La pesquería de sardina en el Oriente de Venezuela, su variabilidad espacio-temporal: periodo 1973–1989

Ramón Guzmán
Biólogo pesquero

Pierre Fréon
Ecologo pesquero

Jeremy Mendoza
Biólogo pesquero

Introducción

En Venezuela la sardina, *Sardinella aurita*, se encuentra principalmente en la región Nororiental en donde representa el recurso de mayor importancia explotado artesanalmente (Griffiths y Simpson 1968; Trujillo, 1977; Anon., 1990). Su área de distribución es bastante amplia y cubre la mayor parte de la plataforma continental, incluyendo la plataforma de Los Testigos y de La Tortuga por el norte, y la Península de Paria y el Golfo de Santa Fe por el sur (Trujillo, 1978; Ginés y Gerlotto, 1988; López, 1972; Anon., 1989). No obstante esta distribución, la actividad pesquera se realiza solamente en áreas cercanas a la costa de los Estados de Sucre y Nueva Esparta (Fig. 1). Desde el comienzo de la pesquería en el año 1927, se utiliza por lo general pequeñas embarcaciones de madera llamadas "peñeros" y redes de playa denominadas "chinchorros sar-

dineros", que operan como cercos sin jareta (Méndez-Arocha, 1963; Huq, este volumen). Sin embargo, a partir de la década de 1980 se introduce e incrementa el uso de artes denominados "trenes de argolla" en áreas comprendidas entre La Esmeralda y el Morro de Puerto Santo, llegando a operar 42 artes de este tipo, oficialmente registrados y operando en la costa de Paria.

La sardina, al igual que otros pequeños pelágicos costeros se caracteriza por presentar fluctuaciones espacio temporales de abundancia, variaciones éstas que pueden ser debidas a efectos del medio ambiente o de la explotación, que de algún modo contribuiría a aumentar esta variabilidad, tanto a nivel de disponibilidad

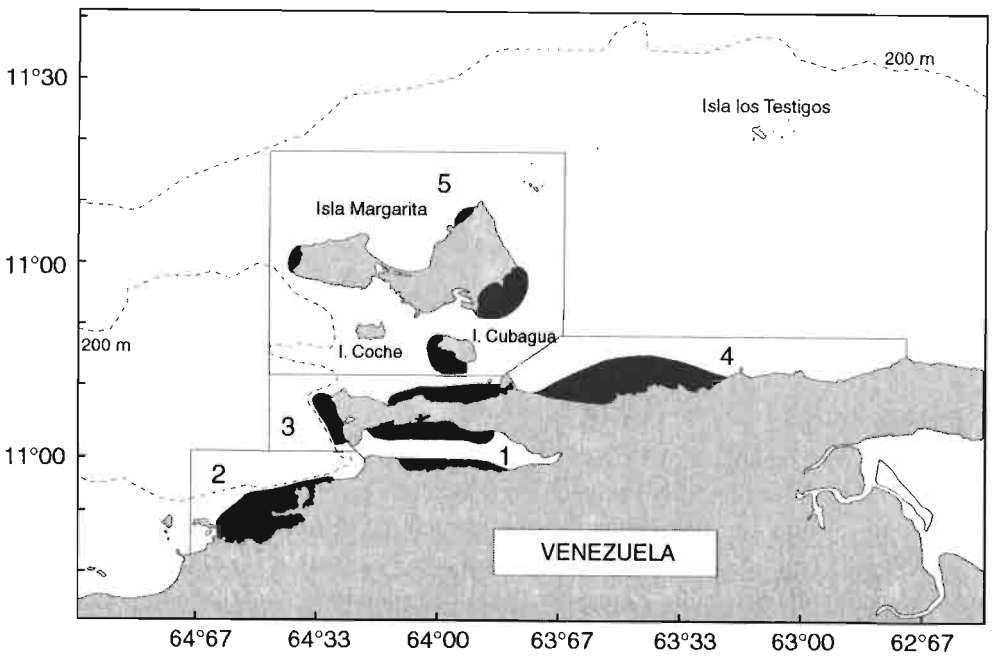

Figura 1
Áreas de pesca de la sardina, *Sardinella aurita*, en el Nororiente de Venezuela : 1– Golfo de Cariaco (Área Sur); 2 – Santa Fe (Área Sur); 3 – Araya (Área Norte); 4 – Carúpano (Área Norte); 5 – Margarita (Área Norte).

Sardinella aurita *fishing areas in northeastern Venezuela: 1 – Gulf of Cariaco (Southern Zone); 2 – Santa Fe (Southern Zone) ; 3 – Araya (Northern Zone); 4 – Carúpano (Northern Zone); 5 – Margarita (Northern Zone).*

como de abundancia (Simpson y Griffiths, 1971; Fréon, 1986; Cury y Roy, 1991). En el presente estudio se analiza la variabilidad en las capturas y el esfuerzo en la pesqueria de *Sardinella aurita*, así como también lo correspondiente a la *CPUE*. Además, se intenta relacionar los patrones de variabilidad observados en estos datos con la dinámica de la población y de la pesquería. Un estudio más detallado de los factores que influyen en la variabilidad de este recurso se presenta en otra contribución (Fréon *et al.*, este volumen a).

Materiales

La información utilizada en el presente trabajo se generó de planillas de producción mensual, reportadas por las plantas procesadoras a las Inspectorías de Pesca; de las mismas se obtuvo: nombre del pescador, área de pesca, peso por días y total de sardinas compradas por la empresa a diferentes pescadores, fecha de compra y número estimado de lances, según controles llevados a cabo por el personal del FONAIAP (Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias), lo cual evita el doble conteo de caladas. Esto último es particularmente relevante cuando las ventas se extienden en el tiempo (« recaladas ») (Martin y González; 1960).

Se hace la salvedad que las estadísticas oficiales de captura adolecen de sesgos y errores, derivados de la técnica de transporte de la sardina desde el sitio de lance o calada hasta las plantas procesadoras al presentarse problemas de arqueo (capacidad neta de cava) en las embarcaciones de transporte. Deficiencias en el mecanismo de colecta y control de la calidad de la información proveniente de la industria conservera, representan otra fuente de error que generan estadísticas no confiables. En este contexto, Trujillo (1977) determinó, a partir de estudios comparativos de la producción de harina y conservas en plantas procesadoras, que las estadísticas oficiales subestiman las capturas en un 31%. Otro factor que incide negativamente en las estadísticas, es la comercialización con un destino distinto al procesamiento; como es el consumo en fresco de sardi-

nas; ésta es extraida de los lances destinados a la industria, y el uso como carnada para la pesca de otras especies de interés (pargo, mero, carite y atún), todos estos factores influyen en la subestimación de las capturas. Por otra parte la oferta y la demanda inciden en la estimación del número de lances, como consecuencia de la paralización de artes con capturas sin mercado, o también por adición de nuevas capturas a éstos (recaladas); lo cual se produce cuando hay suficiente demanda.

Tal situación se ha mantenido invariable desde el inicio de la pesquería, a pesar de que a partir de 1983, el consumo en fresco de sardinas se ha incrementado ubicándose en 5.000 t (Anon., 1990). No obstante, se considera en este trabajo: 1) que la subestimación relativa de las capturas no ha variado de manera significativa entre 1973 y 1989, cuando se tienen observaciones más detalladas; 2) que los errores y sesgos no tienen tendencias mayores, tanto a nivel estacional como interanual.

Las estadísticas pesqueras se ubican cronológicamente en dos períodos: 1959 – 1972, donde se habla de dos áreas de pesca, dentro del Golfo de Cariaco y fuera del Golfo y el otro período 1973 – 1989, que se refiere a cinco sectores de pesca: Araya, Costa de Carúpano, Golfo de Cariaco, Margarita y Santa Fe (Fig. 1). Además, es importante señalar que es a partir de 1973 cuando se dispone de datos completos, que permiten estimar el esfuerzo de pesca en número de lances. Desafortunadamente, los datos disponibles impiden estimar otros índices de esfuerzo que son comunes en pesquerías pelágicas, tales como el tiempo de búsqueda o simplemente el tiempo en el mar.

Métodos

Se recopiló información, a partir de 1973, de la captura y del esfuerzo de pesca por mes y por sector. Como medida de esfuerzo se utilizó el único índice disponible: el lance (calada) con captura. Debido a que las operaciones de pesca son por avistamiento y en áreas cercanas a la costa y es poco probable que se produzcan

lances sin captura. En los sectores de pesca del Golfo de Cariaco, Santa Fe y algunas localidades del sector de Margarita, la detección de los cardúmenes se hace a partir de puestos de observación ubicados en puntos altos del relieve. En algunos sitios (Golfo de Cariaco en particular) existe un orden secuencial en cuanto a que un grupo de pescadores le corresponde llevar el chinchorro a la playa y otro grupo que tienen sitios de lance en las áreas de aproximación de los cardúmenes. Este sistema limita las posibilidades de saturación.

Se denomina captura por unidad de esfuerzo (*CPUE*) a la captura por lance, la cual se puede igualar a la masa promedio de los cardúmenes, ya que en la mayoría de los casos un lance corresponde a un cardúmen. En Senegal, Petitgas y Levenez (1996) mostraron la existencia de una relación positiva entre la biomasa total y el tamaño de los cardúmenes de *Sardinella aurita* a partir de datos hidroacústicos. La captura por lance ha sido utilizada en este país como índice de abundancia relativa para la misma especie. En situaciones cuando no existe saturación de embarcaciones la captura por lance y la captura por tiempo de búsqueda resultan en indices de abundancia muy similares (Fréon, 1989). Por ello y debido a que en Venezuela la modalidad de pesca consiste en llevar el "chinchorro o cerco" hasta la playa, el riesgo de saturación es bastante limitado; de allí que en el presente estudio se utilice la captura por lance como índice de abundancia relativa, aunque este punto puede ser debatido (ver Fréon *et al.*, este volumen a, para una discusión más amplia).

Con el objetivo de identificar las distintas fuentes de variabilidad en los datos, se aplicó un modelo lineal general a los datos mensuales de esfuerzo y de *CPUE*. En ambos casos se usó una transformación logarítmica para conseguir una distribución cuasi normal de los residuos del modelo. El modelo se expresa:

$$\mathrm{Log}(CPUE)_{i,j,k,l} = m + a_i + b_j + c_k + d_{j,k} + e_{i,j} + f_{i,k} + \varepsilon_{i,j,k,l} \qquad (1a)$$

$$\mathrm{Log}(E)_{i,j,k,l} = m + a_i + b_j + c_k + d_{j,k} + e_{i,j} + f_{i,k} + \varepsilon_{i,j,k,l} \qquad (1b)$$

donde E es el esfuerzo pesquero, m es una constante, $a \ldots f$ son parámetros que dependen respectivamente de los efectos principales $Año_i$, Mes_j, $Sector_k$ y sus interaciones, l representa el número

de repeticiones y ε es el residuo. Se analizó visualmente que la distribución de estos residuos no estuviera alejado de la normalidad y que la relación entre ellos y las predicciones del modelo no presentaran tendencia. Por falta de datos apropiados, no se incorporó en el modelo elementos relativos a la potencia de pesca de las unidades (capacidad de carga, tamaño del arte de pesca, etc).

A partir de los datos mensuales de *CPUE* por área se calcularon tres índices de abundancia anuales:

- La *CPUE* anual ponderada por mes y por sector
- La *CPUE* anual no ponderada por mes y por sector (o *CPUE* no ponderada)
- La *CPUE* anual ponderada por mes y no ponderada por sector

Estadísticas con menos de tres lances por mes no se consideraron representativas, y en el caso de ausencia de lances se considera desconocida. El modo en que estos índices fueron calculados se describe a continuación.

La *CPUE* anual ponderada por mes y por sector se calculó como la razón entre las capturas totales (en toneladas métricas) y el esfuerzo total anual:

$$CPUE_i = (\Sigma_j \Sigma_k \, capturas_{i,j,k}) \, / \, (\Sigma_j \Sigma_k \, esfuerzo_{i,j,k}) \qquad (2)$$

donde $i = Años$, $j = Mes$ y $k = Sector$.

La *CPUE* anual no ponderada, se calculó como el promedio de las *CPUE* mensuales por sectores:

$$CPUE_i = (\Sigma_j \Sigma_k \, CPUE_{i,j,k}) \, / \, j * k \qquad (3)$$

Es de resaltar que para la aplicación de estas fórmulas no se tomó en cuenta el área de cada sector de pesca debido al desconocimiento de la superficie exacta cubierta por los pescadores. Sin embargo, se estima que los cinco sectores no representan diferencias mayores de superficie y que no hubo cambios mayores en estas superficies a través el tiempo.

La *CPUE* anual ponderada por mes y no ponderada por sector se calculó como el promedio de la *CPUE* mensual por sector, ponderada por mes:

$$CPUE_i = (\Sigma_k (\Sigma_j \, capturas_{i,j,k}) / (\Sigma_j \, esfuerzo_{i,j,k})) / k \qquad (4)$$

Para el cálculo de las *CPUE* no ponderadas se necesitan datos de todos los meses y todos los sectores, y aunque no es éste el caso, se procedió al cálculo de las *CPUE* no ponderadas por mes y por sector, mencionando los casos donde existen menos de cinco meses de datos por año.

Para los años 1973 y 1982 las *CPUE* ponderadas por mes y no ponderadas por sectores no fueron calculadas, debido a la ausencia de datos para el área de Carúpano, como consecuencia de que la única factoría establecida en el sector tuvo poca o ninguna actividad de procesamiento en estos años.

Dada la importancia de la variabilidad interanual del esfuerzo y de la *CPUE*, se expresaron las variaciones estacionales de dichas variables en proporción del esfuerzo anual o de la *CPUE* promedio anual, respectivamente.

El esfuerzo relativo mensual (Esf. rel.) para el año *i*, el mes *j* y el sector *k* se define como:

$$Esf.rel_{i,j,k} = (esfuerzo_{i,j,k} / \Sigma_j \, esfuerzo_{i,k}) * 100 \qquad (5)$$

y la *CPUE* relativa mensual (*CPUE rel.*) como:

$$CPUE.rel_{i,j,k} = (CPUE_{i,j,k} * 100) / (\Sigma_j \, captura_{i,k} / \Sigma_j \, esfuerzo_{i,k}) \qquad (6)$$

De esta forma se obtuvieron las fluctuaciones mensuales corregidas de las variaciones interanuales.

El índice de concentración espacio temporal (Gulland, 1969) se calculó como la razón entre la *CPUE* no ponderada y la *CPUE* ponderada por mes y por sector (no se tomó en consideración la superficie de los sectores).

Resultados y discusión

Variabilidad de las capturas

Se observa que las capturas anuales de sardina oscilaron entre 16.000 t y 80.000 t, con un promedio de 40.000 t por año durante el período 1959–1989 (Fig. 2). No obstante estas fluctuaciones, la producción presentó una tendencia creciente en los últimos seis años, pasando de 26.000 t en 1983 a 54.000 t en 1989.

La proporción de capturas dentro del Golfo de Cariaco se mantuvo alta desde 1959 a 1972, representando el 63% de la producción total (Fig. 3a), para luego disminuir, durante el período 1973–1989; con aportes del 19% (promedio). En este lapso destaca el sector de Margarita con una producción del 42% (Fig. 3b). Por otra parte, durante lo últimos cinco años del período señalado, se registró un aumento de las capturas provenientes de Carúpano, con promedios de 14.000 t, seguido de Santa Fe y Araya con 8.000 t y 6.000 t, respectivamente (Fig. 4).

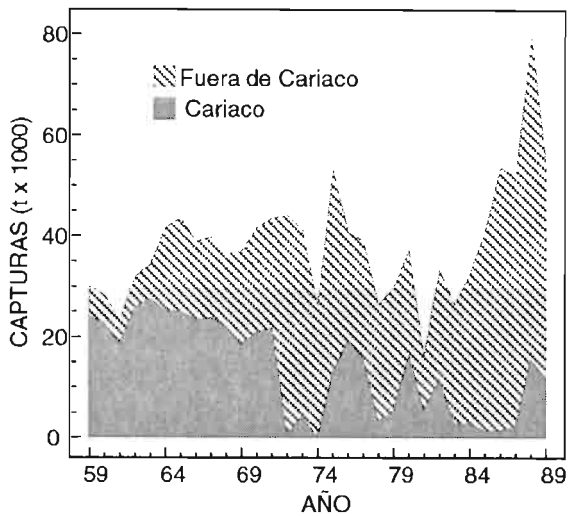

Figura 2
Tendencias de los desembarques reportados (toneladas métricas) de sardina en el Nororiente de Venezuela de 1959 hasta 1989.

Trends in reported sardine total landings (metric tons) in northeastern Venezuela from 1959 to 1989.

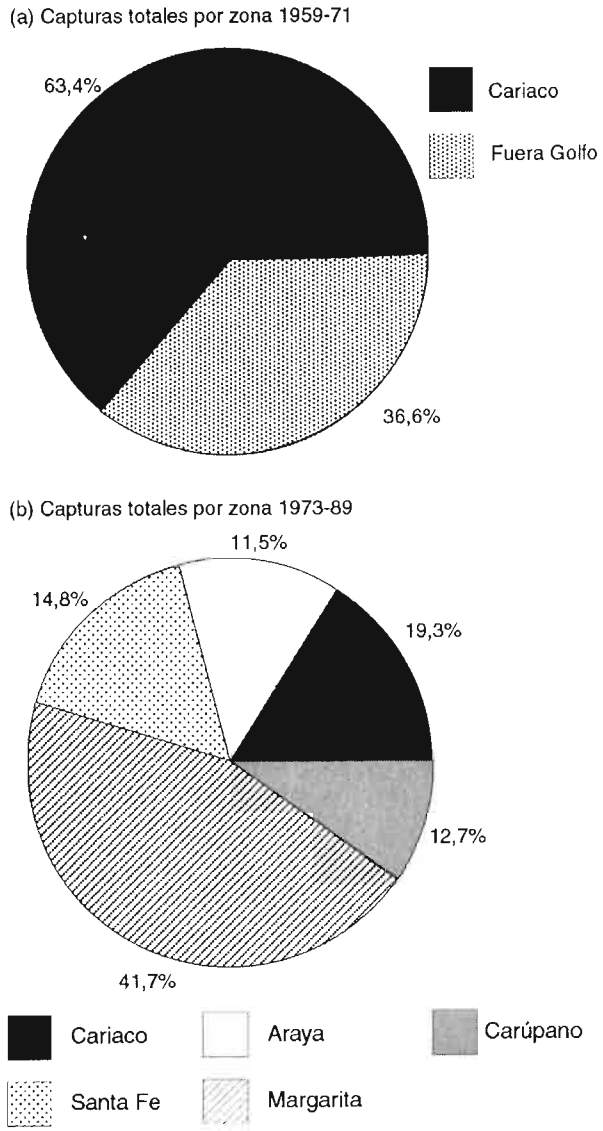

Figura 3
Distribución porcentual promedio de las capturas de sardinas en el Nororiente de Venezuela : a – dentro del Golfo de Cariaco y fuera del Golfo (1959–1971); b – entre las 5 áreas de pesca definidas a partir de 1972 (1973–1989).

Average percent distribution of sardine catches in northeastern Venezuela: a – inside and outside the Cariaco Gulf (1959–1971); b – among the 5 fishing sectors defined from 1972 (1973–1989).

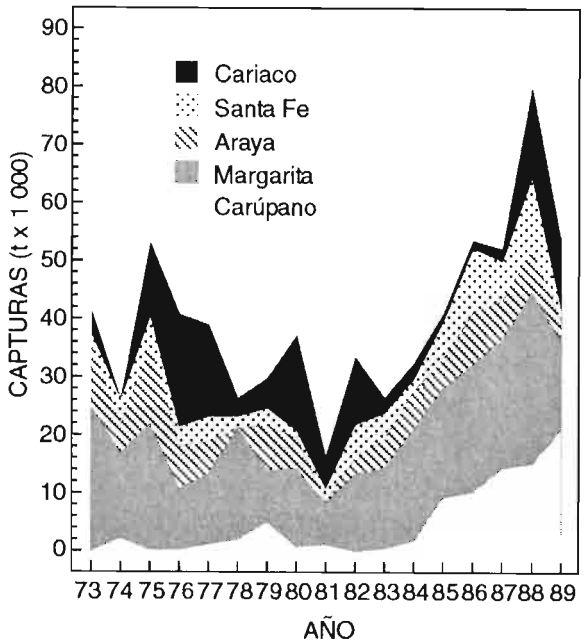

Figura 4
Tendencias de los desembarques reportados (t) de sardina por sector en el Nororiente de Venezuela de 1973 hasta 1989.

Trends in reported sardine landings (t) by sectors in northeastern Venezuela from 1973 to 1989.

Variabilidad del esfuerzo pesquero

El modelo general (1) aplicado al esfuerzo pesquero indica una influencia significativa ($p < 0{,}05$) de todos los efectos principales y de sus interacciones (Tabla 1). No obstante los valores de los cuadrados promedios indican efectos mayores del sector y del año.

En promedio, el esfuerzo en el sector de Margarita es el más alto (Fig. 5). Las fluctuaciones interanuales del esfuerzo y de las capturas están altamente correlacionadas entre sí, dependiendo esta última de la demanda de las plantas procesadoras, por una parte difícil de evaluar. Durante el período 1973–1989 se observó una gran variación del esfuerzo correspondiente al Golfo de Cariaco, mientras que en Santa Fe las fluctuaciones fueron menos notables (Fig. 6a). Por otro lado, en los tres sectores del Área Norte (Araya, Carúpano y Margarita) el esfuerzo osciló de manera regular, registrándose valores máximos en el lapso 1986 – 1989 y mínimos entre 1978–1982. Se observa además que las variaciones del esfuerzo siguen un patrón general en los sectores de Margarita y Araya (Fig. 6b).

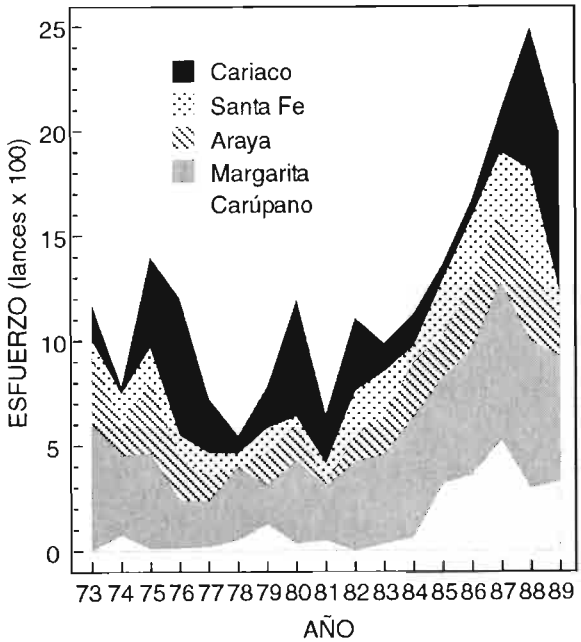

Figura 5
Tendencias del esfuerzo pesquero (número de lances con captura) por sector en el Nororiente de Venezuela de 1973 hasta 1989.

Trends in fishing effort (number of positive sets) by sectors in northeastern Venezuela from 1973 to 1989.

El efecto *Mes* no es significativo en el modelo (1). De hecho, se nota que la variabilidad estacional del esfuerzo relativo (*Esf. rel.*) es moderada cuando se considera el promedio de los 17 años (Fig.

Fuente	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados promedios	Valor de F	P > F
AÑO	16	224.1	14.01	14.25	0.0001
SECTOR	4	276.2	69.06	70.26	0.0001
MES	11	22.1	2.01	2.04	0.0223
AÑO*SECTOR	64	401.2	6.27	6.38	0.0001
SECTOR*MES	44	160.9	3.66	3.72	0.0001
AÑO*MES	176	221.7	1.26	1.28	0.0156
TOTAL MODELO	315	1 306.2	4.15	4.22	0.0001
TOTAL ERROR	704	691.9	–	–	–

Tabla 1
Fuentes de variación en el modelo lineal (1b) aplicado al logaritmo del esfuerzo pesquero (r^2 = 65,4%).

Sources of variation in the linear model (1b) of fishing effort (r^2 = 65.4%).

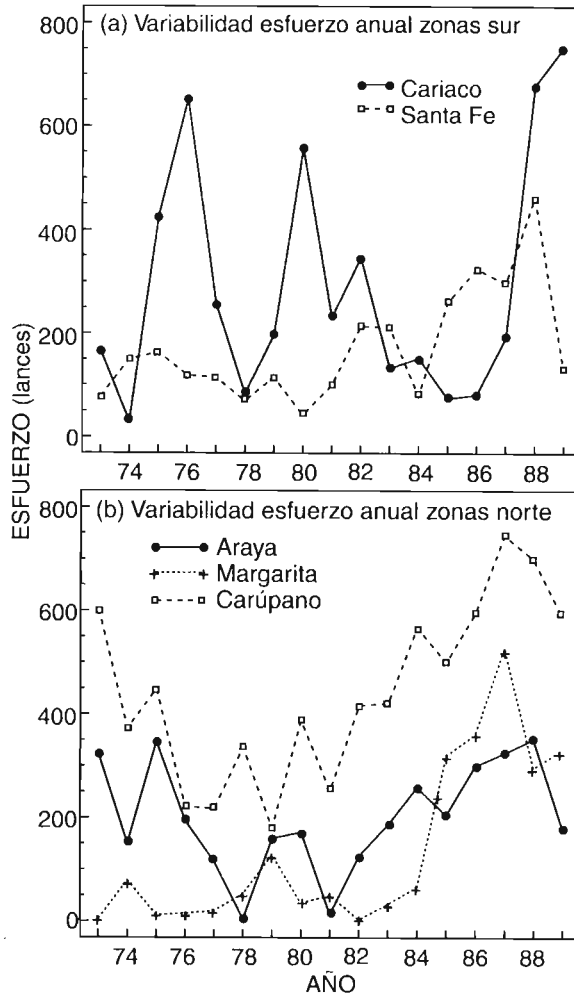

Figura 6
Comparación de las tendencias del esfuerzo pesquero en el Nororiente de Venezuela de 1973 hasta 1989 : a – en el Golfo de Cariaco y Santa Fe (Área Sur); b – en Araya, Carúpano y Margarita (Área Norte).

Comparison of fishing effort trends in northeastern Venezuela from 1973 to 1989: a – Gulf of Cariaco and Sante Fe (southern zone); b – in Araya, Carupano and Margarita (northern zone).

7a, barras horizontales), notándose el máximo en julio (11% del esfuerzo anual en contra de 100% / 12 = 8,3% esperado en ausencia de variabilidad). Pero la interacción significativa ($p < 0{,}001$) entre *mes* y *sector* indica una estacionalidad distinta según los sectores, como se puede comprobar en las figuras 7b, 7c, 7d, 7e y 7f. No obstante, la estacionalidad tiene una alta variabilidad interanual (las barras verticales de la mismas figuras presentan patrones distintos por cada mes) relacionado con la interacción *Mes*Año*.

Para el Golfo de Cariaco se observó que durante los primeros siete

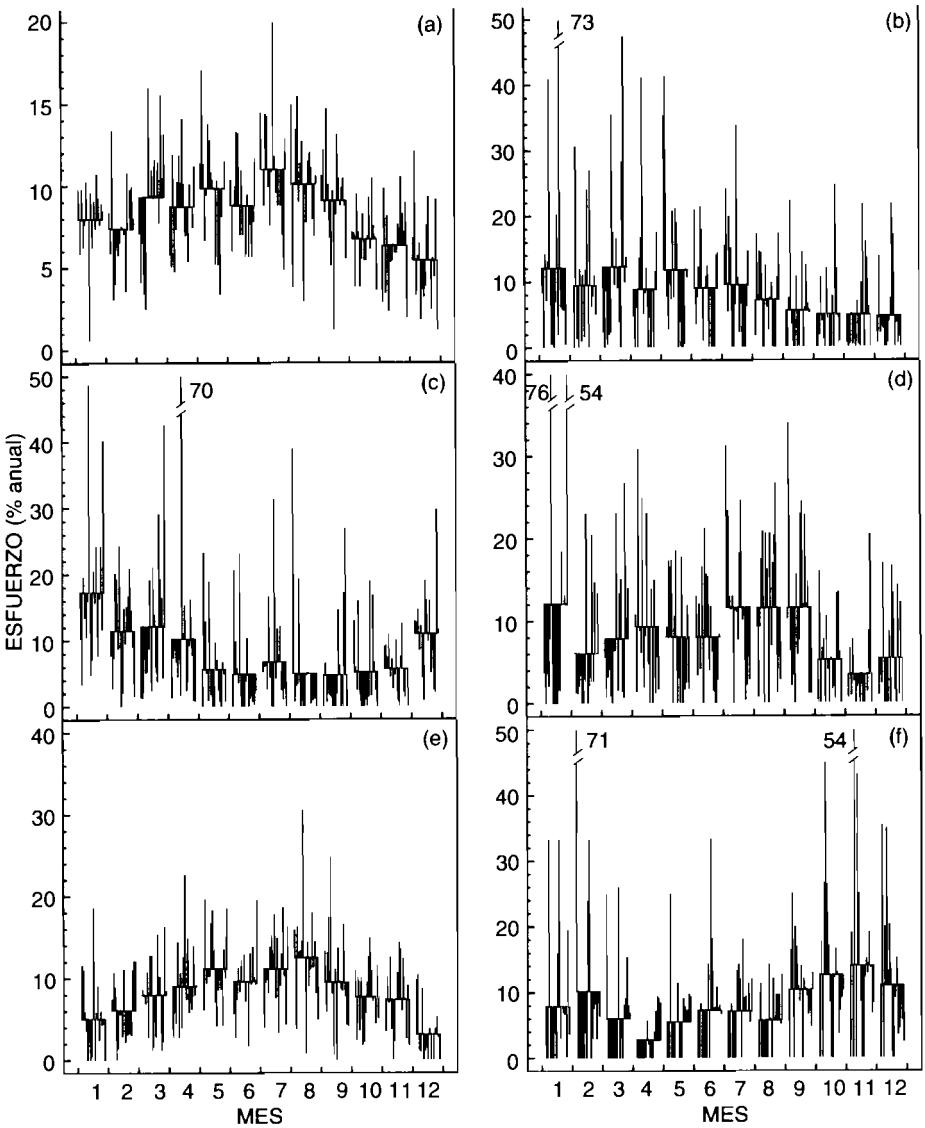

Figura 7
Variabilidad estacional del esfuerzo pesquero total (porcentaje mensual del número de lances anual) en el Nororiente de Venezuela (1973 – 1989) : las barras horizontales representan el promedio mensual y las barras verticales representan la desviación anual: a – Todos sectores; b – Golfo de Cariaco; c – Santa Fe; d – Araya; e – Margarita; f – Carúpano.

Seasonal variability of total fishing effort (monthly percentage of annual number of sets) in northeastern Venezuela (1973–1989): horizontal bars represent monthly averages and vertical bars represent anual deviations: a – all zones; b – Golfo de Cariaco; c – Santa Fe; d – Araya; e – Margarita; f – Carúpano.

meses del año el esfuerzo fue superior al promedio de 8,3% (Fig. 7b), confirmando lo reportado anteriormente por Martin y González (1960) y Simpson y González (1967); mientras que en Santa Fe los cuatro primeros meses y el mes de diciembre sobrepasan ese valor (Fig. 7c). Conociendo que en estos sectores se pescan principalmente sardinas jóvenes (Fréon *et al.* b, este volumen b), es probable que esta estacionalidad corresponda a la del reclutamiento.

El patrón de Carúpano indica dos períodos de máxima actividad pesquera; al comienzo y al final del año (Fig. 7f), aunque tenemos pocas observaciones para este sector. En cambio los sectores de Araya y Margarita muestran más o menos el mismo comportamiento (fig. 7d y 7e), especialmente si no se consideran los dos valores extremos del mes de enero. En estos sectores generalmente se capturan sardinas de talla mediana o grande, lo que explica la diferencia de estacionalidad con los sectores del Golfo de Cariaco y de Santa Fe.

Variabilidad de la CPUE

Entre 1973 y 1989, la *CPUE* promedio anual (no ponderada por mes y por sector) fue de 31,2 t por calada. El modelo general (1) aplicado a la *CPUE* indica una influencia significativa ($p < 0,05$) de todos los efectos principales y de sus interacciones, salvo el efecto *Mes* (Tabla 2). No obstante los valores de los cuadrados promedios indican un efecto predominante de *Sector*, siendo los sectores de Margarita y Carúpano los de mayor *CPUE*, con valores promedios superiores a 35 t por calada (Fig. 8). El efecto *Mes* no es significativo, pero la interacción entre *Mes* y *Sector* indica una estacionalidad distinta según los sectores. A nivel del efecto *Año*, ocho años están por encima del intervalo de confianza del 95% (Fig. 8a). Las *CPUE* anuales máximas se observan entre 1977 y 1979, con valores desde 39 a 45 t por lance, mientras que las mínimas se observaron entre 1981 y 1987 con valores desde 23 a 29 toneladas por lance.

El análisis de las *CPUE* por sector y no ponderadas por mes, se dificulta debido al bajo número de datos para algunos años. Se encontró que las variaciones interanuales de *CPUE* en el Golfo de Cariaco y en el Golfo de Santa Fe son similares (cuando no se con-

sideran los años con menos de cinco meses de observaciones), aunque en este último sector la variabilidad interanual es baja (Fig. 8b y 8c). Este patrón de *CPUE*, al ser comparado con el patrón de *CPUE* anual de todas los sectores, resulta ser similar a nivel del máximo de 1977 y del mínimo de 1987.

Las *CPUE* en los sectores de Araya (Fig. 8d), Margarita (Fig. 8e) y Carúpano (Fig. 8f) resultan parecidas entre si y con respecto a la *CPUE* de todas los sectores, a excepción de los años 1988 y 1989. El incremento de la *CPUE* observado para el sector de Carúpano durante los dos últimos años, podría ser explicado por el aumento en el tamaño de los chinchorros o por la incorporación creciente de trenes de argolla, artes que son mucho más eficientes, ya que permiten las capturas a mayor distancia de la costa; otra explicación sería que las industrias procesadoras ubicadas en el área permanecieron bastante activas durante ese período, realizándose faenas de recaladas cuyas capturas fueron incorporadas a las producidas en caladas anteriores.

Al comparar las *CPUE* anuales de todos los sectores (ponderadas por mes y por sector, ponderadas por mes y sin ponderación), se puede pensar que el efecto de la ponderación no es importante en nuestro caso, por cuanto se observa tan solo diferencias notables en

Fuente	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados promedios	Valor de F	P > F
AÑO	16	18,0	1,12	5,91	0,0001
SECTOR	4	36,1	9,03	47,61	0,0001
MES	11	7,4	0,68	3,56	0,0001
AÑO*SECTOR	64	51,4	0,80	4,23	0,0001
SECTOR*MES	44	11,6	0,26	1,39	0,05
AÑO*MES	176	45,0	0,26	1,35	0,0067
TOTAL MODELO	315	188,0	0,596	3,14	0,0001
TOTAL ERROR	500	94,9	–	–	–

Tabla 2
Fuentes de variación en el modelo lineal (1) aplicado al logaritmo de la *CPUE* (r^2 = 66,4%).

Sources of variation in the linear model (1a) of CPUE *(r^2 = 66.4%)*

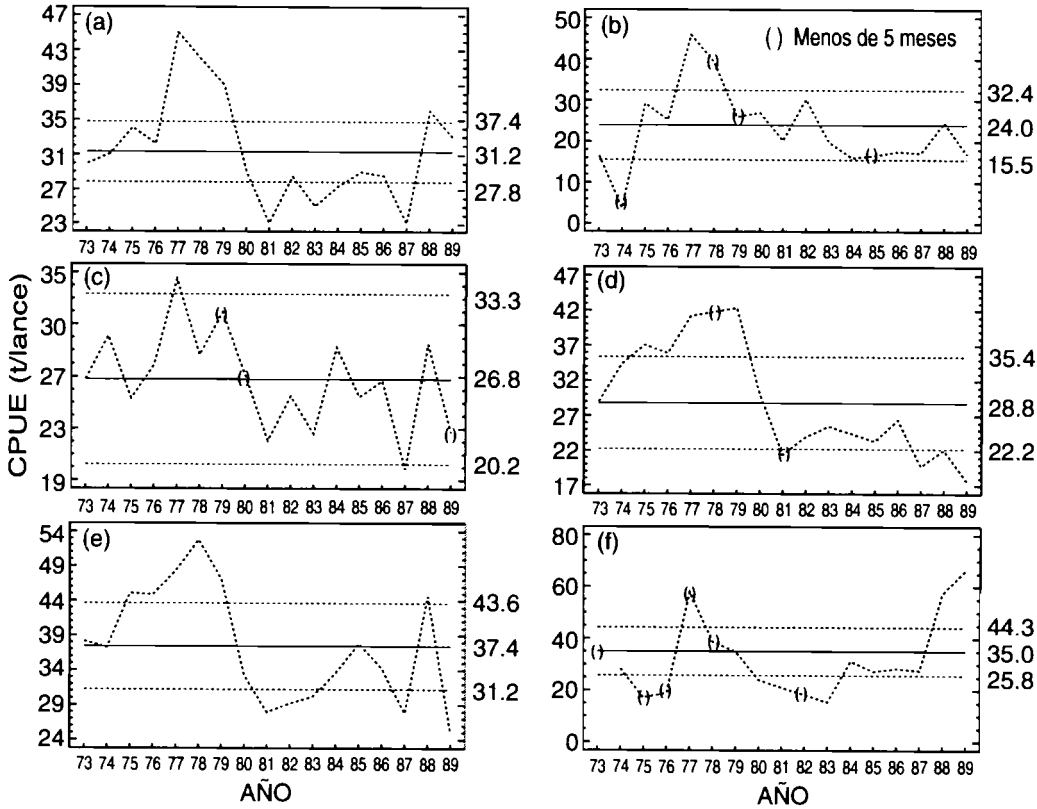

Figura 8
Tendencias de la CPUE anual no ponderada en el Nororiente de Venezuela de 1973 hasta 1989 : Intervalo de confianza del 95% (líneas discontinuas). Puntos en paréntesis (años con menos de cinco meses de observaciones) : a – Todos los sectores; b – Golfo de Cariaco; c – Santa Fe; d – Araya; e – Margarita; f – Carúpano.

Trends of unweighted CPUE in northeastern Venezuela from 1973 to 1989 : 95 % confidence intervals (broken lines). Points within parenthesis (years with less than five months of observations): a – all zones; b – Golfo de Cariaco; c – Santa Fe; d – Araya; e – Margarita; f – Carúpano.

los dos últimos años y, en menor grado, en 1979 (Fig. 9). Estas diferencias resultan, respectivamente, de la influencia del sector de Carúpano y de los sectores de Cariaco y Santa Fe, donde se tienen pocos datos y una baja *CPUE* en 1979. Esta apreciación fue verificada por comparación de las *CPUE* ponderadas y no ponderadas, por sector y por mes.

La relación entre la *CPUE* ponderada, no ponderada, y ponderada

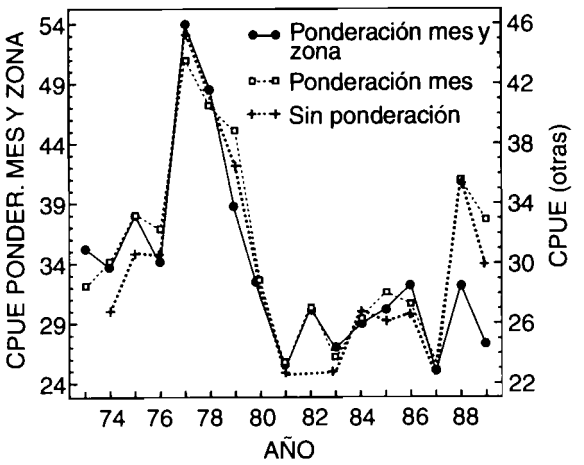

Figura 9
Comparación entre las tendencias de tres *CPUE* anuales de 1973 hasta 1989: *CPUE* ponderada por mes y por sector, *CPUE* ponderada por mes y *CPUE* no ponderada.

Trends comparison of three annual CPUE *from 1973 to 1989:* CPUE *weighted per month and sector,* CPUE *weighted per month and unweighted* CPUE

por mes y por sector, puede deberse a la ausencia de variabilidad espacio-temporal del stock (desmentido por el modelo lineal) o a un esfuerzo independiente de la abundancia. Este último punto se puede demostrar a través del cálculo del índice de concentración y por la relación, entre la *CPUE* relativa (*CPUE rel.*) y el esfuerzo relativo (*Esf. rel.*).

Se determinó que el índice de concentración, al contrario de las pesquerías industriales, no está muy por encima del valor uno y que

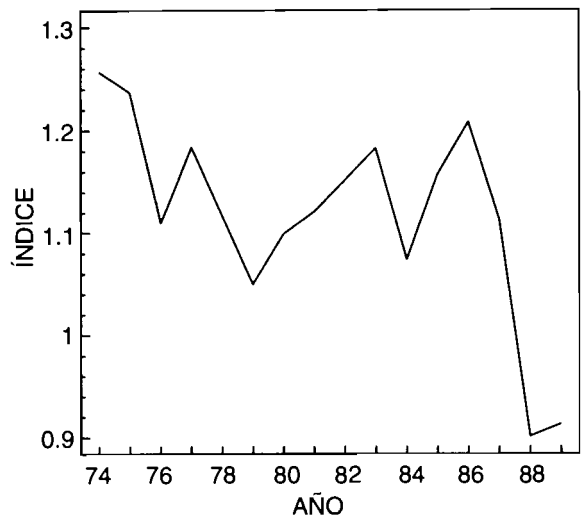

Figure 10
Tendencias del índice de concentración anual del esfuerzo pesquero por sector y por mes, de 1974 hasta 1989.

Trends of fishing effort concentration index (per sector and per month) from 1974 to 1989.

no se incrementa con el tiempo (Fig. 10). El bajo valor del índice indica que la asignación del esfuerzo guarda poca relación con los rendimientos, esto se puede apreciar también en la figura 11. La disminución del índice de concentración en los dos últimos años se podría relacionar con los altos valores de *CPUE* en el sector de Carúpano (que no se corresponden con los incrementos de los niveles de esfuerzo) mas que con el cambio de arte de pesca.

Debido al hecho de que la pesquería de sardina en Venezuela tiene más de 60 años, no se puede pensar que la falta de relación entre la asignación del esfuerzo y los rendimientos se deba al desconocimiento de los estratos espacio temporales de mayor abundancia del recurso, sino más bien a otras razones como: limitaciones del arte de pesca (eficiencia), a la poca movilidad del

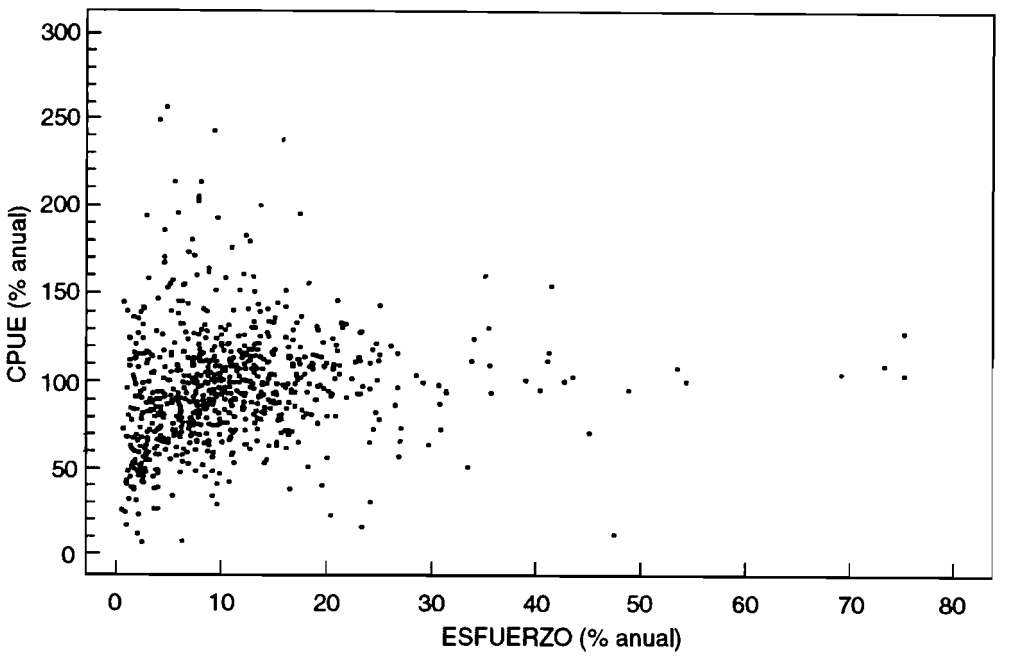

Figura 11
Relación entre el esfuerzo mensual (porcentaje con respecto al esfuerzo total anual) y la CPUE relativa mensual (porcentaje con respecto a la *CPUE* promedio anual); datos 1973–1989.

Relation between monthly effort (as percentage of total annual effort) and monthly relative CPUE *(as percentage of average annual sector weigthed* CPUE*); data 1973–1989.*

pescador en relación al área de distribución del recurso y pesca, oferta y demanda de las plantas procesadoras, y/o a los compromisos preestablecidos del pescador con la planta. A estas razones se añade el hecho que, aun cuando no hay saturación de las unidades de pesca, se puede observar una saturación de las plantas procesadoras que rechazan la oferta del producto; de allí que los pescadores mantienen viva la sardina en los chinchorros y en consecuencia se paralizan los artes de pesca.

Considerando la poca influencia que tiene el modo de cálculo de las *CPUE* en la determinación de los promedios anuales y debido a la ausencia de datos para varios estratos espacio temporales, se procedió a usar las *CPUE* ponderadas por mes y por sector; presentándose en las figuras 12a y 12b como *CPUE* de los sectores del Área Sur (Golfo de Cariaco y Santa Fe) y del Área Norte (Araya, Margarita y Carúpano). Se observa de nuevo la relativa concordancia entre los sectores de cada grupo si no se toma en cuenta el año 1974 que tiene pocas observaciones en Cariaco.

La comparación entre las *CPUE* promedios ponderadas del grupo Sur y Norte (Fig. 12c) indica en primer lugar que las *CPUE* del sur son inferiores a las *CPUE* del Área Norte y segundo que la variabilidad en el norte es inferior a la del sur, existiendo en esta última cierta remanencia en las variaciones: coeficiente de autocorrelación de 0,70 ($p > 0,05$) con desfase temporal de un año en contra de 0,24 en el sur. Este fenómeno podría estar ligado al menor número de clases de edad explotadas en el Área Sur, ya que se ha podido observar que las tallas provenientes de este área son más pequeñas (Fréon *et al.* este volumen b; González, 1985)

Fréon y Misund (1998) revisaron los distintos cambios de estructuras espaciales, a distintas escalas, que pueden ocurrir cuando disminuye la abundancia de un stock de peces pelágicos. Dichos cambios pueden ocurrir a la siguientes escalas:

- stock (disminución del área de distribución y/o de la densidad);
- concentraciones, o "clusters" de cardúmenes (disminución del número de concentraciones y/o de su área);
- cardumen (disminución del número de cardúmenes por concentración y/o de la masa de los cardúmenes).

Los autores de esta revisión encontraron varios ejemplos de dis-

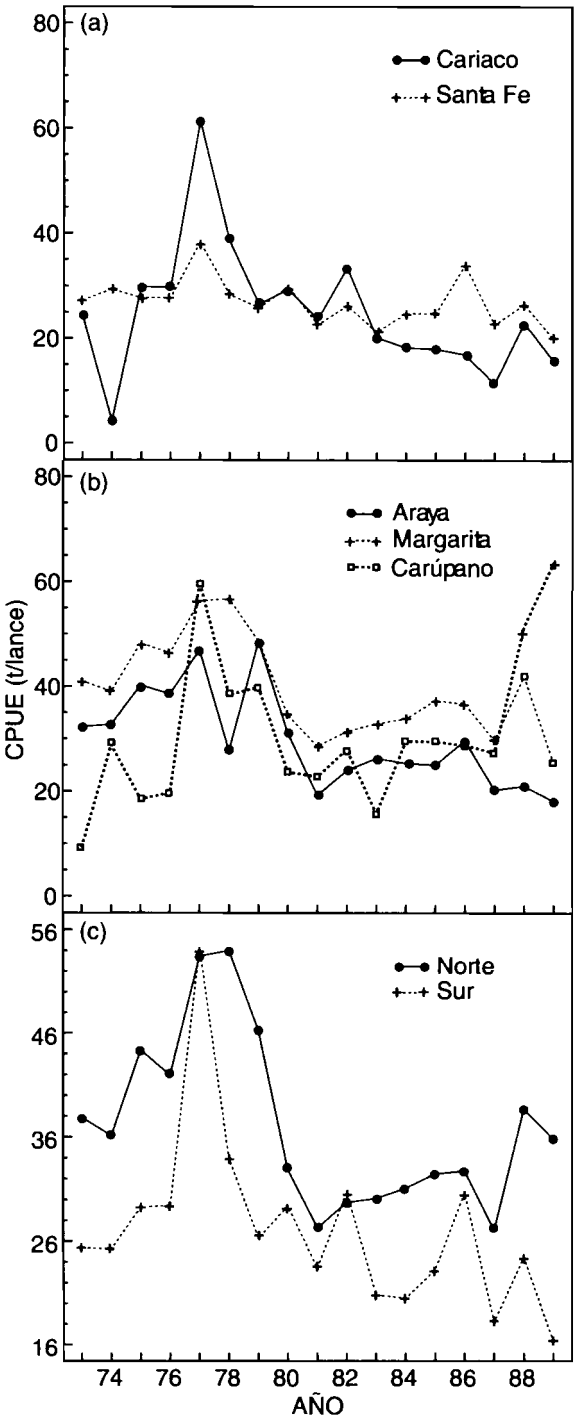

Figura 12
Comparación entre las *CPUE* anuales ponderadas por mes en el Nororiente de Venezuela de 1973 hasta 1989 : a – adentro delÁrea Sur (Golfo de Cariaco y Santa Fe); b – adentro del Área Norte (Araya, Carúpano y Margarita); c – entre las Áreas Norte y Sur.

Comparison between annual CPUE *weighted by months in northeastern Venezuela from 1973 to 1989: a – within southern area (Gulf of Cariaco and Santa Fe); b – within northern area (Araya, Carupano and Margarita); c – between areas (north and south)*

minución de la masa de los cardúmenes con la abundancia del stock. No obstante, no se puede descartar una disminución substancial del número de cardúmenes, la cual no sería detectada por el uso de la captura por lance. Del mismo modo, si los cambios de biomasa se reflejan mayoritariamente a una escala espacial superior a la del cardumen, no serán reflejados por las variaciones en la captura por lance. En estos casos, sólo el uso de la captura por tiempo de búsqueda, con una resolución espacio-temporal fina y un procesamiento adecuado, puede reflejar con menor sesgo los cambios de abundancia (Gulland, 1969 ; Saville, 1980 ; Hilborn and Walters, 1992).

Conclusión

Este trabajo representa sólo una primera etapa en el proceso de estudio de la pesquería de la sardina y de sus relaciones con su biología y el medio ambiente. A pesar de la subestimación de los datos de capturas y de un cierto nivel de error en los datos difícil de estimar precisamente, los datos aparecen tan estructurados como en otras pesquerías pelágicas (autocorrelación, efectos de los sectores de pesca, estacionalidad; ver por ejemplo Fréon *et al.*, 1994).

Esta fase descriptiva permitió evidenciar la alta variabilidad de los índices pesqueros implicados, tanto a nivel interanual como estacional, existiendo dos patrones distintos en el comportamiento de las *CPUE*. Por un lado, valores altos, relativamente estables y similares en los sectores del Área Norte (Araya, Carúpano y Margarita) y, por el otro, los valores mas bajos y menos estables de los sectores del Área Sur (Santa Fe y Golfo de Cariaco) que también son similares entre si. Las razones más probables de estas diferencias entre áreas son: (i) la ocupacion de estas dos áreas por fracciones distintas de la poblacion (mayoritariamente juvenil en el Área Sur); (ii) una influencia mas grande de los efectos continentales en los dos sectores cerrados del Área Sur.

Es muy posible que los pescadores conozcan los patrones de variabilidad a nivel estacional y que sean capaces de reaccionar

rápidamente ante variaciones anuales y/o espaciales de la abundancia, pero tales conocimientos no pueden ser utilizados para explotar en una forma más eficiente el recurso, ya que existen algunas razones que lo dificultan como: modalidad de pesca artesanal (costanera) y limitada eficiencia del arte de pesca, las cuales pueden verse afectadas por la vulnerabilidad y accesibilidad del recurso. Las mayores evidencias de estas dificultades para explotar eficientemente el recurso son, por un lado, que las plantas procesadoras se vean, ocasionalmente, en dificultad ante la escasez de materia prima y, por otro lado, en algunos períodos de tiempo las plantas presentan problemas de saturación por un exceso de oferta de sardina.

Este trabajo permitió mejorar nuestro conocimiento de los patrones de variabilidad del esfuerzo pesquero y de la captura por lance, los cuales fueron utilizados en otros trabajos de dinámica poblacional (Fréon *et al*, este volumen a; Fréon y Mendoza, este volumen).

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro especial reconocimiento al Sr. Luis Salazar, quien recolectó la información durante 30 años ininterrumpidos de trabajo en el Laboratorio de Recursos Pelágicos del Centro de Investigaciones Pesqueras de Sucre, así como al resto del personal del mismo. Al personal de la Inspectoría de Pesca Cumaná. A los dueños de las plantas procesadoras quienes facilitaron la recolección. Mención especial merecen los pescadores del oriente venezolano que con su esfuerzo constante, contribuyen al desarrollo social y económico de los estados Sucre y Nueva Esparta.

Referencias

ANÓNIMO. 1989 — *Prospecciones de los recursos pesqueros de las áreas de la plataforma entre Suriname y Colombia. 1988.* ORAD/UNDP/FAO. Programe. Report on Surveys with R/V Fridtjof Nansen. Institute of Marine Research, Bergen, Norway.

ANÓNIMO. 1990 — *Resultados de talleres sobre la pesca en Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría.* Dirección General Sectorial de Pesca y Acuicultura, Caracas.

CURY, Ph. y ROY. C. (Ed.) 1991 — *Pêcheries Ouest Africaines: variabilité, instabilité et changement.* Paris, Orstom, 525 p.

FRÉON, P. 1986 — *Réponses et adaptation des stocks de clupéides 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. 1989 — *Seasonal and interanual variations of mean catch per set in the Senegalese sardine fisheries: Fish behavior or fishing strategy. International Symposium on the long-term variability of pelagic fish populations and their environment.* 14-17 Nov. Sendai, Japon: 135–145.

FRÉON, P., R. GUZMÁN y R. APARICIO. (este volumen (a)) — Relaciones entre capturas, esfuerzo y surgencia costera en la pesqueria de sardina del Oriente de Venezuela.

FRÉON, P., EL KHATTABI M., MENDOZA J. y R. GUZMÁN (este volumen (b)) — Una estrategia de reproducción inesperada: el caso del ciclo de vida de Sardinella aurita en Venezuela y sus relaciones con la surgencia costera.

FRÉON, P., LEVENEZ, J. J. y SOW, I. 1994 — Trois décennies de pêche sardinière semi-industrielle au Sénégal: Analyse multivariée de la pêcherie, des puissances de pêche et des rendements. In: M. Barry-Gérard, T. Diouf et A. Fonteneau, *L'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise.* Paris, Orstom: 265–312.

FRÉON, P. y MENDOZA, J. (este volumen) — La sardina *(Sardinella aurita),* su medio ambiente y explotación en el Oriente de Venezuela: una síntesis.

FRÉON, P. y Misund, O. A. 1998 — *Dynamics of pelagic fish distribution and behaviour: Effects on fisheries and stock assessment.* Fishing News Books, Blackwell, London: 348 p.

GERLOTTO, F. y GINÉS, Hno y. 1988 — Ecointegración y pesca sardinera: Diez años de investigación en EDIMAR *Soc. Cienc. Nat. La Salle.* Sup. N° 3 (48): 311–324.

GONZÁLEZ, L. W. 1985 — Determinación de edad y crecimiento de la sardina, *Sardinella aurita,* Valenciennes, 1847 (Pisces: Clupeidae) de la región noroeriental de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela.* UDO 24 (1 y 2): 111–128.

GRIFFITHS, R y Simpson. J. 1967 — The present status of the sardine and tuna fisheries of Venezuela. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.* 20: 159–177.

GULLAND, J. A. 1969 — Manual of methods for fish stock assessment. Part. 1. Fish population analysis. *FAO Man. Fish. Sci.,* (4): 154 p.

HILBORN, R. y WALTERS, C. J. (1992) — *Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty.* Chapman and Hall, New York.

HUQ, M. F. (este volumen) — *Estado del conocimientos biológico pesquero de la sardina,* Sardinella aurita *Valenciennes 1847 en el oriente de Venezuela.*

LÓPEZ, H. 1972 — *Distribución y abundancia de huevos de la sardina,* Sardinella aurita *en la región Oriental de Venezuela.* 1968–1969. Proy. MAC-PNUD.FAO INF.TEC. 46, Caracas: 29 p.

MARTIN, S. y GONZÁLEZ. G. 1960 — Observaciones y notas sobre la explotación de la sardina, *Clupanodon pseudohispanicus* (Poey) en Venezuela. *Proc. World Sci. Meet. Biol. Sardines and Rel. Species.* Rome. Stock and Area paper 9: 22 p.

MÉNDEZ-AROCHA, A. 1963 — *La pesca en Margarita.* Monografía N°7, Fundacion La Salle de Ciencias Naturales, Caracas, Venezuela: 192 p.

PETITGAS, P. y LEVENEZ, J. J. 1996 — Spatial organization of pelagic fish: Echogram structure, spatio-temporal condition, and biomass in Senegalese waters. *ICES J. Mar. Sci.* 53: 147–153.

SAVILLE, A. (ed) 1980 — The assessment and management of pelagic fish stocks. A Symposium held in Aberdeen, 3–7 July 1978. Rapp p. v. Reun Ciem. 177: 517 p.

SIMPSON, J. G. y GONZÁLEZ. G. 1967 — Algunos aspectos de las primeras etapas de vida y el medio ambiente de la sardina *Sardinella anchovia* en el oriente de Venezuela. *Some aspects of the early life history and environment of the sardine* Sardinella anchovia, *in eastern Venezuela. Ser. Rec. y Exp. Pesq.* MAC. 1(2): 1–93.

SIMPSON, J. G. y GRIFFITHS. R. 1971 — Afloramiento y producción biológica en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Upwelling and biological production in the Gulf of Cariaco, Venezuela. Ser. Rec. y Exp.* MAC 2 (1): 3–8 (espanol) 17–33 (english).

TRUJILLO, H. 1977 — *Factores que limitan el empleo de la estadística pesquera oficial en la evaluación del stock de sardina,* Sardinella anchovia. MAC, Inf. Tec. 73: 44 p.

TRUJILLO, H. 1978 — *Resultados de las prospecciones aéreas realizadas en el oriente venezolano, enero-noviembre de 1975.* MAC, Inf. Tec. 76: 51 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

IRD Editions