

# Estimaciones de crecimiento, mortalidad y biomasa explotada de la sardina (*Sardinella aurita*) en el oriente Venezolano por medio de frecuencias de longitudes

**Jeremy Mendoza**  
Biólogo pesquero

**Pierre Fréon**  
Ecólogo pesquero

**Ramón Guzmán**  
Biólogo pesquero

## I Introducción

La sardina *Sardinella aurita* representa la pesquería más importante en volúmenes de desembarques realizada en aguas venezolanas. Las cifras oficiales de producción del Ministerio de Agricultura y Cría señalan que para el año 1989 se desembarcaron un total de aproximadamente 53 000 toneladas. Mientras que, para el año 1988 se alcanzó la cifra récord de 80 000 toneladas. Esta pesquería se desarrolla exclusivamente en la región nororiental del país, particularmente en aguas de los Edos. Nueva Esparta y Sucre. El medio de explotación es de naturaleza fundamentalmente artesanal, por medio de peñeros y lanchas, utilizando “chinchorros sardineros” en áreas cercanas a la zona litoral (Guzmán *et al.*, este vo-lumen).

A pesar de los conocimientos adquiridos en Venezuela sobre este recurso, existe bastante información acumulada a lo largo de los años que no ha sido exhaustivamente analizada, en particular, la serie histórica de datos de frecuencia de tallas, que cubre el período desde 1957 hasta el presente. En este estudio presentaremos el análisis de estos datos, con miras a realizar estimados de crecimiento, mortalidad, reclutamiento y niveles de biomasa disponibles en el área bajo influencia de la pesquería.

## ■ Materiales y Métodos

La base de datos del presente estudio está conformada por las distribuciones de frecuencias de tallas recolectadas desde los inicios de los estudios sobre esta pesquería, originalmente por la Oficina Nacional de Pesca del Ministerio de Agricultura y Cría (MAC), y luego continuada por el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). El período de estudio comprende la información recolectada entre 1967 y 1989. Sin embargo, debido a la variabilidad en la calidad de la información, sólo el periodo 1976–1989 fue usado para los estimados de mortalidad por pesca, reclutamiento y biomasa (Tabla 1), mientras el crecimiento fue estimado a partir de toda la serie de datos. Las estimaciones de crecimiento, mortalidad, reclutamiento y biomasa disponible en el área de la pesquería se realizaron utilizando el programa de análisis de frecuencias de longitudes ELEFAN (Gayanilo *et al.*, 1989).

### *Crecimiento*

Para el estudio del crecimiento se utilizó fundamentalmente la técnica de análisis de progresiones modales. En primer lugar, se procedió a la descomposición de las frecuencias de tallas por medio del método de Battacharya (1967). Seguidamente, se identificaron, para cada año por separado, las progresiones modales que se pensó eran atribuibles al crecimiento. Luego, se procedió a estimar inicialmente los parámetros de crecimiento ( $L_{\infty}$  y  $K$ ) por medio del

MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOT.
AÑO													
1967	70	0	0	0	278	575	402	987	800	1 124	885	543	5 664
1968	92	535	451	462	265	366	470	400	241	466	397	0	4 145
1969	358	320	108	0	0	0	0	0	0	224	0	0	1 010
1970	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1971	0	0	0	0	0	102	436	88	409	100	495	298	1 928
1972	89	200	94	0	95	200	199	99	99	199	0	98	1 372
1973	0	0	310	139	204	99	325	226	120	413	69	237	2 142
1974	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1975	172	0	0	0	0	0	0	386	496	602	400	94	2 150
1976	192	100	693	0	908	896	399	200	799	199	701	0	5 087
1977	296	360	434	466	1 363	1 400	700	1 377	1 200	500	197	186	8 569
1978	0	196	297	97	798	200	500	385	398	97	0	0	2 968
1979	396	600	688	297	1 200	296	200	499	101	400	0	183	4 860
1980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1981	636	0	100	200	200	500	496	0	0	298	200	0	2 630
1982	300	971	800	750	397	898	1 000	775	881	499	500	198	7 879
1983	0	0	399	399	399	296	499	799	1 194	499	498	0	4 982
1984	300	588	398	0	687	699	598	600	599	200	498	0	5 167
1985	599	500	400	500	300	398	580	400	596	399	799	100	5 571
1986	597	599	798	796	299	685	599	397	700	600	398	599	7 067
1987	299	499	548	590	499	400	400	296	797	599	499	399	5 825
1988	298	500	599	600	699	897	300	99	398	295	100	199	4 984
1989	399	297	299	359	397	40	297	500	98	0	0	0	3 046

■ Tabla 1

Numero de peces muestreados por mes y por año (1967–1989); el muestreo unitario varía entre 60 y 100 peces.

*Number of fish sampled per month and per year (1967–1989); elementary sample size varies from 60 to 100 fish.*

Método de Gulland y Holt (1959). En algunos casos de obtenerse valores poco realistas, se procedió a estimar  $L_{\infty}$  por el método de Powell-Wetherall (Wetherall *et al.* 1987) y ajustar el valor de  $K$  por el método de Munro (1982). Por último, dentro de ciertos límites establecidos en función de los resultados obtenidos en los pasos anteriores, se procedió a utilizar la técnica de superficie de respuesta de ELEFAN para tratar de optimizar las estimaciones de los parámetros de crecimiento. Es importante subrayar que los estimados correspondientes al período 1967–1989 se obtuvieron por medio de las progresiones modales de las diferentes cohortes presentes en cada uno de los años. Para tomar en cuenta la covarianza entre  $L_{\infty}$  y  $K$ , se calculó el índice de crecimiento  $\phi'$  (Munro y Pauly, 1983).

## Mortalidad y Biomasa

La ecuación empírica de Pauly (1980) permitió establecer un estimado de la mortalidad natural  $M$ . Siguiendo la sugerencia de Pauly (op. cit.) en relación a especies pelágicas formadoras de cardúmenes, los valores obtenidos fueron corregidos utilizando un factor de 0,8.

Los estimados de biomasa y mortalidad por pesca se obtuvieron por medio del análisis de población virtual para intervalos de tiempo desiguales desarrollado por J.G. Pope (Pauly y Tsukayama, 1983). En esta técnica las ecuaciones de captura se generalizan de la siguiente manera:

$$N_i + \Delta_i / C_i = Z_i * \exp(Z_i * \Delta_i) / F_i * (1 - \exp - (Z_i * \Delta_i)) \quad (1)$$

donde:

$$\Delta_i = 1/K * \ln [(L_{\infty} - L_1)/(L_{\infty} - L_2)] \quad (2)$$

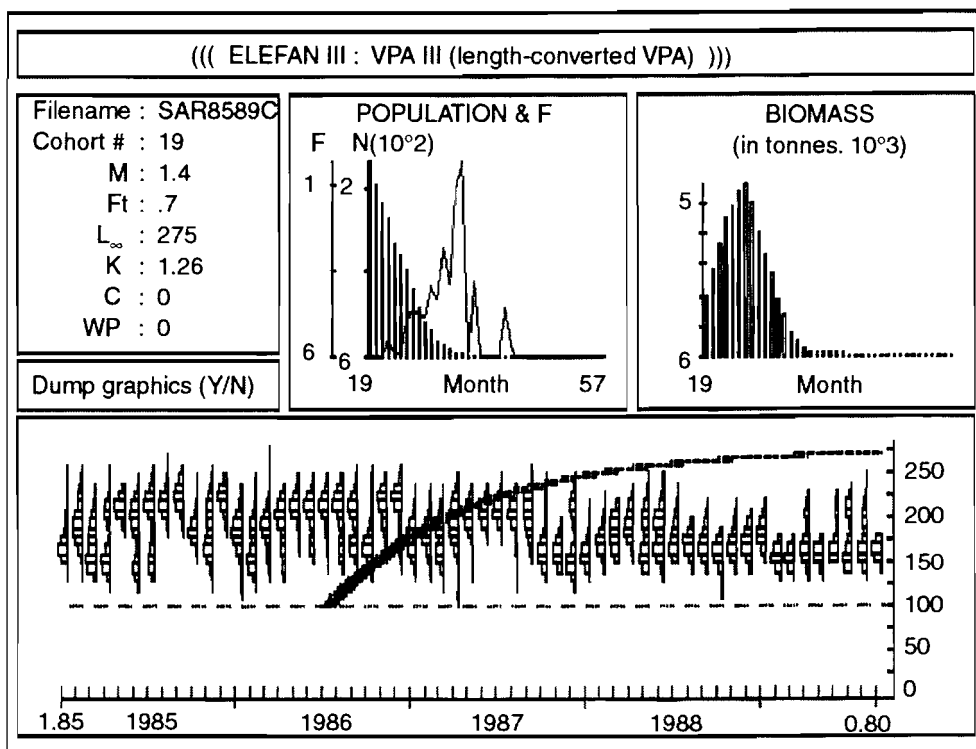
$L_1$  y  $L_2$  representan los límites inferior y superior de un intervalo de talla respectivamente.

Al igual que en la VPA tradicional (por edades) el número de individuos presentes en el grupo terminal se estima por:

$$N_i = C_i * Z_i / F_i \quad (3)$$

En la versión utilizada, se usan datos mensuales de frecuencias de

tallas y capturas. Las diferentes “cohortes” se obtienen al sobreponer curvas de crecimiento generadas mensualmente que “cortan” a través de las distribuciones de tallas (Fig. 1). En ésta primera aproximación se utilizó una curva única de crecimiento obtenida del promedio para el período 1976–1989. Por otra parte, es importante señalar que los estimados de reclutamiento y biomasa se efectúan sobre series máximas de cinco años (60 meses). Por lo tanto, la serie de datos fue dividida en tres bloques de cinco años (1975–1979, 1979–1983, 1983–1987) y un bloque de tres años (1987–1989). El solapamiento de los años finales e iniciales de las series evita la subestimación de los estimados de reclutamiento y biomasa, al utilizarse los años finales para los valores de biomasa y



■ Figura 1  
Ejemplo de Análisis de Población Virtual estructurada por longitudes para datos mensuales.  
*Example of length structured Virtual Population Analysis for monthly data.*

los iniciales para los estimados de reclutamiento. De esta forma se logra obtener valores mensuales del número de individuos, biomasa y mortalidad por pesca. Estos valores son producto de la integración de los estimados obtenidos para cada una de las “cohortes” presentes en un mes dado. El número de individuos presentes al inicio de cada cohorte representa una estimación del reclutamiento a los 10 cm de longitud total para el respectivo mes. El valor de  $F_t$  se obtuvo asumiendo que en el área de la pesquería la tasa de explotación ( $E$ ) del grupo terminal era de 0,33 en todos los casos. La transformación de los datos de longitud en peso se efectuó utilizando la relación talla-peso presentada por González (1985).

Es preciso señalar que, si bien los datos de capturas representan una serie completa para el período 1976–1989, no ocurre lo mismo con los datos de frecuencias de tallas (Tabla 1). Para subsanar este problema se procedió a interpolar los datos de los meses ausentes utilizando los meses más próximos equidistantes. Por otro lado, para el año 1980 durante el cual no se realizaron muestreos, se utilizó el valor promedio de los meses correspondientes de 1979 y 1981.

## Resultados

En la tabla 2 se presentan los estimados de crecimiento ( $L_\infty$  y  $K$ ) para los años del estudio. El valor promedio obtenido para los parámetros  $L_\infty$  y  $K$  de la ecuación de von Bertalanffy fueron, respectivamente, de 266 mm de longitud total y 1,26 sobre la base anual. Se obtuvieron indicios de estacionalidad del crecimiento, los cuales indicaban que los incrementos de talla se reducían en el tercer y cuarto trimestres. La longitud de 100 mm, utilizada como talla al reclutamiento en la pesquería, se alcanza alrededor de los seis meses de edad relativa (Fig. 2), mientras que la talla de primera madurez sexual (Fréon *et al.*, este volumen a) se presenta alrededor del año de edad. La mayor parte del crecimiento se desarrolla en los tres primeros años de vida y especialmente durante los dos primeros.

En lo que se refiere a la evolución del índice de crecimiento  $\phi'$  durante el período de estudio (Tabla 2), no aparece una tendencia

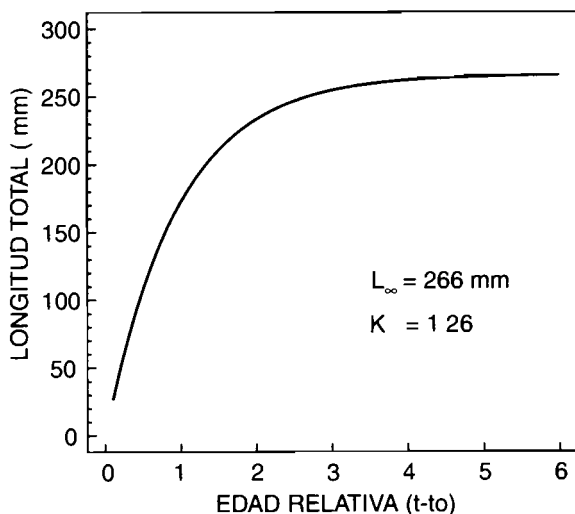


Figura 2  
Curva de crecimiento de von Bertalanffy (promedio 1967–1989) para la sardina del oriente venezolano.

*Von Bertalanffy growth curve (mean 1967–1989) for north-eastern Venezuelan Sardinella aurita.*

Años	$L_{\infty}$ (mm.)	$K$ (Año <sup>-1</sup> )	$\Phi'$
1967	240	1,05	4,78
1968	243	1,29	4,88
1971	275	1,20	4,96
1972	273	1,50	5,05
1973	266	1,40	5,00
1975	285	1,75	5,15
1976	262	1,45	5,00
1977	274	1,02	4,88
1978	240	1,40	4,91
1979	278	1,04	4,90
1981	238	1,04	4,77
1982	290	1,25	5,02
1983	252	1,20	4,88
1984	285	1,10	4,95
1985	288	1,10	4,96
1986	266	1,35	4,98
1987	260	1,40	4,98
1988	272	1,68	5,09
1989	260	1,10	4,87
Prom.	266	1,26	4,94
Valores de $\Phi'$ calculados de $\Phi' = \log K + 2 * \log L_{\infty}$ (Munro y Pauly, 1983).			

Tabla 2  
Estimados de los parametros de crecimiento para *Sardinella aurita* en el oriente de Venezuela (1967–1989).

*Estimates of growth parametres for Sardinella aurita in Eastern Venezuela (1967–1989).*

MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOT.
AÑO													
1976	149,6	113,1	140,5	193,5	198,8	142,3	109,0	107,8	124,5	158,7	208,3	246,2	1 892,3
1977	234,2	180,7	132,8	93,5	60,8	48,2	33,0	50,8	107,4	169,8	173,9	143,1	1 428,2
1978	122,4	101,2	86,6	59,2	66,8	53,0	67,8	62,8	81,8	134,9	194,2	221,5	1 252,2
1979	193,5	153,1	159,8	167,9	66,4	44,9	30,2	33,7	61,9	120,5	176,2	232,0	1 440,1
1980	196,9	216,2	196,6	178,3	154,4	121,8	79,5	44,9	34,5	35,1	50,4	76,7	1 385,3
1981	133,8	105,4	79,7	72,8	67,4	74,1	93,3	125,0	178,0	236,3	262,9	256,6	1 685,3
1982	198,6	110,4	61,7	47,0	41,9	43,2	44,4	49,6	58,8	67,4	76,3	77,9	877,2
1983	87,3	86,6	119,0	152,5	172,8	151,9	124,0	112,5	98,8	91,4	100,9	119,5	1 417,2
1984	119,5	130,1	148,4	169,6	194,2	223,0	248,5	254,7	274,4	221,4	193,1	189,6	2 366,5
1985	113,6	122,4	152,4	177,6	209,8	247,0	275,3	258,2	234,3	197,9	180,1	137,8	2 306,4
1986	109,5	105,9	128,6	166,2	192,2	221,9	255,8	266,3	249,4	214,8	187,7	106,0	2 204,3
1987	72,7	71,2	93,7	126,2	182,8	278,3	348,5	359,1	375,9	282,0	162,5	129,0	2 481,9
1988	197,6	244,1	248,6	280,0	344,7	351,7	374,1	313,4	426,6	532,7	649,0	597,7	4 560,2
1989	486,1	296,3	614,7	1 172,8	1 067,2	244,6	—	—	—	—	—	—	—
Promed.	172,5	145,5	168,8	218,4	215,7	160,4	160,3	156,8	177,4	189,5	201,2	194,9	1 945,9

■ Tabla 3

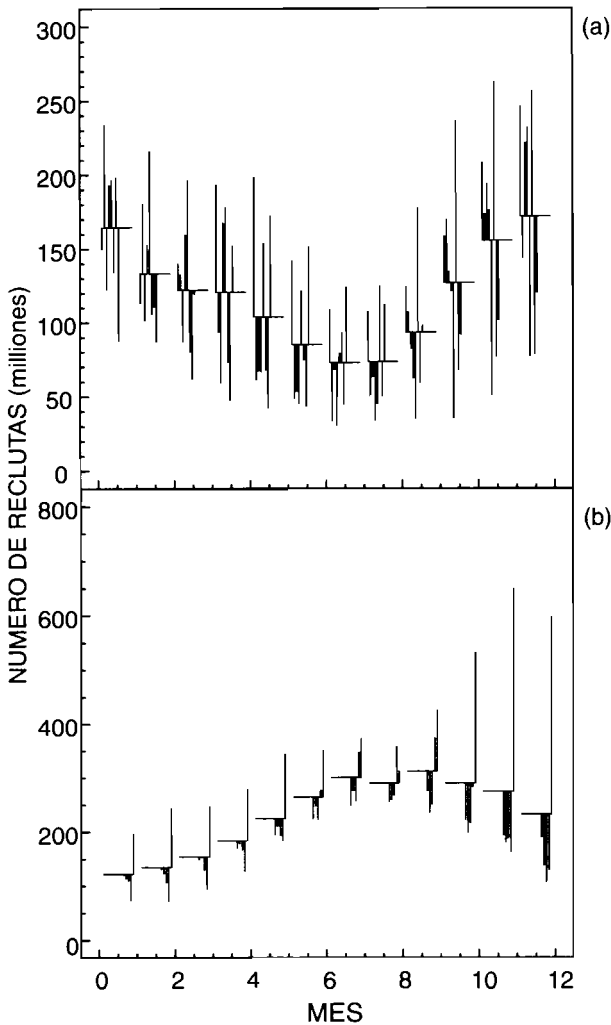
Estimados del Reclutamiento por mes y por año para *Sardinella aurita* en el oriente de Venezuela (Reclutamiento en millones)

*Recruitment estimates per month and per year for Sardinella aurita in Eastern Venezuela (recruitment in millions of individuals).*



en la evolución de éste índice entre 1967 y 1989. Sin embargo, cabe destacar el aumento casi continuo observado entre 1967 y 1975, y el descenso marcado entre éste último año y 1981. Asimismo, aparecen períodos de relativa estabilidad tales como: 1977–1979 y 1984–1987.

En cuanto a la mortalidad natural obtenida en este trabajo, el valor promedio estimado fue de 1,4.



■ Figura 3  
Estacionalidad del reclutamiento. a) Período 1976–1983. b) Período 1984–1988.

*Recruitment seasonality.*  
a) Period 1976–1983.  
b) Period 1976–1988.

MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Promed.
AÑO													
1976	14,7	18,7	22,4	25,6	28,6	31,4	31,1	28,6	25,6	22,3	21,6	22,5	24,4
1977	24,6	26,4	30,2	34,1	35	34,3	29,1	23,7	16,3	14,3	13,9	16,8	24,9
1978	16,1	16,9	18,2	17,8	16,2	13,4	11,4	10,1	9,2	9,2	11,1	13,6	13,6
1979	17,3	18,3	21,5	20,8	21,6	19,2	17,5	16,7	13,8	14,1	13,6	14,8	17,4
1980	18,7	23,2	20,4	22,2	23,2	24,6	25	24,4	22,0	20,6	18,3	17,3	21,7
1981	9,5	10,2	11,6	12,3	11,7	11,5	11,5	9,8	12,0	16,2	20,3	26,1	13,6
1982	31,6	35	35,8	35,7	34,6	32,5	30,2	27,8	25,6	23,8	22,7	21,6	29,7
1983	21,4	21,4	22,0	21,8	22,8	25,1	27,3	28,1	28,1	28	27,9	27,5	25,1
1984	28,5	29,5	31,5	31,6	33,2	34	35,4	38,0	39,8	42,5	44,5	47,1	36,3
1985	50,4	51,2	50,8	50,1	50,1	48,8	49,2	50,2	48,1	46,6	43,8	42	48,4
1986	46,4	47,3	46,3	45,3	42,5	44,3	44,3	43,6	42,8	42,1	42,7	43,9	44,3
1987	45,8	45,0	43,0	40,0	37,6	35,8	37,0	37,4	39,5	41	43,1	45,6	40,9
1988	48,9	46,6	42,3	39,4	38,5	37,8	38,1	38,2	41,3	44,7	48,6	55	43,3
1989	62,7	71,1	78,5	89,9	105,2	117,2	—	—	—	—	—	—	—
Promed.	31,2	32,9	33,9	34,8	35,8	36,4	29,8	29	27,1	27,3	28,6	30,3	31,4

■ Tabla 4

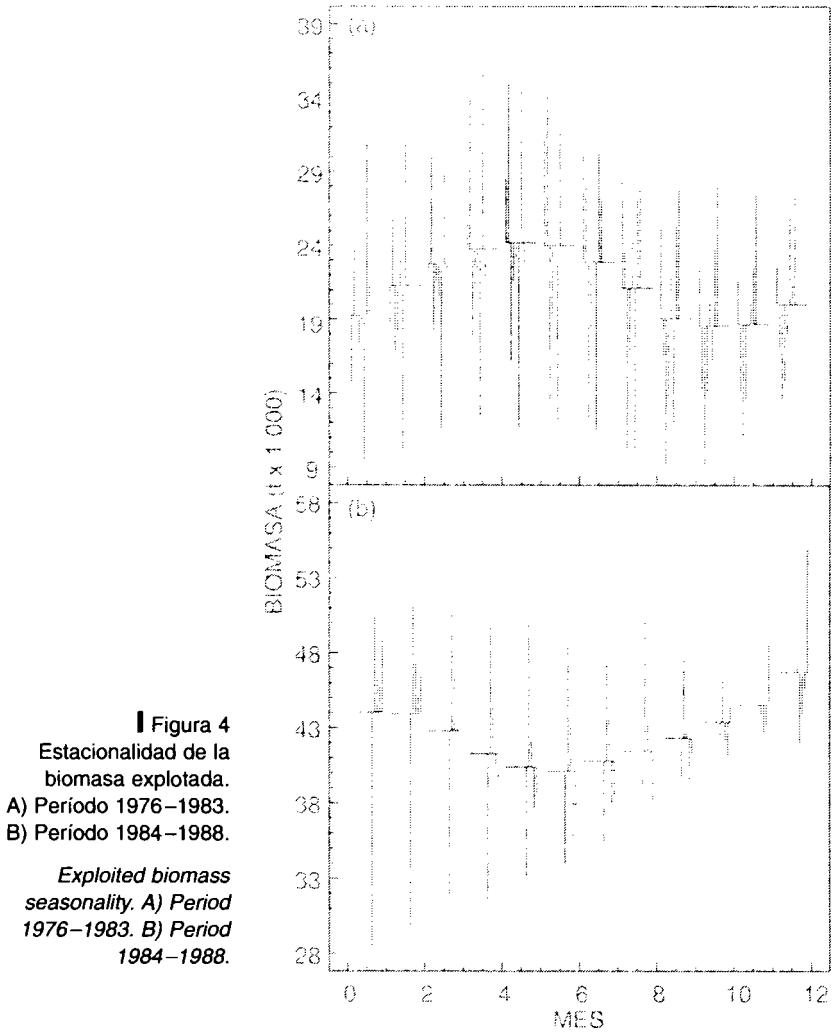
Estimados de biomasa explotada por mes y por año para *Sardinella aurita* en el oriente de Venezuela (biomasa en miles de toneladas)

*Estimates of exploited biomass per month and per year for Sardinella aurita in Eastern Venezuela (biomass in thousands of tons)*

La tabla 3 muestra la evolución por mes y por año del estimado del número de reclutas de 100 mm de longitud al área de la pesquería entre 1976 y 1989. De manera general se observa valores bajos de reclutamiento (entre 100 y 200 millones de individuos), con una leve tendencia decreciente, entre 1976 y 1982. A partir de éste último año, la tendencia se revierte de manera bastante clara con un incremento continuo del número de reclutas, hasta alcanzar valores máximos (superiores a 1 000 millones individuos) al final de la serie a mediados de 1989. La tabla 3 muestra la débil tendencia estacional de esta variable para el total de la serie, excluyendo el año 1989, observándose relativamente poca variabilidad con una ligera tendencia a mayores reclutamientos en el último trimestre. El análisis detallado de la serie nos llevó a separarla en dos períodos: 1976–1983 y 1984–1988. En la figura 3 (a y b) se aprecia un cambio en el patrón de reclutamiento entre ambos períodos. En el primero los máximos reclutamientos ocurren entre octubre y febrero, mientras que en el segundo estos máximos se presentan entre junio y octubre.

En la tabla 4 se presenta la evolución por año y mes de la biomasa estimada en el área de la pesquería. Como es de esperarse, la tendencia es similar a la del reclutamiento, con una leve disminución en los niveles de biomasa explotada entre 1976 y 1983, y un aumento continuo hasta el final de la serie alcanzándose valores máximos alrededor de 100 000 toneladas a mediados de 1989. Se observa poca variabilidad mensual al considerar la totalidad de la serie (Tabla 4, última línea). Sin embargo, al separar los estimados en dos períodos (1976–1983 y 1984–1988) constatamos que en el primero de ellos los máximos de biomasa se presentan entre marzo y julio, y en el segundo período entre octubre y marzo (Fig. 4a y 4b).

La tabla 5 muestra los cambios ocurridos en el estimado de mortalidad por pesca ( $F$ ) durante el período 1976–1989. El aspecto más resaltante, en líneas generales, es la disminución observada al final de la serie. En cuanto al aspecto estacional, se aprecia para toda la serie valores máximos entre los meses de mayo y agosto y valores mínimos entre noviembre y febrero. Si bien no presentamos los resultados pertinentes, podemos destacar que éste patrón predomina en los primeros años (1976–1983), mientras que en los años posteriores los valores de esta variable alcanzan máximos en los meses de febrero y marzo.



**Figura 4**  
 Estacionalidad de la  
 biomasa explotada.  
 A) Período 1976-1983.  
 B) Período 1984-1988.

*Exploited biomass  
 seasonality. A) Period  
 1976-1983. B) Period  
 1984-1988.*

Por último, en la figura 5 se presenta la evolución temporal de las series de biomasa y capturas (ver Guzmán *et al.*, este volumen) para los años 1976-1989. En ella se aprecia que entre los años 1978 y 1981 (y especialmente durante estos dos años) las capturas representaron una fracción relativamente importante de la biomasa estimada en el área de la pesquería. A partir del año 1982 la tasa de explotación de la fracción explotada se reduce considerablemente.

MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOT.
AÑO													
1976	0,01	0,08	0,34	0,48	0,42	1,06	1,16	1,23	2,28	1,34	0,75	0,60	0,81
1977	0,67	0,16	0,08	0,66	0,76	1,82	2,21	2,69	1,56	0,66	0,13	0,97	1,03
1978	0,72	0,83	1,17	1,04	2,09	2,19	1,60	1,48	1,35	0,54	0,56	0,18	1,15
1979	0,52	0,37	1,42	0,88	1,33	1,44	1,04	2,10	0,84	1,48	0,84	0,11	1,03
1980	0,04	0,54	1,24	1,11	0,97	1,18	1,22	1,56	1,27	1,40	0,95	0,64	1,01
1981	0,97	0,61	1,30	1,96	1,63	1,25	2,76	0,28	0,05	0,23	0,22	0,16	0,95
1982	0,52	0,91	0,72	1,00	1,27	1,07	0,97	0,95	0,74	0,58	0,61	0,41	0,81
1983	0,40	0,32	1,23	0,39	0,25	0,28	0,56	0,94	0,87	0,79	0,89	0,52	0,62
1984	0,56	0,41	0,90	0,44	0,57	0,74	0,66	0,68	0,65	0,72	0,56	0,32	0,60
1985	0,62	0,54	0,75	0,44	0,37	0,62	0,56	0,53	0,36	0,63	1,30	0,03	0,56
1986	0,52	0,94	0,75	0,98	0,25	0,55	0,63	0,68	0,73	0,81	0,35	0,23	0,62
1987	0,78	0,93	1,19	0,94	0,9	0,50	0,61	0,52	0,49	0,66	0,66	0,32	0,71
1988	1,56	1,60	1,29	0,92	1,13	0,90	0,63	0,84	0,91	1,10	0,70	0,52	1,01
1989	0,31	0,61	0,59	0,32	0,42	0,38	—	—	—	—	—	—	—
Promed.	0,59	0,63	0,93	0,83	0,88	1,00	1,12	1,11	0,93	0,84	0,66	0,39	0,84

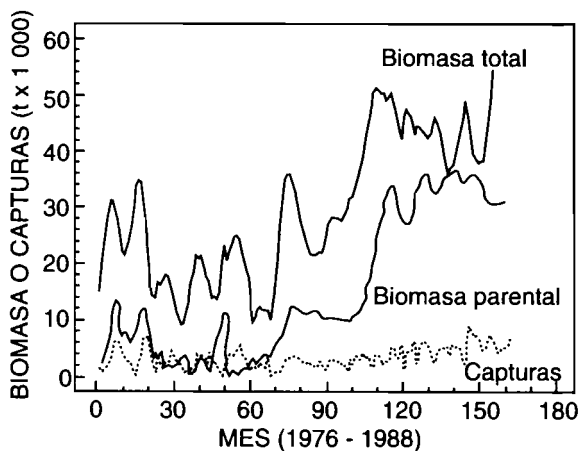
■ Tabla 5

Estimados de la mortalidad por pesca (F) por mes y por año de *Sardinella aurita* en el oriente de Venezuela.

*Estimates of fishing mortality per month and per year for Sardinella aurita in Eastern Venezuela.*

Figura 5  
Serie temporal (1976–1989)  
de capturas y biomasa  
explotada en toneladas.

Time series (1976–1989) of  
catch and exploited biomass  
in metric tons.



## Discusión

La serie de datos de frecuencias de tallas disponibles sufre de un bajo número de ejemplares y de una gran irregularidad en el muestreo especialmente antes de 1982. Además, se debe recordar la total ausencia de datos durante el año 1980. Por otro lado, es importante subrayar el carácter subjetivo de la metodología gráfica empleada en las estimaciones de los parámetros de crecimiento.

Los resultados del análisis del crecimiento de la sardina, por medio de las progresiones modales, apunta hacia un crecimiento rápido. En particular, si se compara estos resultados con los obtenidos por Heald y Griffiths (1967) y González (1985), por medio de lectura de escamas y otolitos respectivamente, se observan diferencias altamente significativas. En la tabla 6 se presenta resultados del crecimiento de *Sardinella aurita* obtenidos por diferentes métodos en diversas áreas geográficas. Se puede constatar que, de manera general, los estimados obtenidos por medio de estructuras duras indica crecimiento mas bien lento, mientras que los estimados obtenidos por el análisis de frecuencia de tallas indican un crecimiento rápido. Los estimados de crecimiento obtenidos en este trabajo son comparables a los obtenidos por Ghéno (1975) en aguas de la República Popular del Congo y a los presentados por Boely *et*

*al.* (1982) en aguas del Senegal. Por otro lado, Mendoza (1993), en un estudio de interacciones tróficas por medio del modelo ECO-PATH II (Polovina, 1984; Christensen y Pauly, 1991) en el oriente venezolano, considera que el modelo de crecimiento rápido se ajusta mejor a la presión depredatoria a la que estaría sometida esta especie.

Por otra parte, existe cierta variabilidad interanual en los resultados de crecimiento obtenidos en este trabajo. Sin embargo, para el período considerado, en términos globales, no existe una tendencia clara en la evolución del índice de crecimiento. En todo caso, resulta difícil determinar si la variabilidad observada es real o producto de la naturaleza de los datos de frecuencia de tallas utilizados.

Autor	Area	$L_{\infty}$ (mm)	$K$ (anual)	$t_0$
1	Senegal	306,3	1,21	-0,062
2	Egipto	260,0	0,53	0,34
3	Congo	259,7	1,02	0,088
4	Congo	260,0	1,21	-0,03
5	Senegal	331,5	0,28	-0,989
6	Brasil	244,0	0,44	-
7	Florida	220,1	0,47	-0,381
8	Venezuela	241,5	0,32	-
9	Venezuela	273,9	0,25	-1,66
10	Venezuela	266,0	1,26	-

1. Boely *et al.*, 1982 (Frecuencia de Tallas y Escamas)
2. El-Maghraby *et al.*, 1970
3. Ghéno, 1975 (Frecuencias de Tallas)
4. Gheno, 1975 (Frecuencias de Tallas)
5. Krzeptowski, 1981 (Escamas)
6. Matsuura, 1977
7. Grall, 1984 (Otolitos)
8. Heald y Griffiths, 1967 (Escamas)
9. Gonzalez, 1985 (Otolitos)
10. Este Trabajo (Frecuencias de Tallas)

#### ▮ Tabla 6

Tabla comparativa de parámetros de crecimiento de la sardina *Sardinella aurita* de diferentes áreas geográficas.

*Comparison between different growth parameters of Sardinella aurita in different regions.*

El valor de mortalidad natural obtenido puede considerarse como elevado, si se compara, por ejemplo, con los valores obtenidos por Grall (1984) en aguas del Golfo de México, los cuales varían entre 0,6 y 1,0. Fréon (1988) en Senegal estima que el valor de  $M$  se ubicaría entre 0,8 y 1,2, el cual es ligeramente más bajo que el obtenido en este trabajo. Es posible que una mortalidad natural más elevada en aguas venezolanas pueda atribuírsele a una temperatura ambiental relativamente alta, la cual naturalmente incidiría sobre la tasa de crecimiento. En todo caso es importante tener presente que los estimados de  $M$  son, por lo general, bastante aproximados.

En lo que se refiere a los estimados de reclutamiento, biomasa y mortalidad por pesca, es preciso señalar que, en general, existen algunas limitaciones en la aplicación del Análisis de Población Virtual estructurado por longitudes en el caso de especies de pequeños pelágicos y, en particular, en el caso de la sardina del oriente venezolano. En cuanto a éste último, podemos destacar que los niveles de explotación son relativamente bajos, tal como puede apreciarse de los resultados de este trabajo, los análisis de las estadísticas pesqueras y variables ambientales (Fréon *et al.*, este volumen b) y de las prospecciones hidroacústicas (Anon. 1989; Cárdenas, este volumen). Bajo estas condiciones, la incertidumbre asociada con los niveles de mortalidad natural y sus posibles variaciones, en función de la talla y de un año a otro, tienen un peso considerable en la confiabilidad que pueda otorgársele a los resultados obtenidos. Por otro lado, la confiabilidad de los resultados en términos cuantitativos dependerán, en buena parte, de la tasa de intercambio de individuos entre la fracción costanera explotada y el resto del stock. El hecho de haber considerado una tasa de explotación de nivel moderado ( $E = 0,33$ ) implica una tasa de intercambio intermedia entre las dos fracciones. Desafortunadamente, no se tiene información adecuada, en lo que se refiere a la tasa de movimiento relativo de la población ni de sus eventuales fluctuaciones interanuales, para evaluar este efecto. Asimismo al utilizarse una ecuación única de crecimiento para las diferentes cohortes analizadas, se generarán distorsiones en los resultados dependiendo de la tasa de crecimiento real de las cohortes. Algo similar se producirá por no tomar en cuenta el carácter estacional del crecimiento (Pauly *et al.*, 1987). Si bien obtuvimos indicios de estacionalidad en el crecimiento, los cuales indicarían, de manera ge-



neral, que los incrementos de talla se reducen en el tercer y cuarto trimestres, en esta primera etapa no fueron incluidos. Estas distorsiones se presentarán, especialmente, a nivel de la estacionalidad e intensidad relativa del reclutamiento (Mendelsohn y Mendo, 1987; Pauly y Palomares, 1989). De hecho, el análisis de la autocorrelación del estimado del reclutamiento muestra correlaciones significativas ( $p < 0,05$ ) durante un período de seis meses.

A pesar de las limitaciones señaladas, los resultados obtenidos no son incompatibles con otros conocimientos sobre el recurso. Así, por ejemplo, en lo que se refiere a niveles de biomasa, nuestros resultados indican que entre 7% y 15% de la biomasa total estimada a mediados y finales de la década del 80 (Anónimo, 1989; Cárdenas, este volumen) estarían disponibles en el área de la pesquería, la cual cubre sólo una pequeña parte del área de repartición en el oriente venezolano (Huq, este volumen). Desafortunadamente, una porción no despreciable del área de la pesquería es inaccesible a los métodos hidroacústicos, lo que impide tener estimaciones independientes en el área de pesca.

Otro aspecto interesante de los resultados obtenidos es el cambio aparente en la estacionalidad del reclutamiento y, por consiguiente, en la biomasa entre 1976–1983 y 1984–1988. Si bien no podemos descartar por completo un artefacto metodológico, se constató que el índice de crecimiento promedio durante ambos períodos es similar, si bien la variabilidad durante el primero es mayor (Tabla 2). Por otro lado, al analizar los datos de capturas y esfuerzo presentados por Guzmán *et al.* (este volumen), no se observa un cambio análogo en estas variables. Por lo tanto, se podría descartar el posible efecto individual o combinado de estos factores sobre la variabilidad observada en ambos períodos en los estimados del reclutamiento y la biomasa. Sin embargo, no existe una relación evidente entre el cambio de estacionalidad y las variaciones ambientales durante el mismo período (Aparicio y Contreras, este volumen; Fréon y Ans, este volumen) que pudiera explicar satisfactoriamente los resultados obtenidos. Así como también llama la atención que estos cambios en la estacionalidad no se hayan manifestado, aunque sea de manera parcial, en la pesquería, en particular a nivel de las *CPUE* (Fréon *et al.*, este volumen b).

Por otra parte, podemos mencionar que la alternancia de máximos

en el reclutamiento y biomasa presentan un desfase de aproximadamente 5–6 meses. Es interesante mencionar que este es el tiempo requerido para alcanzar la talla de primera madurez  $L_{50}$  (alrededor de 20 cm según Fréon *et al.*, este volumen a) a partir de la talla al reclutamiento establecida en 10 cm.

Considerando las limitaciones del caso y bajo los supuestos de no existir tendencias temporales en la mortalidad natural y en la tasa de intercambio entre las fracciones costeras y costa-fuera del stock, suponemos que los resultados presentados reflejarían las tendencias, en términos relativos, de los parámetros poblacionales de la fracción explotada de la sardina en el oriente venezolano. No obstante, el aumento de la biomasa a partir del año 1985, podría explicarse, al menos parcialmente, por un aumento de la disponibilidad de grandes individuos asociado con la ampliación de la zona de pesca en el área de Carúpano (Guzmán *et al.*, este volumen).

## Referencias

- ANÓNIMO 1989 — Surveys of the fish resources in the shelf areas between Surinam and Colombia 1988. *Inst. Mar. Res.*, Bergen, Norway.
- BATTACHARYA, C. G., 1967 — *A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components*. *Biometrics*, 23: 115–35.
- BOELY, T., FRÉON, P. y STÉQUERT, B., 1982 — La croissance de *Sardinella aurita* (Val. 1847) au Sénégal. *Cah. Orstom, Sér. Océanogr. trop.* 17 (2): 103–119.
- CARDENAS, J., (este volumen) — Distribución y cuantificación de la biomasa ictica del mar nororiental Venezolano, con énfasis especial en la sardina, determinadas por medios hidroacústicos.
- CHRISTENSEN, V. y PAULY, D., 1991 — *A Guide to the ECOPATH II Software System* (Version 2.0). ICLARM Software 6: 71 p.
- FRÉON, P., 1988 — *Réponses et adaptations des stocks de clupéidés d'Afrique de l'Ouest à la Variabilité du milieu et de l'exploitation: Analyse et réflexion à partir de l'exemple du Sénégal*. Paris, Orstom, Etudes et Thèses: 287 p.
- FRÉON, P., KHATTABI, M., MENDOZA, J. y GUZMÁN, R., (este volumen a) — Una estrategia de reproducción inesperada: el caso del ciclo de vida de *Sardinella aurita* de las costas de Venezuela y sus relaciones con la surgencia costera.

- FRÉON, P., R. GUZMÁN, y APARICIO, R., (este volumen b) — *Relaciones entre capturas, esfuerzo y surgencia costera en la pesquería de sardina del Oriente de Venezuela.*
- GAYANILO, F. C., Jr., SORIANO, M. y PAULY, D., 1989 — *A Draft Guide to the Compleat ELEFAN.* ICLARM Software 2: 70 p.
- GHÉNO, Y., 1975 — Nouvelle étude sur la détermination de l'âge et la croissance de *Sardinella aurita* dans la région de Pointe Noire. Cah. Orstom, Sér. Oceanogr. 13 (3): 251–262.
- GONZÁLEZ, L. W., 1985 — Determinación de edad y crecimiento de la sardina *Sardinella aurita* de la región nororiental de Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. UDO 24 (1 y 2): 111–128.
- GRIFFITHS, R. C. y SIMPSON, J. G., 1967 — The present status of the sardine and tuna fisheries of Venezuela. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst. 20: 159–177.
- GRALL, C., 1984 — *A study of the biology of the spanish sardine, Sardinella aurita, in Florida waters.* M.S. Thesis, Univ. of Miami: 107 p.
- GULLAND, J. y HOLT, S., 1959 — Estimation of growth parameters for data at unequal time intervals. J. Cons. CIEM, 25 (1): 47–49.
- Guzmán, R., FRÉON, P. y MENDOZA, J., (este volumen) — La pesquería de sardina en el oriente de Venezuela su variabilidad espacio-temporal: periodo 1973–1989.
- HEALD, E. J. y GRIFFITHS, R. C., 1967 — The age determination, from scale readings, of the sardine, *Sardinella anchovia*, of the Gulf of Cariaco, eastern Venezuela. Inv. Pesq., Ser. Rec. Explot. Pesq. (MAC). 1 (10): 374–446.
- HUO M. F. (este volúmen) — Estado del conocimiento biológico pesquero de la sardina (*Sardinella aurita*, Valenciennes, 1847) en el oriente de Venezuela.
- MENDELSON, R. y MENDO, J., 1987 — Exploratory analysis of anchoveta recruitment off Peru and related environmental series In D. Pauly e I. Tsukayama (eds.). *The Peruvian Anchoveta and its Upwelling Ecosystem: Three Decades of Change*: 294–306. ICLARM Studies and Reviews No 15: 351 p.
- MENDOZA, J., 1993 — A preliminary biomass budget for the Northeastern Venezuela shelf ecosystem, 285–297. In: Christensen, V. y D. Pauly (eds.) *Trophic Models of aquatic ecosystems.* ICLARM Conf. Proc. No. 26, 390 p.
- MUNRO, J., 1982 — Estimation of the parameters of the von Bertalanffy growth equation from recapture data at variable time intervals. *Journal du Conseil* 40: 199–200.
- MUNRO, J. y PAULY, D., 1983 — A simple method of comparing growth of fishes and invertebrates. *ICLARM Fishbyte*, 1 (1): 5–6.
- PAULY, D., 1980 — On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. CIEM*, 39 (2): 175–192.
- PAULY, D., 1984 — *Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators.* ICLARM Studies and Reviews No. 8: 325 p.
- PAULY, D. y TSUKAYAMA, I., 1983 — On the seasonal growth, monthly recruitment and monthly biomass of the Peruvian anchoveta from 1961 to 1979, p. 987–1004. In: G. D. Sharp y J. Csirke (eds.) Proceedings of the expert consultation to examine changes in abundance and species

composition of neritic fish resources, San José, Costa Rica, 18–29 April 1983. *FAO Fish. Rep.* No 291. Vol. 3.

PAULY, D., PALOMARES, M. L. y GAYANILO, F. C., 1987 — *VPA estimates of the monthly population length composition, recruitment, mortality, biomass and related statistics of Peruvian anchoveta, 1953 to 1981*. p. 142–166. In: D. Pauly e I. Tsukayama (eds.). *The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: Three decades of change*. ICLARM Studies and Reviews No 15: 351 p.

PAULY, D. y PALOMARES, M. L., 1989 — *New estimates of monthly biomass, recruitment and related statistics of anchoveta (Engraulis rigens) off Peru*

(4–14°S), 1953–1985. In: D. Pauly e I. Tsukayama (eds.). *The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: Three decades of change*: 189–206. ICLARM Studies and Reviews No 15: 351 p.

POLOVINA, J. J., 1984 — *Model of a coral reef ecosystem. I. The ECOPATH model and its application to French Frigate Shoals*. *Coral Reefs* 3: 1–11.

WETHERALL, J. A., POLOVINA, J. J., y RALSTON, S., 1987 — *Estimating growth and mortality in steady-state fish stocks from length frequency data*. In: D. Pauly y G. R. Morgan (eds.). *Length-Based Methods in Fisheries Research*. ICLARM Conf. Proc. No 13: 468 p.



colloques  
et  
séminaires

# La sardina (*Sardinella aurita*)

Su medio ambiente y explotación  
en el Oriente de Venezuela

## *The sardine (Sardinella aurita)*

*Its environment and exploitation  
in Eastern Venezuela*

Editores científicos/Scientific editors

**Pierre Fréon**

**Jeremy Mendoza**

