tomlinson compartieron sus conocimientos de las pesquerías y los datos de.

## REFERENCIAS

- Bayliff, W.H. 1988. Crecimiento de los atunes barrilete, *Katsuwonus pelamis*, y aleta amarilla, *Thunnus albacares*, en el Océano Pacífico oriental, estimada a partir de datos de marcado. Inter-American Tropical Tuna Commission, Bulletin, 19 (4): 307-385.
- Bayliff, W.H. y Mobrand, L.M. 1972. Estimaciones de las tasas de pérdida de las marcas de dardo de atunes aleta amarilla. Inter-American Tropical Tuna Commission, Bulletin, 15 (5): 441-462.
- Hoyle, S.D. 2011. Tag reporting rate prior distributions for the 2011 bigeye, yellowfin, and skipjack stock assessments. WCPFC-SC7-2011/SA-IP-10.
- Maunder, M.N. 2002. Crecimiento del atún barrilete (*Katsuwonus pelamis*) en el Océano Pacífico oriental, estimado a partir de datos de marcado. Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin, 22(2): 93-131.
- Maunder, M.N. y Harley, S.J. 2005. Condición del atún barrilete en el Océano Pacífico oriental en 2003 y perspectivas para 2004. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Stock Assessment Report, 5.
- Maunder, M.N., K. Schaefer, D. Fuller, y E. Altamirano Nieto. 2007. Estimating tag reporting and tag shedding for tunas in the EPO. In Maunder, M.N. (compilador) Report of the Inter-American Tropical Tuna Commission Workshop on Using Tagging Data for Fisheries Stock Assessment and Management. <http://www.iattc.org/PDFFiles2/Tagging-WS-Oct-2007-Report-ENG.pdf>.

**TABLE 1a.** Number of releases and recaptures, by tagging trip, for the historic data.

**TABLA 1a.** Número de liberaciones de recapturas, por viaje de marcado, para los datos históricos.

Trip	Release year	Releases	Recaptures	Recapture rate
Viaje	Año de liberación	Liberaciones	Recapturas	Tasa de recaptura
1070	1973	1937	527	0.27
1075	1975	1035	285	0.28
1078	1975	1803	887	0.49
1079	1976	4180	1239	0.30
1082	1976	8455	5543	0.66
1084	1979	2507	606	0.24
1089	1980	1818	102	0.06
1095	1981	2203	417	0.19

**TABLE 1b.** Number of releases and recaptures, by date, for the recent data.**TABLA 1b.** Número de liberaciones de recapturas, por fecha, para los datos recientes.

Year	Month	Releases	Recaptures	Recapture rate
Año	Mes	Liberaciones	Recapturas	Tasa de recaptura
2000	4	131	18.3	0.14
	5	1105	244.7	0.22
2002	3	1	0.0	0.00
	4	210	26.0	0.12
2003	5	38	5.0	0.13
	3	21	1.0	0.05
	4	11	4.0	0.36
2004	5	116	17.0	0.15
	3	178	39.0	0.22
	4	587	108.0	0.18
2005	5	146	11.0	0.08
	4	381	32.0	0.08
2006	3	43	7.0	0.16
	4	551	68.0	0.12

**TABLE 2.** Number of releases, by trip and month of release, for the historic data.**TABLA 2.** Número de liberaciones, por viaje y mes de liberación, para los datos históricos.

Months since May 1973	Trip number							
	1070	1075	1078	1079	1082	1084	1089	1095
Meses desde mayo de 1973	Número de viaje							
	1070	1075	1078	1079	1082	1084	1089	1095
0	68							
1	1688							
2	181							
25		257						
26		778						
29			302					
30			1501					
37				4180				
41					8455			
70						3		
71						2502		
72						2		
83							1818	
94								424
95								1759
96								20

**TABLE 3a.** Recaptures used in the model after adjusting for unknown month and year and recaptures before the assumed month of release for the historic data.

**TABLA 3a.** Recapturas usadas en el modelo tras ajustar por mes y año desconocidos, y recapturas antes del mes de liberación supuesto, para los datos históricos.

Year	Month	Trip number							
		1070	1075	1078	1079	1082	1084	1089	1095
Año	Mes	Número de viaje							
		1070	1075	1078	1079	1082	1084	1089	1095
1973	6	78.20							
	7	127.65							
	8	51.75							
	9	71.30							
	10	120.75							
	11	56.35							
	12	13.80							
1974	1	1.44							
	2	1.44							
	3								
	4	1.44							
	5								
	6	1.44							
	7								
	8	1.44							
	9								
	10								
	11								
	12								
1975	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7		69.42						
	8		175.51						
	9		13.10						
	10		2.62						
	11		3.93	795.05					
	12		2.62	18.38					
1976	1		3.14	15.32					
	2		2.10	25.54					
	3		1.05	2.55					
	4		1.05	2.55					
	5			10.21					
	6		1.05	2.55	280.94				
	7		2.10	6.38	477.60				
	8		1.05		28.09				
	9		2.10	5.11	206.49				
1976	10		3.14		126.42	4103.21			
	11			1.28	42.14	1187.39			



Year	Month	Trip number							
		1070	1075	1078	1079	1082	1084	1089	1095
Año	Mes	Número de viaje							
		1070	1075	1078	1079	1082	1084	1089	1095
	12				16.86	177.15			
1977	1				27.02	39.42			
	2				14.05	25.08			
	3				2.16				
1977	4		1.05		2.16	1.19			
	5				1.08	4.78			
	6				5.40	1.19			
	7			1.04	4.32				
	8				1.08				
	9				2.16	2.39			
	10								
	11								
	12					1.19			
1978	1				1.02				
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7			1.04					
	8								
	9								
	10								
	11								
	12								
1979	1								
	2								
	3								
	4						25.55		
	5						123.91		
	6						283.60		
	7						63.87		
	8						56.21		
	9						25.55		
	10						16.61		
	11						2.55		
	12						5.11		
1980	1						1.01		
	2								
	3								
	4							14.18	
	5							2.36	
	6							8.27	
	7							33.08	
	8							9.45	
	9						1.01	8.27	

Year	Month	Trip number							
		1070	1075	1078	1079	1082	1084	1089	1095
Año	Mes	Número de viaje							
		1070	1075	1078	1079	1082	1084	1089	1095
	10							10.63	
	11							4.73	
	12							4.73	
1981	1						1.01	2.10	
	2								
	3							2.10	123.51
1981	4							2.10	162.85
	5								71.04
	6								19.67
	7								5.46
	8								6.56
	9								8.74
	10								6.56
	11								2.19
	12								4.37
1982	1								
	2								
	3								2.42
	4								1.21
	5								
	6								1.21
	7								
	8								1.21

**TABLE 3b.** Recaptures used in the model after adjusting for unknown month and year, for the recent data.

**TABLA 3b.** Recapturas usadas en el modelo tras ajustar por mes y año desconocidos, para los datos recientes.

	Year	2000		2002			2003			2004			2005	2006	
Year	Month	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5	4	3	4
	Año	2000		2002			2003			2004			2005	2006	
Año	Mes	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5	4	3	4
2000	4	1.02													
	5	11.17	164.50												
	6	5.08	61.94												
	7		8.12												
	8	1.02	4.06												
	9		2.03												
	10														
	11														
	12		1.02												
2001	1														
	2														
	3														
	4														
	5														

	Year	2000		2002			2003			2004			2005	2006	
Year	Month	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5	4	3	4
	Año	2000		2002			2003			2004			2005	2006	
Año	Mes	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5	4	3	4
	6														
	7														
	8														
	9														
	10														
	11														
	12														
2002	1														
	2														
	3														
	4														
	5				3.00	1.00									
	6				12.00	3.00									
2002	7				2.00	1.00									
	8				6.00										
	9				2.00										
	10														
	11				1.00										
	12														
2003	1														
	2														
	3														
	4							3.00							
	5							1.00	4.00						
	6								6.00						
	7								1.00						
	8						1.00		2.00						
	9		1.02												
	10		2.03						3.00						
	11														
	12														
2004	1														
	2														
	3														
	4								2.00	1.02					
	5								20.00	70.30	1.22				
	6								13.00	21.40	4.89				
	7								1.00	1.02					
	8									1.02	1.22				
	9							1.00		3.06	2.44				
	10								2.00	3.06	1.22				
	11									3.06					
	12									3.06					
2005	1									1.02					
	2														
	3														
	4												1.00		

Year		2000		2002			2003			2004			2005	2006		
Year	Month	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5	4	3	4	
Año		2000		2002			2003			2004			2005	2006		
Año	Mes	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5	4	3	4	
	5												3.00			
	6												8.00			
	7												6.00			
	8															
	9											1.00	4.00			
	10												6.00			
	11															
	12												2.00			
2006	1												1.00			
	2															
	3															
	4														4.32	
	5														6.48	
	6													3.50	17.27	
	7												1.00		9.71	
2006	8														2.16	
	9													1.17	10.79	
	10														3.24	
	11													2.33	5.40	
	12														3.24	
2007	1															1.08
	2															
	3															
	4															1.08
	5															1.08
	6															
	7															1.08
	8															1.08
	9															
	10															
	11															
	12															

**TABLE 4a.** Effort data (days fished) used in the analysis of the historic data.

**TABLA 4a.** Datos de esfuerzo (días de pesca) usados en el análisis de los datos históricos.

Year	Month	Effort	Year	Month	Effort	Year	Month	Effort
Año	Mes	Esfuerzo	Año	Mes	Esfuerzo	Año	Mes	Esfuerzo
1973	6	596	1977	1	574	1980	1	907
	7	1111		2	846		2	1494
	8	1116		3	531		3	1478
	9	405		4	585		4	1421
	10	374		5	1033		5	1793
	11	234		6	1482		6	2033
1974	12	242		7	916		7	894
	1	747		8	947		8	764
	2	1033		9	820		9	1030
	3	979		10	549		10	808
	4	803		11	519		11	653
	5	657		12	357		12	549
	6	796	1978	1	391	1981	1	725
	7	928		2	850		2	961
	8	751		3	872		3	1357
	9	449		4	1126		4	1628
	10	483		5	727		5	1175
	11	494		6	1017		6	1091
12	211	7		1356	7		1129	
1975	1	961		8	902		8	1039
	2	1017		9	507		9	1236
	3	838		10	611		10	1122
	4	960		11	661		11	1173
	5	1485		12	272		12	426
	6	1051	1979	1	533	1982	1	421
	7	1079		2	1214		2	678
	8	753		3	1520		3	1251
	9	569		4	1671		4	1253
	10	492		5	1459		5	750
	11	417		6	1432		6	666
	12	224		7	1118		7	783
1976	1	545		8	1144		8	972
	2	686		9	1016		9	826
	3	1086		10	701		10	858
	4	1069		11	906		11	691
	5	746		12	425		12	371
	6	1231	1983	1	263	1	263	
	7	1029		2	384	2	384	
	8	782		3	500	3	500	
	9	1099		4	729	4	729	
	10	653						
	11	614						
	12	182						

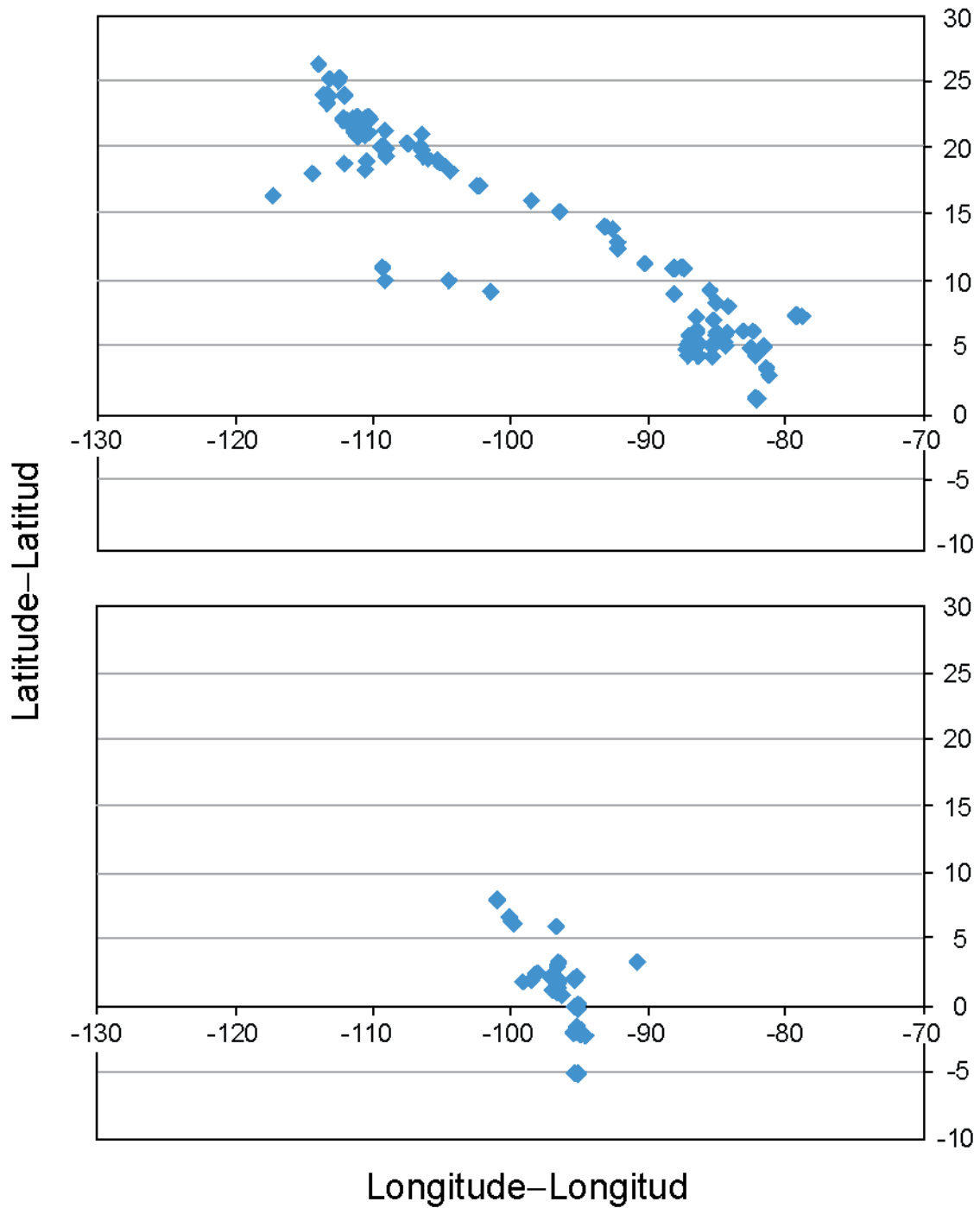
**TABLE 4b.** Effort data (days fished) used in the analysis of the recent data.**TABLA 4b.** Datos de esfuerzo (días de pesca) usados en el análisis de los datos recientes.

Year	Month	Effort	Year	Month	Effort	Year	Month	Effort	
Año	Mes	Esfuerzo	Año	Mes	Esfuerzo	Año	Mes	Esfuerzo	
2000	4	1099	2002	11	845	2005	6	1008	
	5	671		12	114		7	840	
	6	961	2003	1	377		8	115	
	7	755		2	231		9	630	
	8	557		3	234		10	1165	
	9	536		4	346		11	976	
	10	316		5	295		12	634	
	11	447		6	519		2006	1	569
	12	766	7	747	2			501	
	2001	1	897	8	1009			3	405
		2	251	9	925			4	708
		3	437	10	1127			5	493
4		560	11	1163	6	776			
5		531	12	708	7	1389			
6		875	2004	1	407	8	407		
7		635		2	370	9	1234		
8		518		3	471	10	1588		
9		518		4	397	11	1179		
10		636		5	989	12	955		
11		746		6	977	2007	1	755	
12		752	7	644	2		339		
2002	1	375	8	249	3		310		
	2	423	9	814	4		760		
	3	511	10	1452	5		1051		
	4	304	11	1203	6		1070		
	5	452	12	726	7	1271			
	6	857	2005	1	606	8	239		
	7	681		2	330	9	576		
	8	620		3	169	10	943		
	9	662		4	265				
	10	793	5	627					

**TABLE 5.** Estimates of Finit, the fishing mortality scaling parameter for the month at release to adjust for non-mixing. a) historic data and b) recent data.**TABLA 5.** Estimaciones de Finit, el parámetro de escala de la mortalidad por pesca para el mes de liberación para ajustar por ausencia de mezcla. Datos a) históricos, y b) recientes.

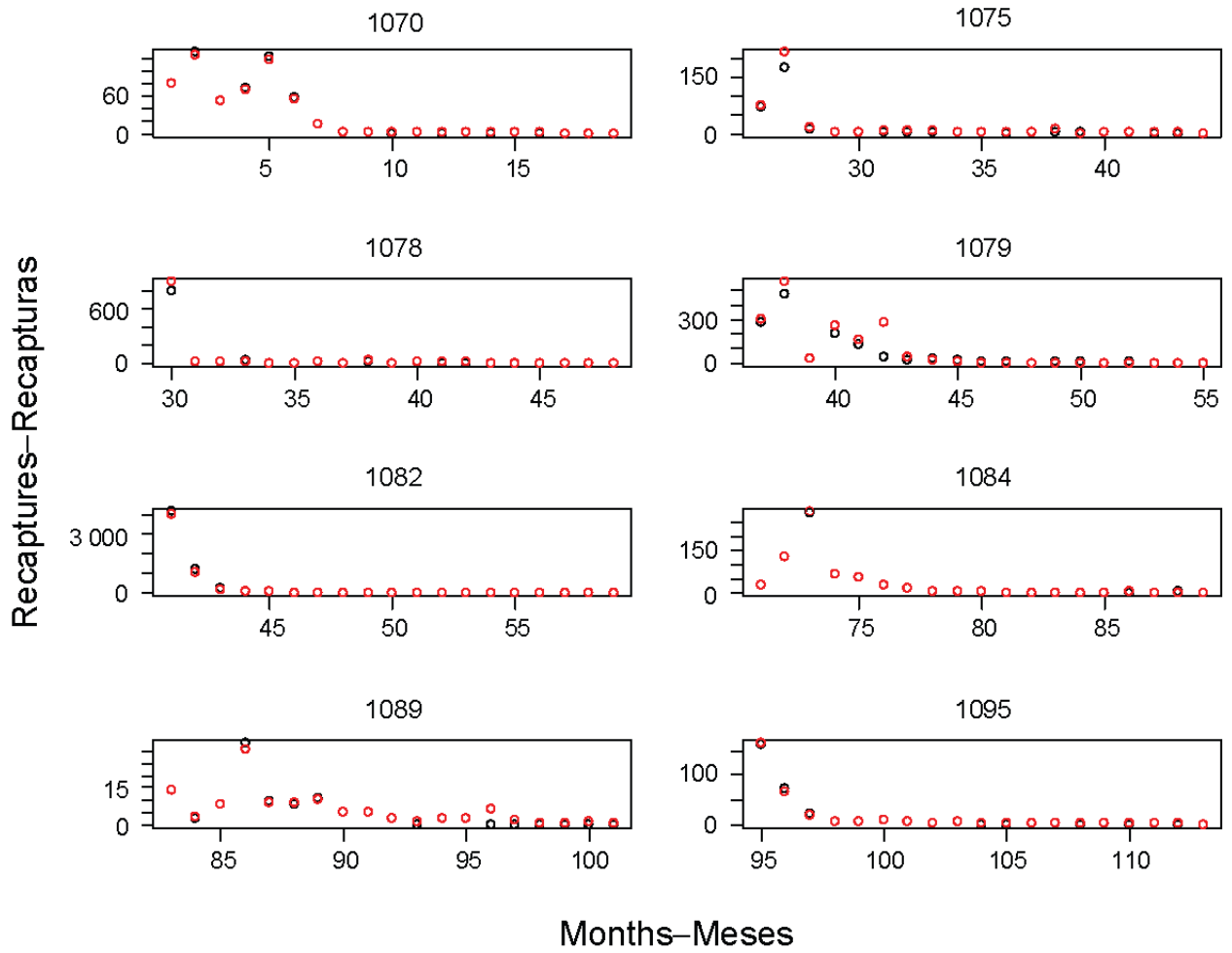
a.								
Trip	1070	1075	1078	1079	1082	1084	1089	1095
Finit	2.68	4.95	50.46	3.91	4.62	0.65	1.61	6.10

b.														
Year	2000		2002			2003			2004			2005	2006	
Month	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5	4	3	4
Finit	0.51	2.08	0.01	0.01	1.76	0.01	34.77	1.94	0.01	0.14	0.06	0.31	0.01	1.04



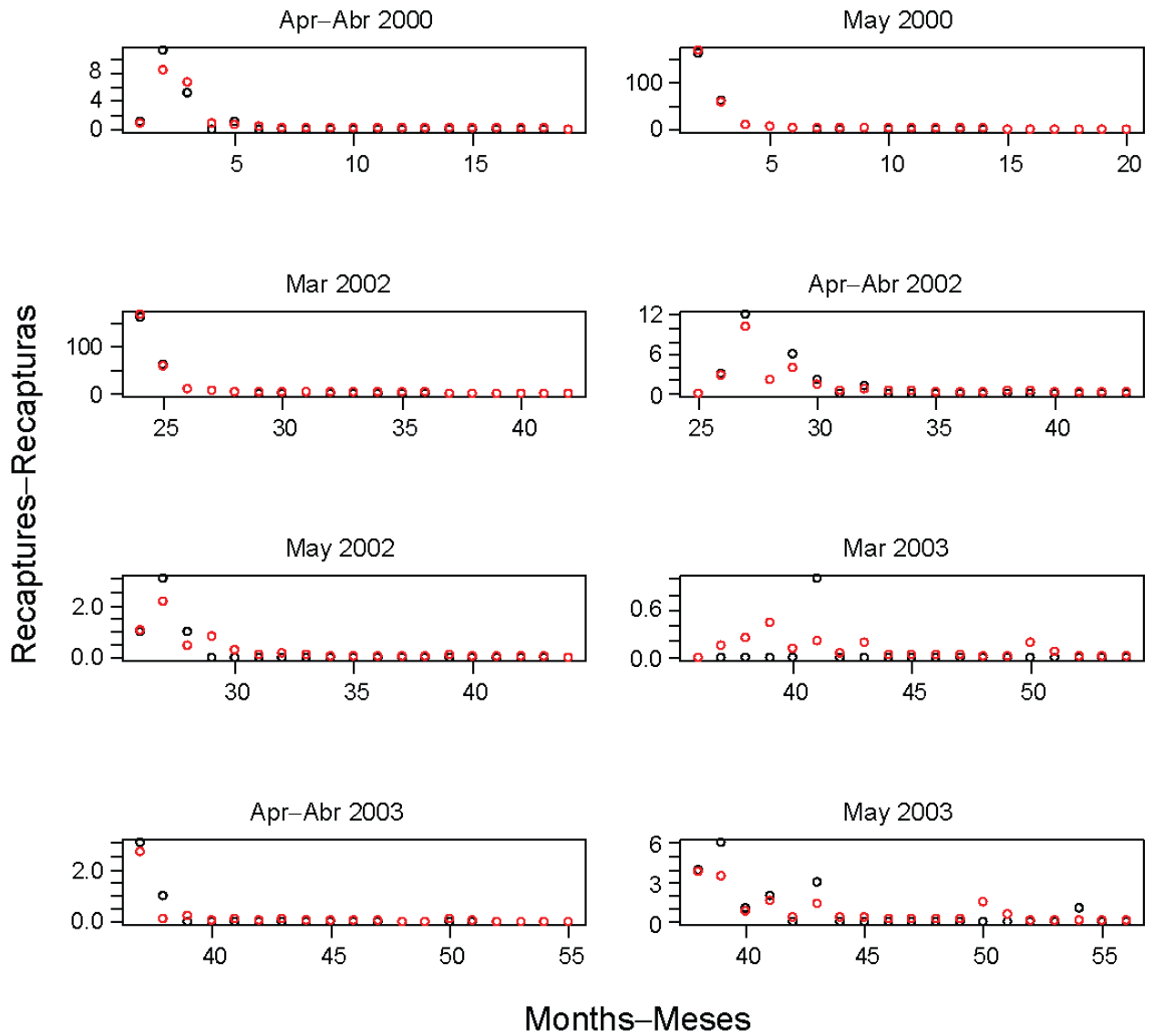
**FIGURE 1.** Release positions of the historic (top) and recent (bottom) releases

**FIGURA 1.** Posiciones de liberación de las liberaciones históricas (arriba) y recientes (abajo).

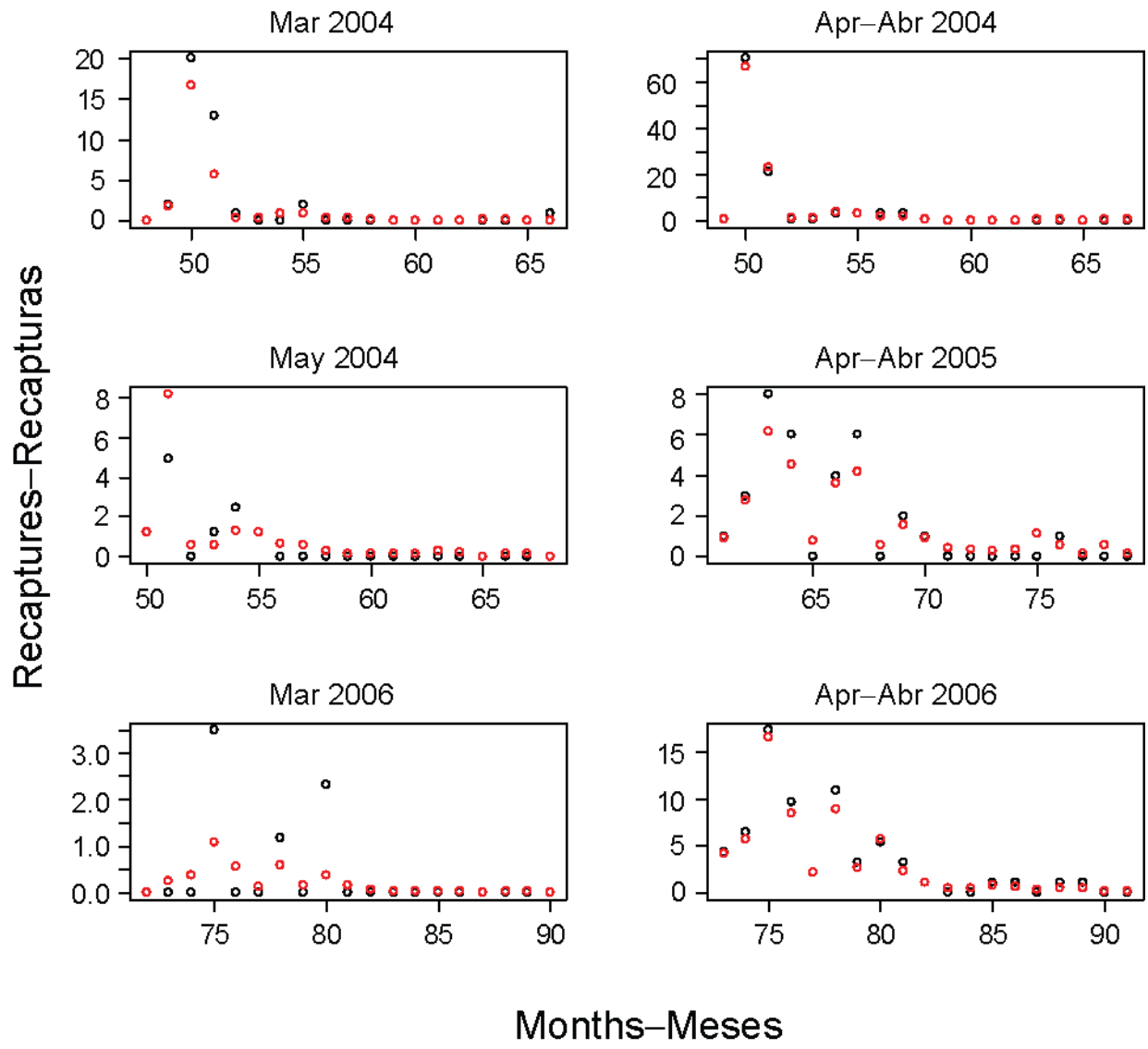


**FIGURE 2a.** Fit of the model to the recapture data, by trip, for the historic data. Month 1 = June 1973.  
**FIGURA 2a.** Ajuste del modelo a los datos de recaptura, por viaje, para los datos históricos. Mes 1 = junio de 1973.

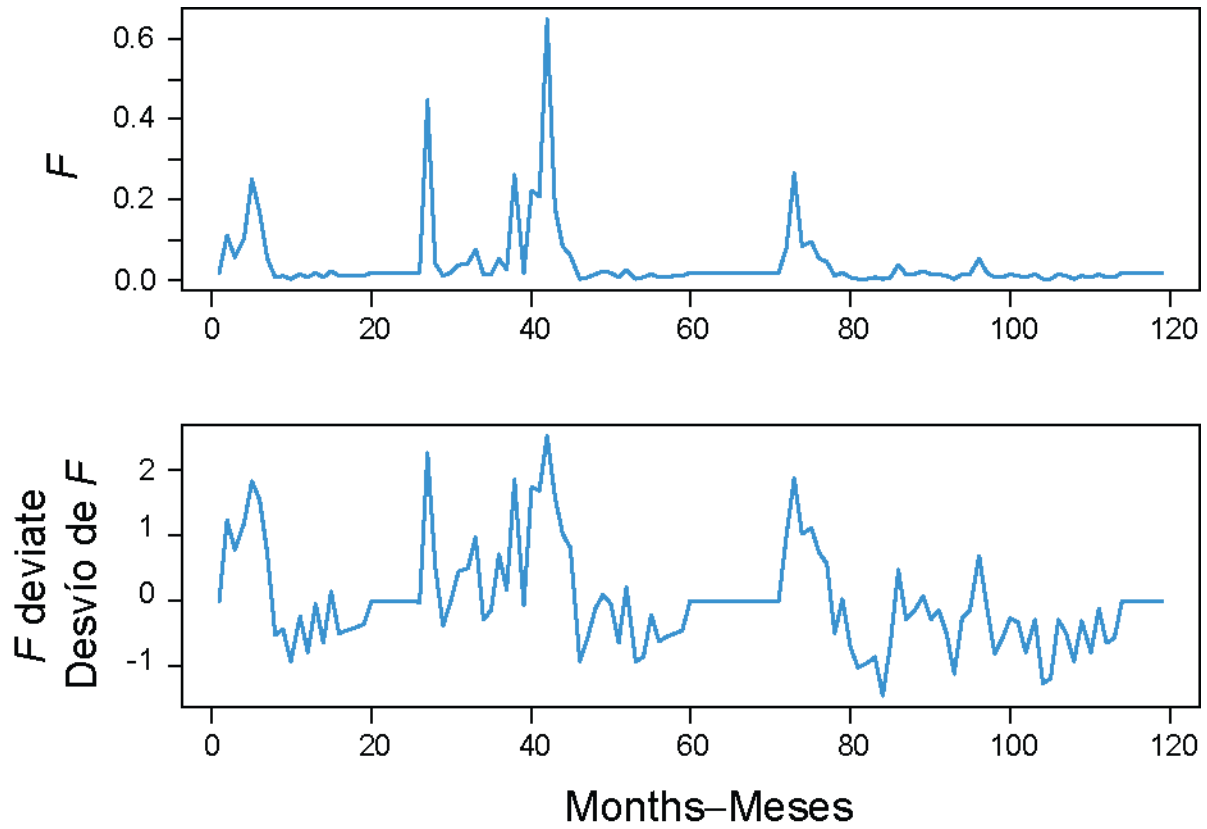




**FIGURE 2b.** Fit of the model to the recapture data, by month, for the recent data. Month 1 = April 2000.  
**FIGURA 2b.** Ajuste del modelo a los datos de recaptura, por mes, para los datos recientes. Mes 1 = abril de 2000.

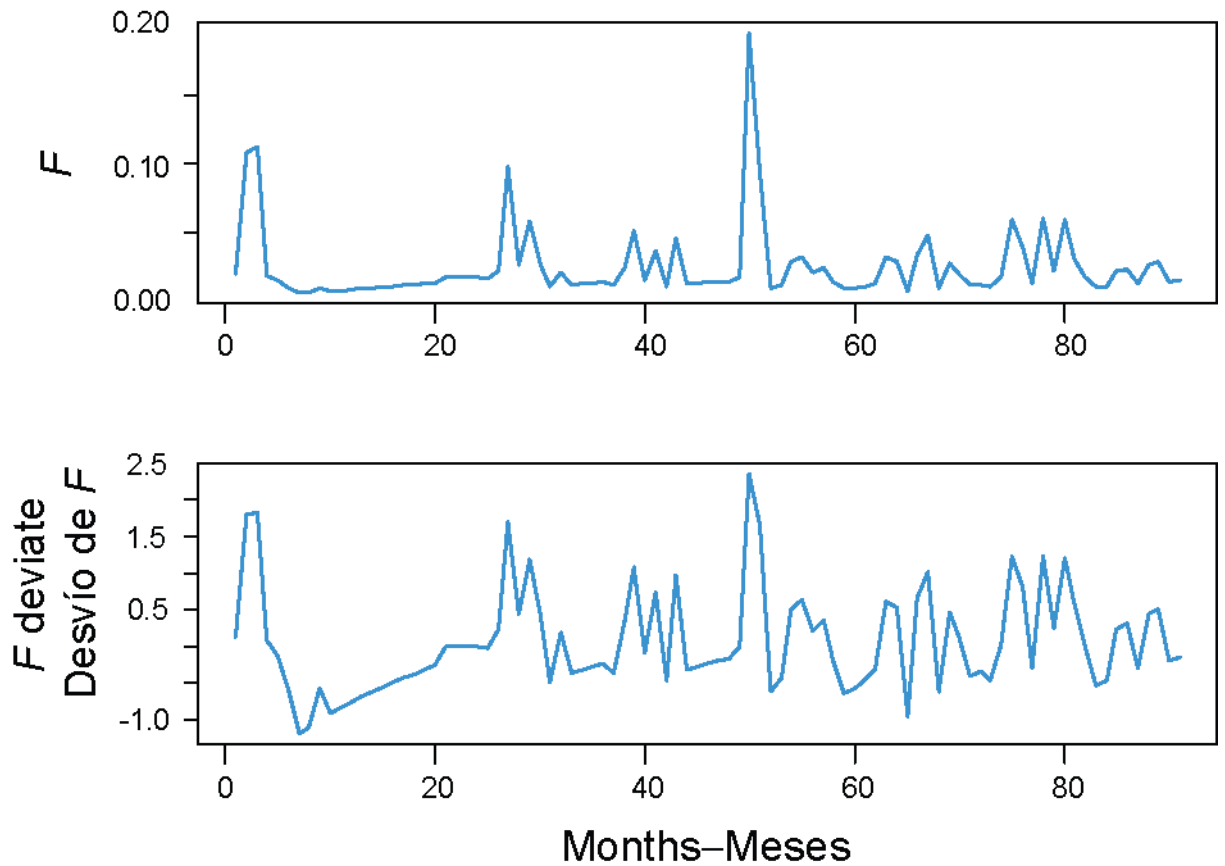


**FIGURE 2b.** (continued).  
**FIGURA 2b.** (continuación).



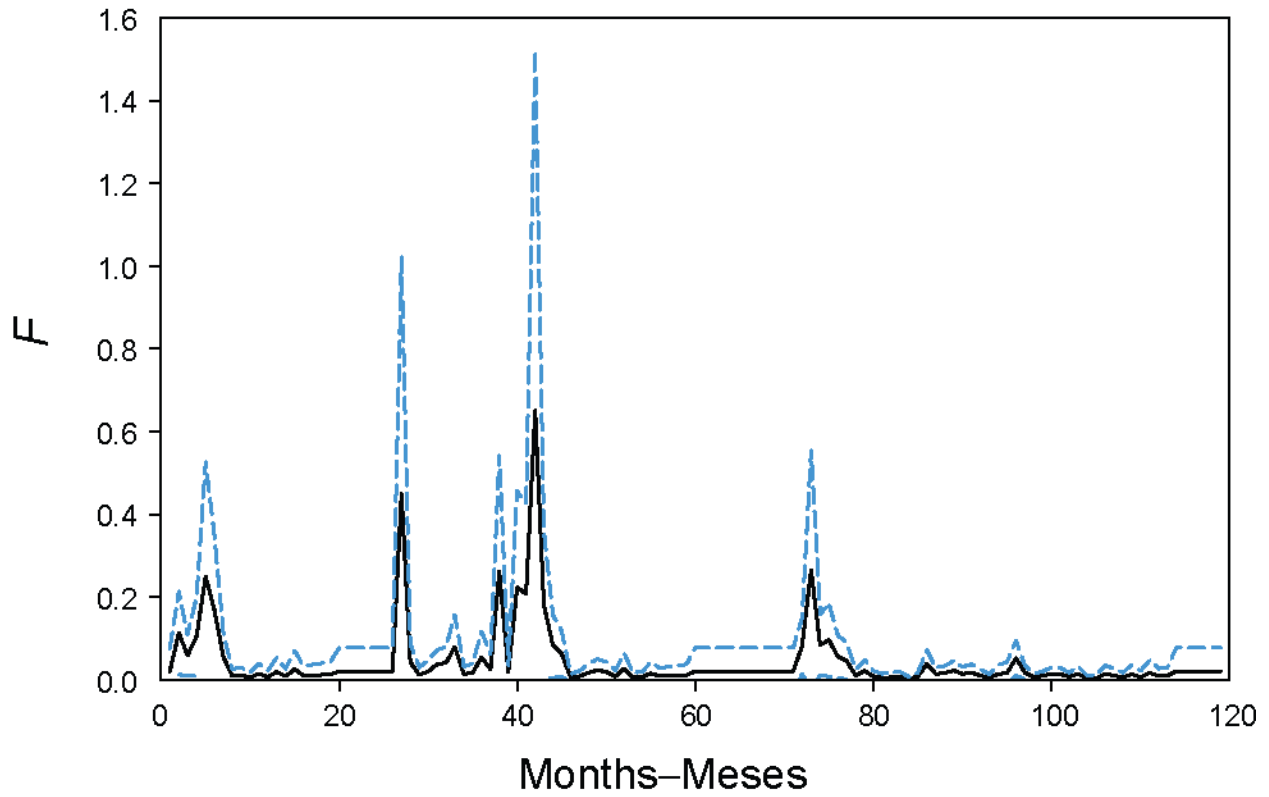
**FIGURE 3a.** Estimates of the monthly fishing mortality ( $F$ ) (upper panel) and the associated temporal deviate (lower panel) for the historic data. Month 1 = June 1973.

**FIGURA 3a.** Estimaciones de la mortalidad por pesca ( $F$ ) mensual (panel superior) y el desvío temporal asociado (panel inferior) para los datos históricos. Mes 1 = junio de 1973.



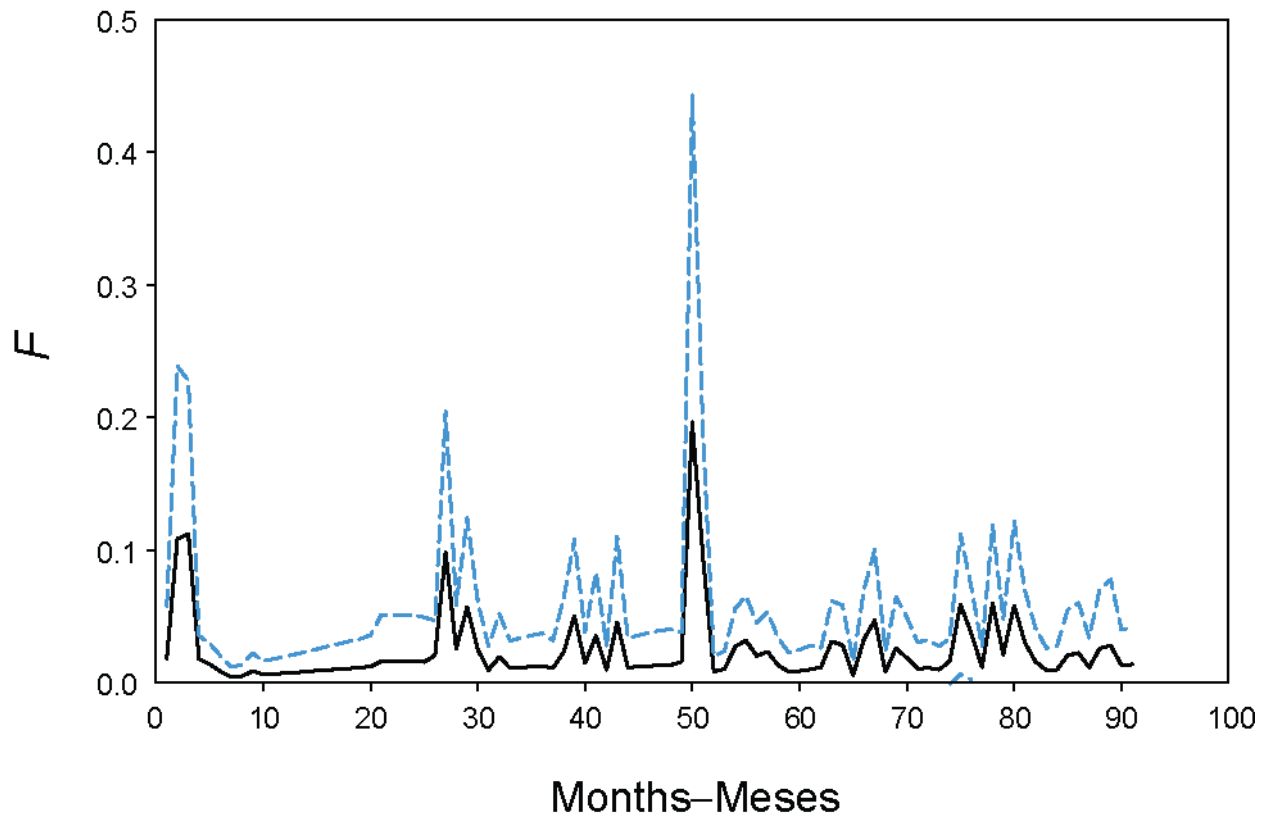
**FIGURE 3b.** Estimates of the monthly fishing mortality ( $F$ ) (upper panel) and the associated temporal deviate (lower panel) for the historic data. Month 1 = April 2000.

**FIGURA 3b.** Estimaciones de la mortalidad por pesca ( $F$ ) mensual (panel superior) y el desvío temporal asociado (panel inferior) para los datos recientes. Mes 1 = abril de 2000.



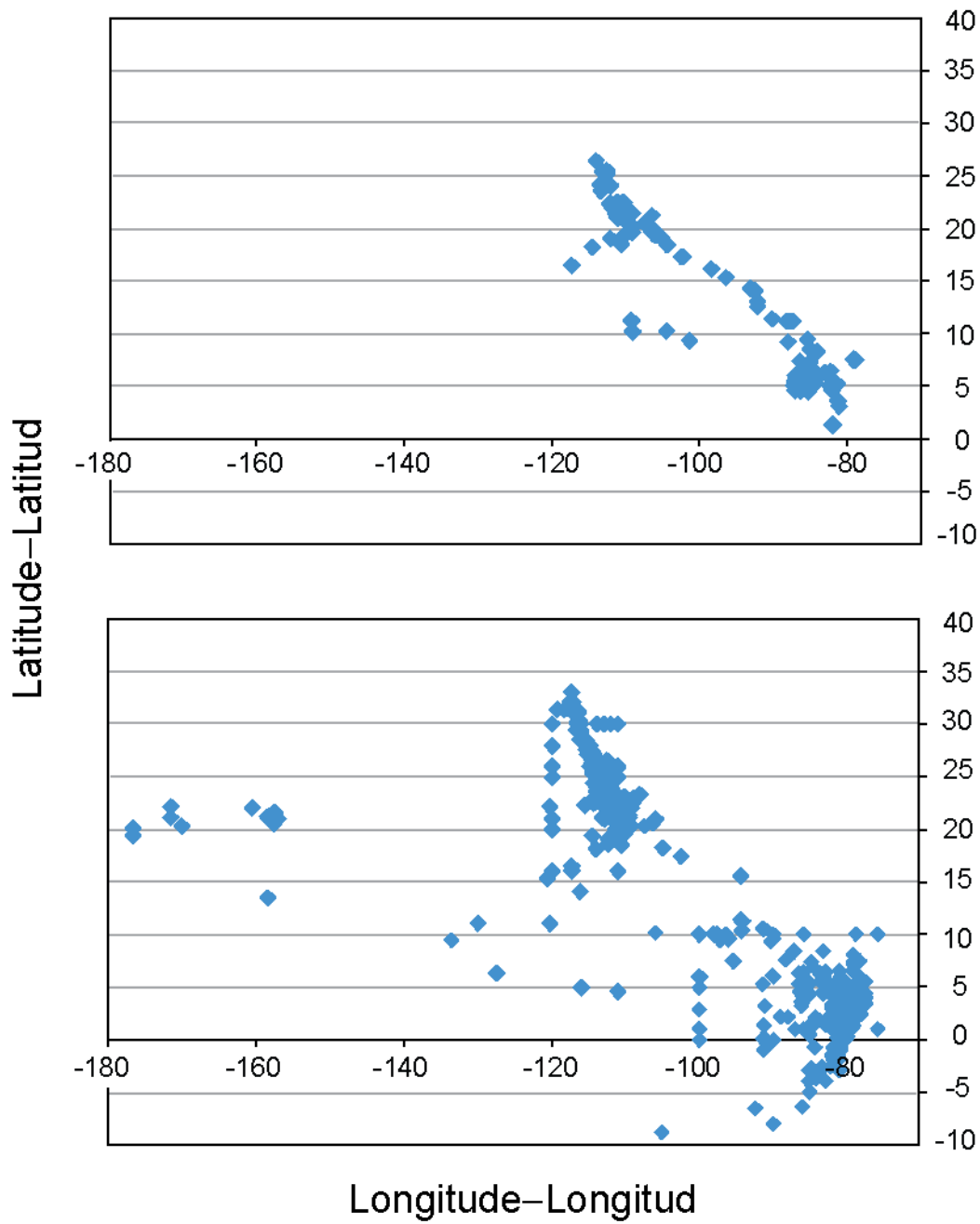
**FIGURE 4a.** Estimates of fishing mortality ( $F$ ), with 95% confidence intervals, for the historic data. Month 1 = June 1973.

**FIGURA 4a.** Estimaciones de la mortalidad por pesca ( $F$ ), con intervalos de confianza de 95%, para los datos históricos. Mes 1 = junio de 1973.

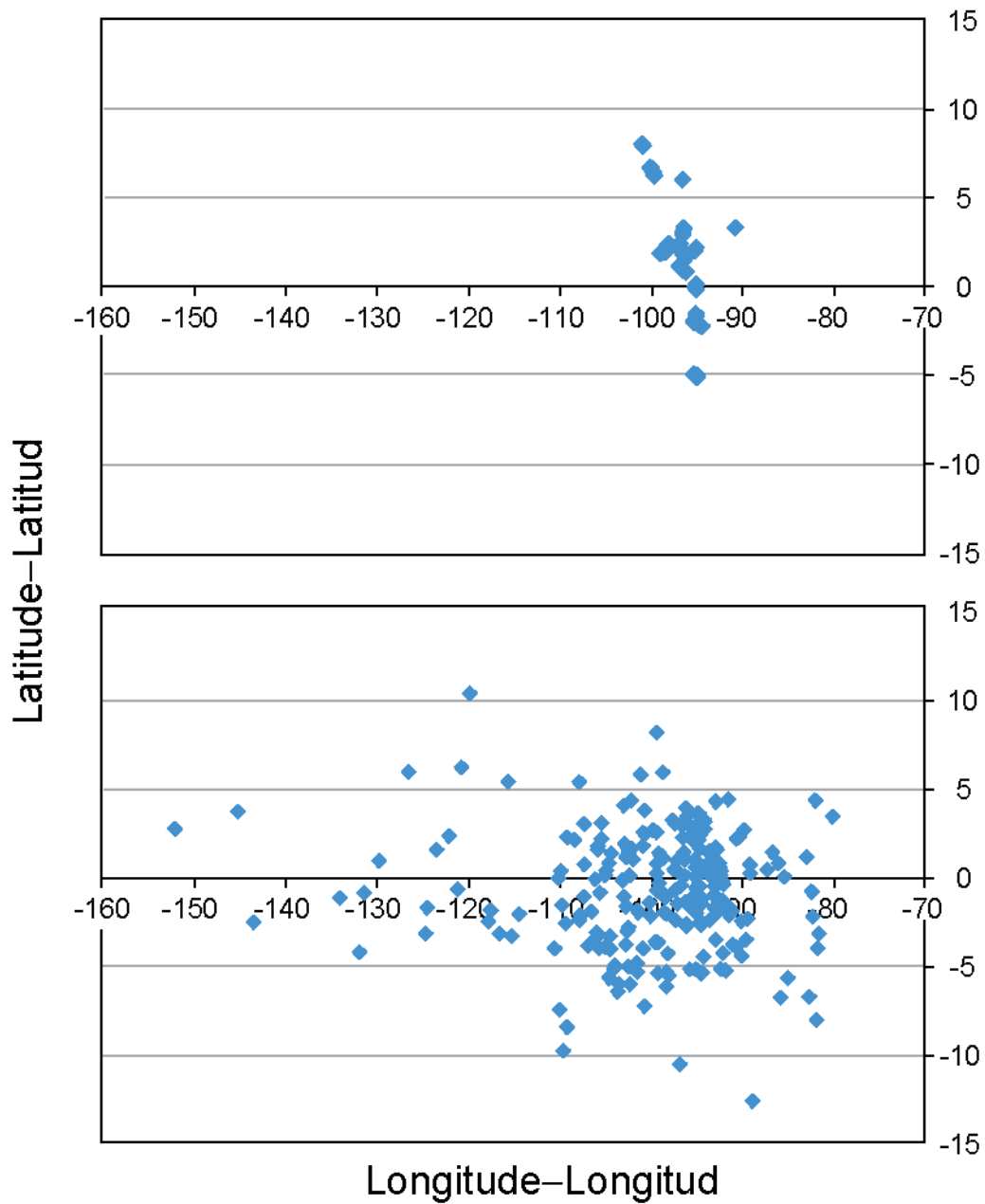


**FIGURE 4b.** Estimates of fishing mortality ( $F$ ), with 95% confidence intervals, for the recent data. Month 1 = April 2000.

**FIGURA 4b.** Estimaciones de la mortalidad por pesca ( $F$ ), con intervalos de confianza de 95%, para los datos recientes. Mes 1 = abril de 2000.



**FIGURE 5a.** Release (top) and recapture (bottom) positions of the historic tags.  
**FIGURA 5a.** Posiciones de liberación (arriba) y recaptura (abajo) de las marcas históricas.



**FIGURE 5b.** Release (top) and recapture (bottom) positions of the recent tags  
**FIGURA 5b.** Posiciones de liberación (arriba) y recaptura (abajo) de las marcas recientes.