

ALGUNOS ASPECTOS SOBRE LA ESTRUCTURA  
POPULACIONAL DEL RABIL (Thunnus albacares)  
EN EL SUDESTE Y SUR DEL BRASIL (1969-1977),  
CON PRESENTACIÓN DE LA HIPÓTESIS  
DE LA MIGRACIÓN SEMESTRAL. \*

Luis Alberto ZAVALA-CAMIN \*\*

RESUMEN

Se presenta la frecuencia mensual de tallas y la CPUE del rabil capturado con palangre en las regiones Sudeste y Sur del Brasil durante los años 1969 a 1977. La ausencia de actividad reproductiva observada durante todo el año determinó un estudio más detallado de las clases etarias, encontrando grupos con periodos de permanencia aproximadamente entre los meses de septiembre a febrero y de marzo a agosto, que dieron origen a la hipótesis de la migración semestral. Esta hipótesis permite explicar algunos aspectos biológicos difíciles de comprender, observados en el Atlántico y en el Pacífico, por lo que se sugiere que la estructura poblacional del rabil en estos océanos, está formada por clases etarias presentes en las regiones tropical y templadas durante seis meses alternadamente.

RESUMO

Apresenta-se a frequência mensal de comprimentos e a CPUE da albacora-de-lage capturada com espinhel nas regiões Sudeste e Sul do Brasil durante os anos 1969 a 1977. A ausência de atividade reprodutiva observada durante todo o ano determinou um estudo mais detalhado das classes etárias, encontrando grupos com períodos de permanência aproximadamente entre os meses de setembro a fevereiro e de março a agosto, que deram origem à hipótese da migração semestral. Esta hipótese permite explicar alguns aspectos biológicos de difícil compreensão, observados no Atlântico e no Pacífico, sugerindo que a estrutura populacional da albacora-de-lage nesses oceanos está formada por classes etárias presentes nas regiões tropical e temperadas durante seis meses alternadamente.

ABSTRACT

Monthly length frequency and CPUE of yellowfin tuna caught with long-line in Southeast and Southern Brazil from 1969 to 1977 are presented. The lack of reproductive activity observed during the whole year determined an accurate study of the age group composition, finding groups with permanence approximately between september to february and march to august, which originated the hypothesis that the migration occurs every six months. This hypothesis elucidates some biological aspects which were difficult to understand, observed in the Atlantic and the Pacific, so it is suggested that the yellowfin tuna population structure in these oceans is formed by age groups present in the tropical and temperate areas alternatively every each six month period.

\* Realizado en convenio con la "Superintendencia do Desenvolvimento da Pesca" - SUDEPE.

Partes de este trabajo fueron presentados en la 6.<sup>a</sup> y 7.<sup>a</sup> reunión del Comité Permanente de Investigaciones y Estadísticas - SCRS, de la Comisión Internacional para a Conservación del Atun Atlántico - ICCAT, en los documentos SCRS/75/56 y SCRS/76/25.

\*\* DIVISÃO DE PESCA MARÍTIMA do INSTITUTO DE PESCA, Santos, São Paulo, Brasil.

## 1. INTRODUCCION

Casi todos los trabajos brasileños sobre el rabil (*Thunnus albacares*) se refieren a datos de captura (PAIVA, 1961a, 1961b; LIMA & WISE, 1962; BARROS & FONSECA, 1965) los cuales son provenientes principalmente de la región Nordeste del Brasil, donde se efectuó el mayor esfuerzo de pesca durante los años de 1956 a 1964. PAIVA & LE GALL (1975) hicieron un análisis de las capturas realizadas por la flota japonesa que actuó en el sudoeste Atlántico, para obtener una estimación del potencial de pesca en el Brasil. PAIVA (1962) describe algunas características de la especie e indica las áreas de distribución hasta entonces conocida. ZAVALA-CAMIN (1974) hace una breve descripción del rabil y presenta algunas observaciones sobre su ocurrencia en el Sudeste y Sur del Brasil. Estas últimas regiones son, por lo tanto, áreas en que tenemos pocas informaciones sobre esta especie.

Por tratarse de una especie cosmopolita, encontramos importantes documentos sobre el rabil publicados por otros autores y apesar de no haber un estudio específico en el Sudoeste Atlántico, esta área está incluida en algunas publicaciones que analizan la especie en todo el oceano. HONMA & HISADA (1971) presentan un modelo de distribución en el Atlántico, con límites entre 45° N y 45° S, donde la media mensual de abundancia relativa en la región Sur-occidental (obtenida a partir de datos de palangreros japoneses de los años 1961 a 1965), salvo raras excepciones, es menor de un pez por cada 100 anzuelos para todos los meses, pudiendo ser considerada por lo tanto, como una región muy pobre y WISE & DAVIS (1973) consideran que el rabil se encuentra principalmente confinado a las aguas tropicales, entre 20° N a 10° S. Sin embargo, este trabajo muestra que las regiones Sudeste y Sur del Brasil representan una importante área dentro de la distribución del rabil en el Atlántico.

Científicos que estudiaron la estructura populacional del rabil encontraron serias dificultades para llegar a conclusiones, originadas principalmente por no conseguir relacionar satisfactoriamente algunas características biológicas, tales como la presencia de larvas en los trópicos durante todo el año, modos de frecuencia de tallas bien definidas, presencia de anillos en las escamas a intervalos semestrales, modos de frecuencias mensuales de tallas que desaparecen subitamente, presencia de clases etarias por períodos de 1 a 3 años en regiones relativamente pequeñas apesar de la gran capacidad migratoria de la especie, etc. Este documento estudia algunos aspectos de la estructura populacional del rabil en el Sudeste y Sur del Brasil y, con base en la frecuencia de tallas, en la captura por unidad de esfuerzo y en exámenes de maduración gonadal, propone la hipótesis de que la estructura populacional del rabil en el Oceano Atlántico y posiblemente también en el Pacífico, está formada por clases etarias que migran semestralmente. Esta hipótesis permite relacionar satisfactoriamente las características biológicas arriba citadas.

## 2. MATERIAL Y METODO

Los palangreros brasileños que tienen como base el puerto de Santos actúan en las regiones Sudeste y Sur del Brasil a la altura del talud de la

plataforma continental, entre los paralelos 23°S y 32°S, pescando principalmente entre 23°S y 25°S durante el cuarto y primer trimestres y entre 26°S y 32°S durante el segundo y tercer trimestres. Cada viaje dura aproximadamente 17 días.

Durante los desembarques los atunes fueron pesados individualmente, característica que permitió, entre los años de 1969 a 1977, la utilización de 69,729 muestras de pesos eviscerados. La evisceración consiste en la extracción de las víceras y agallas, no se cortan las aletas. Los ejemplares son conservados en hielo.

La transformación de peso vivo en peso eviscerado se realizó a través del método de los mínimos cuadrados, utilizando 126 ejemplares en estado fresco, muestreados durante dos viajes realizadas en enero de 1973 y julio de 1975. Los pesos fueron determinados con intervalos de 100 g, obteniéndose el peso eviscerado, para luego sumar el peso de las víceras y agallas y más 20% del peso de las víceras y agallas correspondientes al peso aproximado de la sangre perdida por el pez.

La relación talla-peso vivo fue realizada utilizando la fórmula de LENARZ (1971a, en LE GUEN & SAKAGAWA, 1973). Las frecuencias de tallas (longitud-horquilla, FL) fueron agrupadas de 4 en 4 cm, que corresponden a dos grupos de 2 cm recomendados por la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico, ICCAT (MIYAKE & HAYASI, 1972), este agrupamiento fue necesario porque los pesos eviscerados de los 3 a los 8 kg sólo coinciden con grupos de 4 cm.

Las gónadas fueron observadas por el autor durante siete viajes en palangreros (Fev., Abr., Ago., Nov. 1972; Ene. 1973; Jul. 1975 y Ene. 1976) y durante seis desembarques. Para la determinación macroscópica de los estados de maduración gonadal, trató de reconocerse los estados: a) inmaduro (antes del primer desove), b) en reposo (gónadas delgadas, pero con vasos sanguíneos en los ovarios), c) maduro (gónadas grandes, ovarios con huevos visibles individualmente a simple vista) y d) desovado (ovarios grandes, huecos y flácidos). Las observaciones de las gónadas realizadas durante los viajes corresponden a casi 100% de las capturas y en los desembarques a aproximadamente 50%. El índice gonadal fue determinado en 51 ejemplares capturados en agosto de 1976, por medio del método de SCHAEFER & ORANGE (1956).

La captura por unidad de esfuerzo - CPUE, de 1969 a 1973 fue determinada en días y expresada en peces por 100 anzuelos, considerando que cada día fueron lanzados 1200 anzuelos y de 1974 a 1977 la CPUE se obtuvo de los libros de bitácora.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 Parámetros

Relación peso eviscerado (PE)-peso vivo (PV).

Fue obtenida utilizando 126 ejemplares, entre 3,8 kg (PE) con 4,2 kg (PV) y 50 kg (PE) con 55 kg (PV).

$$PV = 1.1756 PE^{0.9786}$$

$$\begin{aligned} N &= 126 \\ n &= 61 \\ r &= 0.9997 \end{aligned}$$

Relación talla (FL)-peso vivo (PV)

Fu  realizada utilizando la fórmula de LENARZ (1971a en LE GUEN & SAKAGAWA, 1973).

Con estas dos fórmulas se confeccionó la Tabla 1 donde se toma como base los pesos eviscerados que corresponden a grupos de 4 cm, mostrando también el equivalente en peso vivo.

TABLA 1 - Pesos eviscerados (PE), con su equivalente en peso vivo (PV), correspondientes a tallas (FL) agrupadas de 4 en 4 cm, de rabil (*T. albacares*), capturados en el Sudeste y Sur del Brasil.

PE	PV	FL	PE	PV	FL
3	3.4	56- 59.9	27-29	29.6- 31.7	116-119.9
4	4.6	60- 63.9	30-32	32.8- 34.9	120-123.9
5	5.7	64- 67.9	33-36	36.0- 39.2	124-127.9
6	6.8	68- 71.9	37-39	40.3- 42.4	128-131.9
7	7.9	72- 75.9	40-43	43.4- 46.6	132-135.9
8	9.0	76- 79.9	44-47	47.7- 50.9	136-139.9
9-10	10.1-11.2	80- 83.9	48-51	51.9- 55.1	140-143.9
11	12.3	84- 87.9	52-56	56.2- 60.4	144-147.9
12-13	13.4-14.5	88- 91.9	57-61	61.5- 65.7	148-151.9
14-15	15.6-16.6	92- 95.9	62-66	66.7- 70.9	152-155.9
16-17	17.7-18.8	96- 99.9	67-71	72.0- 76.2	156-159.9
18-19	19.9-21.0	100-103.9	72-77	77.2- 82.5	160-163.9
20-21	22.0-23.1	104-107.9	78-82	83.5- 87.7	164-167.9
22-24	24.2-26.4	108-111.9	83-88	88.8- 94.0	168-171.9
25-26	27.4-28.5	112-115.9	89-95	95.0-101.3	172-175.9

Los menores ejemplares capturados tenian 52 cm de talla (Figura 2b, d, h y 3), y el mayor 196 cm (Fev. 1977). La edad de la mayoria de los ejemplares, calculada segun la fórmula de von Bertalanffy presentada por LE GUEN & SAKAGAWA (1973) varia de 1.5 (60 cm) a 4 (148 cm) años (Figura 3). Las capturas son realizadas principalmente sobre peces de mas de 60 cm (4 kg) pero, por haber utilizado solamente palangre, es posible pensar en la presencia de ejemplares menores que no sean vulnerables a esa arte de pesca. No entanto, nunca tuvimos oportunidad de observar cardumenes de rabil pequeño y, por lo menos ocasionalmente, habria sido posible capturar ejemplares menores de 52 cm (2,7 kg), como sucede con el atun de aleta negra (*T. atlanticus*) que a veces es capturado desde 1 kg de peso.

3.2 Características gonadales

Proporción de sexos (sex ratio) - En 1059 ejemplares observados, encontramos 550 machos (51.9%) y 509 hembras (48.1%) con porcentagens próximos a 50% en las muestras de las 13 viajes utilizadas (Figura 1). Varios au

tores (SCHAEFER & ORANGE, 1956; HONMA & HISADA, 1973; YONEMORT & HONMA, 1976, ALBARET, 1976) han reportado frecuencias de tallas en función del sexo donde hay un equilibrio de machos y hembras hasta aproximadamente 140 cm y a partir de esta talla se observa un importante dominio de machos. En el total de la Figura 1 vemos que ambos sexos están distribuidos de forma homogénea en todas las tallas, pero tal vez se debe al poco número de ejemplares examinados con más de 140 cm.

Estados de maduración sexual - Exceptuando algunas gónadas inmaduras en ejemplares de menos de 70 cm, todas las gónadas femeninas, observadas durante 13 viajes correspondientes a 8 meses diferentes del año (Figura 1), estaban en estado de reposo. En ningún caso fueron encontradas gónadas maduras o desovadas.

Índice de gónada - Considerando que el reconocimiento del grado de maduración de las gónadas por medio de la inspección macroscópica no es muy preciso (SCHAEFER & ORANGE, 1956), fue determinado el índice de gónada (IG) según el método de los autores arriba citados, en 51 ejemplares capturados en agosto de 1976, que tenían gónadas identificadas macroscópicamente en estado de reposo. Encontramos una media de  $IG = 3.1$ , con el mínimo de  $IG = 1.4$  y el máximo de  $IG = 7.5$  (Tabla 2), SCHAEFER & ORANGE (op. cit.) consideran que esos índices corresponden a gónadas clasificadas por ellos como inmaduras o en inicio de maduración y que corresponden a los estados inmaduro y en reposo de este trabajo.

La ausencia de gónadas maduras, comprobadas durante 8 meses diferentes del año (meses 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 y 11) en el rabil capturado en las regiones Sudeste y Sur del Brasil (Figura 1), es una evidencia de que en esta área el rabil no tiene actividad reproductiva. Esta observación determina que, por lo menos en la área estudiada, no se puede aplicar la teoría de la migración anual pues es difícil suponer que el rabil permanezca sin reproducirse durante un año entero.

### 3.3 Clases etarias

Las frecuencias de tallas presentadas en la Figura 2 a b c d e f g h i y los ápices de los modos representados en la Figura 3, indican que los grupos etarios de rabil que migran al Sudeste y Sur del Brasil son bien definidos y relativamente fáciles de identificar. Observando superficialmente los modos de 1969 a 1977, vemos que la llegada de los grupos etarios a la región estudiada ocurre aproximadamente en el mes de abril y la salida, aproximadamente en el mes de febrero, presentándose como clases etarias con periodos migratorios de un año. Entretanto, la ausencia de gónadas maduras durante todo el año, determinó un estudio más cuidadoso, encontrando evidencias de que las clases etarias son semestrales y no anuales.

La hipótesis de la migración semestral parece ser la más indicada para explicar la presencia del rabil durante todo el año, sin que presente actividad reproductiva en esta área, porque existen varios grupos identificados con relativa facilidad como semestrales (grupos 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 20, 25, 26 y 29, de la Figura 3) y los grupos que parecen anuales, cuando son divididos según los criterios indicados a seguir, coinciden con los meses de entrada y salida de los grupos semestrales. Para dividir los grupos de aparencia anual en semestrales (grupos 7-8, 14-15, 16-17, 18-19, 21-22, 23-24, 27-28 y 31-32 de la Figura 3) se utilizaron tres criterios:

3.3.1 Variación mensual en la captura por unidad de esfuerzo - CPUE (número de peces por 100 anzuelos) - (Tabla 3). Este criterio puede presentar tres casos:

- a) Cuando hay un intervalo de tiempo entre la salida de un grupo y la llegada de otro. Origina menor CPUE.
- b) Cuando la salida de un grupo y la llegada de otro se realiza sin intervalo de tiempo. No modifica la CPUE.
- c) Cuando llega un grupo antes de salir otro. Origina maior CPUE.

El caso "a" fue el mas frecuente y es el que mejor se encuadra dentro de la hipótesis de migración semestral propuesta, pero también debemos considerar que varios factores pueden modificar la CPUE, por ejemplo, grupos con mayor número de ejemplares que en otros o variaciones en el esfuerzo de pesca.

3.3.2 Variaciones de los modos en la frecuencia mensual de tallas. Las variaciones en algunos casos son muy pequeñas, pero se utilizan considerando que los modos son bien definidos en la área es estudiada (Figura 2 y 3).

3.3.3 La presencia de gónadas en reposo durante meses correspondientes a los dos semestres (Figura 1).

De acuerdo con los tres criterios se obtuvo el siguiente resultado:

- a) Grupos 7 y 8 (1970-71). Jul. CPUE = 1.3; Ago. CPUE = 0.2; Set. CPUE = 1.1. Los modos son atípicos en el grupo 7.
- b) Grupos 14 y 15 (1972-73). Jul. CPUE = 1.3; Ago. CPUE = 0.9; Set. CPUE = 1.3. Los modos indican que el grupo 14 sale en agosto y el grupo 15 llega en septiembre con un tamaño ligeramente menor. Muestras de gónadas - Abr. Jun. y Ago. de 1972 (grupo 14) y Nov. de 1972 y Ene. de 1973 (grupo 15).
- c) Grupos 16 y 17 (1973-74). Ago. CPUE = 1.6; Set. CPUE = 0.3; Oct. CPUE = 0.6. No es posible separar los grupos por medio de los modos.
- d) Grupos 18 y 19 (1973-74). No hay diferencia importante en la CPUE entre los meses de octubre a diciembre, posiblemente porque el grupo 17 dominava en esta época. Los modos indican que el grupo 19 llega con un tamaño menor que el tamaño del grupo 18 cuando sale, los dos en el mes de noviembre, hecho que también debe haber influenciado para que la CPUE no tenga diferencia importante en ese mes.
- e) Grupos 21 y 22 (1974-75). No hay diferencias en la CPUE que permitan una separación. El comportamiento de los modos es atípico (semejante a los grupos 7 y 8). Sin argumentos para separarlos, la división fue echa arbitrariamente.
- f) Grupos 23 y 24 (1975-76). Ago. CPUE = 1.6; Set. CPUE = 0.5; Oct. CPUE = 2.6. Los modos indican que el grupo 23 sale en el mes de septiembre y en el mismo mes llega el grupo 24 con un tamaño mayor. Muestras de gónadas - Jun. de 1975 (grupo 23) y Jan. Mar. Abr. de 1976 (grupo 24).
- g) Grupos 27 y 28 (1976-77). No hay diferencias en la CPUE que permitan una separación. Los modos indican una diferencia de tamaño a la salida del grupo 27 y la llegada del grupo 28, apesar de que el comportamiento del grupo 27 se presenta atípico, este último

parecido al de los grupos 7 y 21.

Muestras de gónadas - Abr. Jun. Jul. Ago. de 1976 (grupo 27).

- h) Grupos 31 y 32 (1977). No hay diferencias importantes en la CPUE. La posición de los modos no permiten separar los grupos.

De los 32 grupos, o clases etarias semestrales, encontrados (Figura 3), el grupo 1 fue considerado a partir del modo observado en febrero (1969) dejando el modo de enero como posible componente de un grupo perteneciente a 1968 y los grupos 30 y 32 se consideran que terminan en enero o febrero de 1978. Trece grupos pueden ser reconocidos con relativa facilidad como semestrales y diez grupos de apariencia anual pueden ser separados por medio de los criterios citados, haciendo un total de veinte y seis grupos con características semestrales. Los otros seis grupos (16-17, 21-22 y 31-32) de apariencia anual, no presentaron características que permitieran su separación y esta fue realizada por simple división de los modos.

De acuerdo con la presencia de los grupos, podemos reconocer dos semestres: A y B (Figura 4). El semestre A, con modos presentes principalmente entre los meses de septiembre a febrero, estuvo compuesto por 18 grupos (grupos 2, 4, 5, 8, 9, 11, 12, 15, 17, 20, 24, 28, 30 y 32, incluyendo también los grupos 19, 22, 25 y 26. Figura 4). Durante este semestre encontramos el mayor número de grupos (Figura 4) y la mayor CPUE (Tabla 3); estos grupos están formados por modos presentes en todos o en la mayor parte de los meses que forman el semestre A. La llegada y salida con aproximadamente 2 meses de atraso, de los grupos 19, 20, 22, 25 y 26, puede haber sido causado por variaciones oceanográficas u otros factores desconocidos.

El semestre B está formado principalmente por modos presentes entre los meses de abril a agosto y apesar de que no se observa llegada de modos en el mes de marzo, para efectos prácticos consideramos el semestre B entre los meses de marzo a agosto. El semestre B estuvo compuesto por 10 grupos (grupos 3, 7, 10, 14, 23, 27 y 31 incluyendo también los grupos 1, 16 y 29).

Los grupos 6, 13, 18 y 21 que llegan en el medio del semestre B y salen en el medio del semestre A, se presentan como grupos atípicos.

En la Figura 3 observamos que durante los años de 1969 a 1971 los modos están un poco dispersos dificultando la identificación de los grupos o clases etarias, de 1972 a 1975, la secuencia de modos es más definida facilitando la identificación de los grupos y de 1976 a 1977 los modos se presentan nuevamente como en los tres primeros años; esta característica posiblemente sea cíclica. La llegada anticipada de los grupos 1, 16 y 29 también puede representar una característica cíclica.

La menor CPUE, cuando hay un intervalo de tiempo entre la salida de un grupo y la llegada de otro (criterio 3.3.1.a) se observa con mayor claridad en los meses de febrero-marzo y agosto-septiembre (Figura 5).

#### 3.4 Distribución y pesca

El rabil es encontrado durante todo el año en las regiones Sudeste y Sur del Brasil (Figura 6), capturándose en mayor cantidad durante los meses que corresponden al semestre A, de agosto a febrero (Tabla 3) presentando una media de CPUE de 2 peces por 100 anzuelos, en cuanto que en el semestre B (marzo a agosto) la CPUE fue de 1 pez por 100 anzuelos. El semestre A corresponde a la época de actuación de los palangreros en la región Sudeste, dirigiendo la captura a esta especie; la mayor abundancia del rabil en esta

época y área ya había sido observada por LIMA & WISE (1962) para los años de 1958 a 1961 apesar de que estos autores consideraban incomm realizar buenas capturas en latitudes superiores a 20° S. Es importante observar que durante los meses correspondientes al semestre B, aproximadamente en el segundo y tercer trimestres del año, las menores capturas de rabil estan influenciadas porque en esta época los atuneros actuan en la región Sur, dirigiendo la captura sobre otras especies, tales como el atún-blanco, *T. alalunga* (ZAVALA-CAMIN, 1978a), el patudo, *T. obesus* (ZAVALA-CAMIN, 1978b) y el pez-espada, *Xiphias gladius* (AMORIM, 1977). En la Figura 5 se observa que la presencia de las clases semestrales determinan variaciones en la densidad relativa, encontrando menor CPUE principalmente durante los meses que corresponden a las migraciones.

#### 4. HIPOTESIS DE LA MIGRACION SEMESTRAL

La hipótesis de la migración semestral fué la mas indicada para explicar el comportamiento del rabil en el Sudeste y Sur del Brasil, y al mismo tiempo permite explicar algunas observaciones referentes a la distribución y biología de la especie en el mundo.

##### 4.1 Reproducción

Considerando que no existe una actividad reproductiva en el Sudeste y Sur del Brasil, esta área deve ser exclusivamente de alimentación, de tal forma que durante los otros seis meses (menos el tiempo de migración) los grupos del rabil deven estar en las áreas de reproducción. La presencia alternada de dos grandes grupos semestrales en las regiones ecuatoriales y la observación de ALBARET (1976) de que la frecuencia de tamaño de los ovocitos sugieren desoves sucesivos durante un período de reproducción, pueden explicar la presencia de larvas de rabil durante todo el año en las regiones ecuatoriales, conforme observaron MATSUMOTO (1958, 1966), RICHARDS (1969), y ALBARET, CAVARIVIERE & CLAINE (1976). Además de la ausencia de actividad reproductiva en las latitudes altas del Brasil, observadas en el presente trabajo, la presencia de gónadas en actividad reproductiva durante casi todo el año en aguas tropicales en el Pacífico Oriental encontradas por SCHAEFER & ORANGE (1956), también fortalece la hipótesis de la migración semestral.

##### 4.2 Clases etarias

Las frecuencias mensuales de tallas que aparentemente continuan por uno, dos o tres años, encontradas en regiones relativamente pequeñas, han sido consideradas como pertenecientes a una misma clase etaria. Por otro lado, algunos autores muestran que el rabil realiza grandes migraciones en el Oceano Atlántico, HONMA & HISADA (1971, Figura 15) presentan una ruta migratoria que va de la región ecuatorial al Canadá y los grupos que migran al sur del Brasil también deven recorrer grandes distancias. Ante estas observaciones y considerando la hipótesis semestral, una clase etaria con mas de 6

meses en una determinada región estaría realmente formada por varias clases etarias que se complementan.

Otra observación que puede ser explicada por la hipótesis de migración semestral, es la presencia de clases etarias por periodos cortos de tiempo encontradas por HENNEMUTH (1961), LE GUEN & SAKAGAWA (1963) y principalmente por DAVIDOFF (1963) que las consideró como series secundarias que aparecen con seis meses de intervalo en relación a las series primarias y que en un determinado momento desaparecen. Las clases etarias que desaparecen sin duda migran a otras regiones (Sudeste y Sur del Brasil por ejemplo) donde permanecen por un periodo de seis meses y luego migran a otras regiones (o regresan a su región de origen) donde serán observadas como clases que aparecen o serán incluidas en alguna clase anual si la talla de los ejemplares de la clase que llega es semejante a la talla de los ejemplares que están migrando de la región.

#### 4.3 Anillos etarios

Las observaciones de YABUTA, YUKINAWA & WARASHIMA (1960 in SHOMURA, 1966) y de YANG, NOSE & HIYAMA (1969), de que los anillos etarios de las escamas se forman dos veces por año, un entre marzo y abril y otro entre septiembre y octubre, coinciden con las fechas de llegada y salida de los grupos semestrales del Sudeste y Sur del Brasil. De tal forma que es posible pensar que estos anillos se forman durante los periodos de migración, y la causa biológica de la formación de estos anillos puede ser explicada suponiendo que durante las migraciones el rabil no se alimenta (o se alimenta poco) y este ayuno puede explicar porque la CPUE es relativamente alta en el Sudeste y Sur del Brasil y baja en áreas vecinas (HONMA & HISADA, 1971; WISE & DAVIS, 1973).

#### 4.4 Formación de las clases etarias

Apesar de que las larvas de rabil son encontradas durante todo el año, indicando que el periodo reproductivo de la especie debe ser prácticamente continuo, LE GUEN & SAKAGAWA (1973) observaban con sorpresa que las edades determinadas por frecuencia de tallas y por lectura de escamas eran semejantes, porque estas características corresponderían a especies que tienen desove en periodos cortos del año. Apesar de que varios factores deben ser estudiados antes de obtener una respuesta apropiada, es posible hacer algunas observaciones teóricas: posiblemente, dos o más grupos provenientes de diferentes regiones se reproducen en la misma área (en un mismo semestre), estos grupos producirían varios desoves originando muchas frecuencias de tallas de larvas. Como los atunes adultos forman cardúmenes compuestos por ejemplares del mismo tamaño, este comportamiento debe predominar en las formas jóvenes, hasta que, en épocas específicas de migración, que pueden ser aproximadamente en marzo y septiembre, los grupos ya constituidos por ejemplares de tamaños semejantes, pero que no provienen necesariamente de un mismo grupo de reproductores, inician la migración. Grupos que tienen aproximadamente el mismo tamaño y que migran en una determinada época darían origen a modos de frecuencia de tallas bien claras con edad representada en los anillos de las escamas.

#### 4.5 Rutas migratorias y áreas de distribución

Siguiendo el raciocinio de la formación de las clases etarias, las rutas migratorias iniciales tal vez sean escogidas por los peces más numerosos provenientes de una misma origen, para dirigirse a las regiones de donde vinieron sus ascendientes. Entre los cardumenes de peces jóvenes (en un mismo semestre) debe haber un importante intercambio de individuos correspondientes a diversos grupos de reproductores, pero, después de haber iniciado la primera migración, las clases etarias deben conservarse independientes.

Las rutas migratorias que las clases etarias siguen año tras año son desconocidas y hasta ahora, de acuerdo con la hipótesis semestral, sólo podríamos saber que durante seis meses permanecen en la zona ecuatorial, para reproducirse y luego migrarían para permanecer durante el próximo semestre en el norte o el sur. Las migraciones al norte o al sur, pueden ser solamente a uno de esos puntos cardinales, o sea que la clase etaria migraría siempre del ecuador al sur (o al norte) todos los años, o puede ser que esas clases etarias migren, un año para el norte y otro para el sur y vice-versa después de cada período reproductivo.

Una observación general sobre los principales métodos de pesca del rabil, nos dan una idea sobre la distribución de esta especie. Los métodos son dirigidos a la captura de ejemplares distribuidos en dos camadas de agua: los de superficie (de 0 hasta aproximadamente 50 m de profundidad) capturados con cebo vivo y cerco, y los de profundidad (50 a 100 m aproximadamente), capturados con palangre. La pesca de superficie captura principalmente ejemplares pequeños, presentes en la zona ecuatorial formando cardumenes compactos y la pesca de profundidad captura ejemplares grandes, presentes hasta las latitudes 45° N y 45° S y que forman cardumenes dispersos. A partir de estas observaciones y considerando que el tamaño de los ejemplares debe influenciar en las distancias recorridas durante las migraciones, podemos deducir que los grupos de rabil tienen diferentes orientaciones migratorias que dependen del tamaño de los individuos que forman el cardumen. BAYLIFF & ROTHSCHILD (1974) observaron que, ejemplares marcados en la zona ecuatorial del Pacífico Oriental tenían orientaciones migratorias diferentes de acuerdo con su tamaño.

#### 5. CONCLUSION

El rabil capturado en el Sudeste y Sur del Brasil (23° S a 32° S y 038° W a 045° W) está formado principalmente por ejemplares de 1.5 (60 cm) a 4 (148 cm) años de edad. Los ejemplares en esta área han presentado tres características importantes: 1) Frecuencia de tallas que producen modos bien definidos, 2) Variaciones en la CPUE, generalmente encontrando los menores valores cada seis meses y 3) Ausencia de actividad reproductiva.

La forma clara y bien definida con que se presentan los modos de las frecuencias de tallas, se debe a que solamente han sido capturados ejemplares adultos, posiblemente porque la área estudiada está casi en uno de los extremos de distribución de la especie en el Océano Atlántico, lejos de la zona ecuatorial que es donde se realiza la reproducción y, porque fueron obtenidas muestras de capturas correspondientes a todos los meses del año du-

rante los nueve años estudiados. Los datos de captura y esfuerzo obtenidos mensualmente también han permitido una buena información de CPUE. La ausencia de actividad reproductiva fué una observación sorprendente que dió origen a un estudio cuidadoso de la estructura populacional para poder obtener una explicación apropiada.

La hipótesis de la migración semestral fué la mejor forma de explicar la ausencia de actividad reproductiva, hipótesis que también explica y al mismo tiempo es sostenida por la observación de los modos que muestran clases etarias presentes en periodos semestrales y por las variaciones semestrales de la CPUE. Los dos semestres del año corresponden a clases etarias con permanencia aproximada entre los meses de septiembre a febrero (semestre A) que tuvo una media de 2 peces por cada 100 anzuelos y de marzo a agosto (semestre B) con una media de 1 pez por cada 100 anzuelos.

Esta hipótesis también permite entender algunos aspectos biológicos observados en otros lugares del mundo y que no han sido explicados satisfactoriamente, como: la presencia de actividad reproductiva en la región ecuatorial durante todo el año, determinada por la presencia de larvas y de ejemplares con gónadas maduras; la formación semestral de anillos en las escamas; la existencia de las llamadas "clases secundarias" y la falta de consistencia en las frecuencias de tallas cuando estas son consideradas que están presentes durante uno o mas años en áreas relativamente pequeñas.

La identificación de las poblaciones del rabil representa un gran desafío para los científicos debido a su gran complejidad. Una de las tareas iniciales para su estudio consiste en identificar las clases etarias y conocer las áreas donde migran para saber cuales son las rutas migratorias que recorren durante toda su vida. Considerando las observaciones presentadas en este documento la distribución y las rutas migratorias del rabil deben depender: de la origen semestral de la clase etaria, del dominio de determinada clase etaria en la época y área de reproducción, de las condiciones favorables o desfavorables de las áreas de reproducción y de las áreas de alimentación, del tamaño de los ejemplares y también, de la intensidad de pesca a que son sometidas las clases etarias durante todo su periodo de vida. Podemos esperar que la identificación de las clases etarias sea mas difícil en la zona ecuatorial, porque ahí encontraremos ejemplares de todas las edades que darían mayor número de clases etarias, principalmente en los de menos de dos años de edad, mientras que en las altas latitudes encontraremos solamente ejemplares adultos y clases etarias bien definidas, como realmente sucede en el Sudeste y Sur del Brasil y posiblemente también sucede en el litoral Atlántico de los Estados Unidos.

La identificación de las clases etarias puede ser obtenida por medio de marcaciones, exámenes serológicos, bioquímicos, parasitológicos, morfológicos, etc asociadas a frecuencias de tallas y lecturas de escamas. BAYLIFF & ROTSCHILD (1974) observaron que era importante conocer la talla de los ejemplares marcados, pero creemos que ademas, es necesario identificar primero los modos presentes en la área, para trabajar con los ejemplares que representan el ápice de esos modos.

Reconociendo como verdadera la hipótesis de la migración semestral, conforme fué propuesta, en el Oceano Atlántico deben existir por lo menos dos poblaciones, una con periodo reproductivo (en la zona ecuatorial) aproximadamente entre los meses de marzo a agosto y que al final de ese tiempo migraría al sur y al norte (las clases etarias del semestre A de este documento formarían parte de la población que migraría al sur), y la otra, con

periodo reproductivo (también en la zona ecuatorial) aproximadamente entre los meses de septiembre a febrero y que luego migraría también al sur y al norte (las clases etarias del semestre B de este documento formarían parte de la población que migran al sur). A pesar de que HONMA & HISADA (1971) muestran migraciones de rabil del Atlántico oriental al occidental, también podemos llevar en consideración la hipótesis de HAYASI (1974), que separa los estoques orientales de los occidentales, lo que nos daría un total de cuatro poblaciones en el Océano Atlántico.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los hermanos Ono y al señor Ushimatsu Imay, propietarios de los barcos atuneros donde fueron realizados los cruceros de pesca, a la tripulación de esos barcos y en especial al piloto Sr. Akira Nakamura.

Agradecemos a la Cooperativa Mista de Pesca Nipo-Brasileira y a la Compañía Imay Pesca que nos proporcionaron las informaciones de los desembarques.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBARET, J.J. 1976. Maturité sexuelle, fécondité et sex-ratio de l'albacore (*Thunnus albacares*, Bonnaterre) du Golfe de Guinée, résultats préliminaires, ICCAT Col. Vol. Sci. Pap. V n° 1 (SCRS-1975): 86-93.
- ALBARET J.J.; A. CAVARIVIERI & S. S. CLAIRE. 1976. Périodes et zones de ponte de l'albacore de l'Atlantique d'après les études du rapport gonado-somatique et des larves, résultats préliminaires. ICCAT Col. Vol. Sci. Pap. V n° 1 (SCRS-1975): 94-100.
- AMORIM, A.F. de. 1977. Informe preliminar sobre las investigaciones del pez espada *Xiphias gladius* en el sudeste sur del Brasil, en el periodo de 1971-76. ICCAT Col. Vol. Sci. Pap. VI n° 2 (SCRS-1976): 402-407.
- BAILIFF, W.H. & B. J. ROTHSCHILD. 1974. Migrations of yellowfin tuna tagges off the southern coast of México in 1960 and 1969. (In English and Spanish) *Inter-Améric. Trop. Tuna Comm., Bull.*, 16 (1): 1-64.
- BARROS, A.C. & J. B. C. FONSECA. 1965. Análise das pescarias de atum e espécies correlatas no Atlântico tropical no ano de 1963. *Bol. Est. Pesca, Recife*, 5 (2): 23-32.
- DAVIDOFF, E.B. 1963. Size and year class composition of catch, age and growth of yellowfin tuna in the Eastern tropical Pacific Ocean, 1951-1961 (In English and Spanish). *Inter-Améric. Trop. Tuna Comm., Bull.*, 8 (4): 201-251.
- HAYASI, S. 1974. A hypothesis on population structure of yellowfin tuna in the Atlantic Ocean, mainly based on longline data. ICCAT Col. Vol. Sci.

- Pap. II (SCRS-1973): 40-48.
- HENNEMUTH, R.C. 1961. Size and year class composition of catch, age and growth of yellowfin tuna in the Eastern Tropical Pacific Ocean for the years 1954-1958 (In English and Spanish) *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull.*, 5: 1-112.
- HONMA, M. & K. HISADA. 1971. Structure of yellowfin tuna population in the Atlantic Ocean. *Bull. Far Seas Fish. Res. Lab.* (4): 93-124.
- LE GUEN, J.C. & G. T. SAKAGAWA. 1973. Apparent growth of yellowfin tuna from the eastern Atlantic Ocean. *Fish. Bull.* 71 (1): 175-187.
- LIMA, F.R. & J. P. WISE. 1962. Primeiro estudo da abundância e distribuição da albacora-de-lage e da albacora-branca na região ocidental do Oceano Atlântico Tropical, 1957-1961. *Bol. Est. Pesca, Recife*, 2 (10): 12-17.
- MATSUMOTO, W.M. 1958. Description and distribution of larvae of four species of tuna in central Pacific waters. *Fish. Bull.* 58 (128): 31-72.
- \_\_\_\_\_ 1966. Description and abundance of tuna larvae in the Pacific Ocean. In T. A. Manar (Editor). *Proceedings Governor's Conference of Central Pacific Fishery Resources, State of Hawaii*, p. 221-230.
- MIYAKE, M. & S. HAYASI. 1972. Manual de operaciones para las estadísticas y el muestro de túnidos y especies afines en el Oceano Atlántico. Madrid, Comisión Internacional para la Conservación del Atun Atlántico.
- PAIVA, M.P. 1961a. Sobre a pesca dos atuns e afins nas áreas em exploração no Atlântico Tropical. *Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Ceará*, 1 (1): 1-20.
- \_\_\_\_\_ 1961b. Cartas de pesca para os atuns e afins do Atlântico Tropical. *Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Ceará*, 1 (2): 1-14, 96 figs.
- \_\_\_\_\_ 1962. Notas sobre os atuns do Brasil. *Arq. Mus. Nac., Rio de Janeiro*. 52: 145-150.
- \_\_\_\_\_ & J. Y. LE GALL. 1975. Catches of tunas and tuna like fishes, in the longline fishery areas off the coast of Brazil. *Arq. Ciên. Mar.* 15 (1): 1-18.
- RICHARDS, W.J. 1969. Distribution and relative apparent abundance of larval tuna collected in the Tropical Atlantic during Equalant surveys I and II. In *Proceedings of Symposium of The Oceanography and Fisheries Resources of The Tropical Atlantic*, Abidjan, 1966. p. 289-315 UNESCO. Paris.
- SCHAEFER, M.B. & C. J. ORANGE. 1956. Studies of the sexual development and spawning of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) in three areas of the Eastern Pacific Ocean, by examination of gonads (In English and Spanish). *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull.*, 1 (6): 283-349.

SHOMURA, R.S. 1966. Age and growth studies of four species of tunas in the Pacific Ocean. In T. A. Manar (Editor). *Proceedings Governor's Conference of Central Pacific Fishery Resources, State of Hawaii*, p. 203-219.

WISE, J.P. & C. W. DAVIS. 1973. Seasonal distribution of tunas and billfishes in the Atlantic. *NOAA Tec. Rep. NMFS SSRF-662*: 1-24.

YABUTA, Y.; M. YUKINAWA & Y. WARASHIMA. 1960. Growth and age of yellowfin tuna. I. age determination (scale method). *Rep. Nankai Reg. Fish. Res. Lab.* 12: 63-74.

YANG, R.; Y. NOSE & Y. HIYAMA. 1969. A comparative study on the age and growth of yellowfin tunas from the Pacific and Atlantic Oceans. *Bull. Far. Seas Fish. Res. Lab.* 2: 1-20.

YONEMORI, T. & M. HONMA. 1976. A note on the size composition by sex of yellowfin tuna caught by japonese longline fishery in the Atlantic Ocean. *ICCAT Col. Vol. Sci. Pap.* V nº 1 (SCRS-1975): 29-30.

ZAVALA-CAMIN, L.A. 1974. Ocorrência de atuns no Sudeste e Sul do Brasil. *B. Inst. Pesca* 3 (3): 37-52.

\_\_\_\_\_ 1978a. Distribución del atún-blanco (*Thunnus alalunga*) en el Sudeste y Sur del Brasil (1969-1977). *B. Inst. Pesca. São Paulo*, 5(1): 26-39.

\_\_\_\_\_ 1978b. Distribución del patudo (*Thunnus obesus*) en el Sudeste y Sur del Brasil (1969-1977). *B. Inst. Pesca. São Paulo*, 5(1): 40-50.

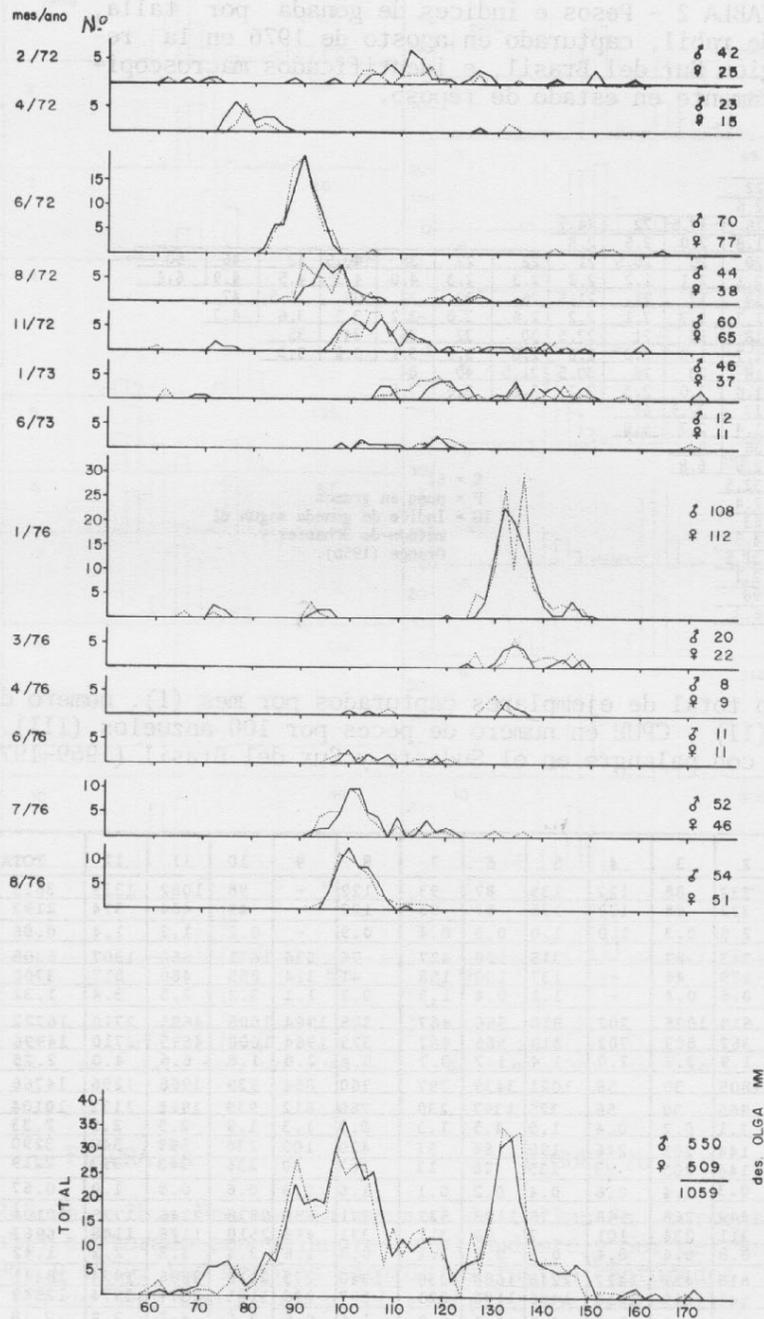


FIGURA 1 - Frecuencia de tallas por sexo, en número (N°) de ejemplares, de rabil capturado en el Sudeste y Sur del Brasil (Febrero 1972 - Agosto 1976).

———— = machos      - - - - - = hembras

TABLA 2 - Pesos e índices de gônada por talla, de rabil, capturado en agosto de 1976 en la región Sur del Brasil, e identificados macroscopicamente en estado de reposo.

cm	P	IG											
94	22	2.6											
96	16	17.5	22	24.5									
	1.8	2.0	2.5	2.8									
98	20	20	20.5	21	22	22	38	40.5	42	46	60		
	2.1	2.1	2.2	2.2	2.3	2.3	4.0	4.3	4.5	4.9	6.4		
100	17	17	21	21.5	26	30	32	35	36.5	47			
	1.7	1.7	2.1	2.2	2.6	3.0	3.2	3.5	3.6	4.7			
102	18	19	21	27.5	30	32	33	34	35				
	1.7	1.8	2.0	2.6	2.8	3.0	3.1	3.2	3.3				
104	18	23	26	30.5	31.5	40	84						
	1.6	2.0	2.3	2.7	2.8	3.6	7.5						
106	17	32.5	69										
	1.4	2.7	5.8										
108	36	86											
	2.9	6.8											
110	32.5												
	2.4												
112	63												
	4.5												
114	31.5												
	2.1												
116	98												
	6.3												

N = 51  
 P = peso en gramos  
 IG = índice de gônada segun el método de Schaefer y Orange (1956).

TABLA 3 - Número total de ejemplares capturados por mes (I), número de mues tras de tallas (II) y CPUE en número de peces por 100 anzuelos (III), de rabil capturado con palangre en el Sudeste y Sur del Brasil (1969-1977).

años	meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
1969	I	122	332	88	127	135	87	93	122	-	98	1082	1339	3625
	II	122	332	88	127	135	87	93	122	-	49	464	574	2193
	III	0.5	2.5	0.3	1.0	1.0	0.3	0.4	0.9	-	0.2	1.2	1.4	0.86
1970		786	343	87	-	315	100	427	76	536	1671	660	1307	6308
		573	179	46	-	137	100	158	41	314	855	480	817	3700
		1.1	0.6	0.4	-	1.1	0.4	1.3	0.2	1.1	3.2	2.5	3.4	1.32
1971		1821	619	1035	702	810	566	467	325	1964	1008	4695	2710	16722
		552	367	803	702	810	566	467	325	1964	1008	4695	2710	14996
		2.3	1.9	2.2	2.0	1.4	1.2	0.7	0.6	2.8	1.8	6.6	4.0	2.38
1972		1801	1805	30	56	1021	3439	797	760	854	939	1968	1296	14766
		1801	865	30	56	325	1397	230	760	612	939	1968	1121	10104
		5.0	3.1	0.2	0.4	1.9	4.5	1.3	0.9	1.3	1.9	2.9	2.9	2.33
1973		469	144	205	246	190	84	57	420	100	236	599	540	3290
		327	144	205	93	135	28	13	267	30	236	348	393	2219
		0.9	0.3	1.4	0.6	0.4	0.2	0.1	1.6	0.3	0.6	0.8	1.0	0.67
1974		542	449	268	168	75	123	521	371	688	2878	2246	1775	10104
		227	311	234	101	7	59	311	371	456	2510	1178	1148	6963
		1.1	0.8	0.4	0.4	0.1	0.2	1.1	0.7	1.6	3.4	3.3	2.2	1.42
1975		904	818	431	1427	2248	1688	1338	1340	275	2112	3886	1974	18441
		633	541	319	1014	1486	1108	1025	597	270	1185	2377	1974	12549
		1.3	1.3	0.8	1.5	2.8	2.6	1.9	1.6	0.5	2.6	4.7	3.8	2.18
1976		792	433	690	194	97	141	915	3236	2358	3994	2820	2169	17839
		791	433	690	194	97	135	893	2386	2236	3963	2769	2169	14123
		1.1	0.4	0.9	0.2	0.1	0.2	1.3	2.7	2.5	2.9	2.3	2.2	1.63
1977		1027	1692	1097	387	133	93	284	264	627	2379	775	943	9701
		102	32	149	196	59	46	196	169	63	1119	528	223	2882
		0.9	2.9	1.0	0.5	0.1	0.1	0.4	0.2	0.8	1.6	0.9	0.8	0.78

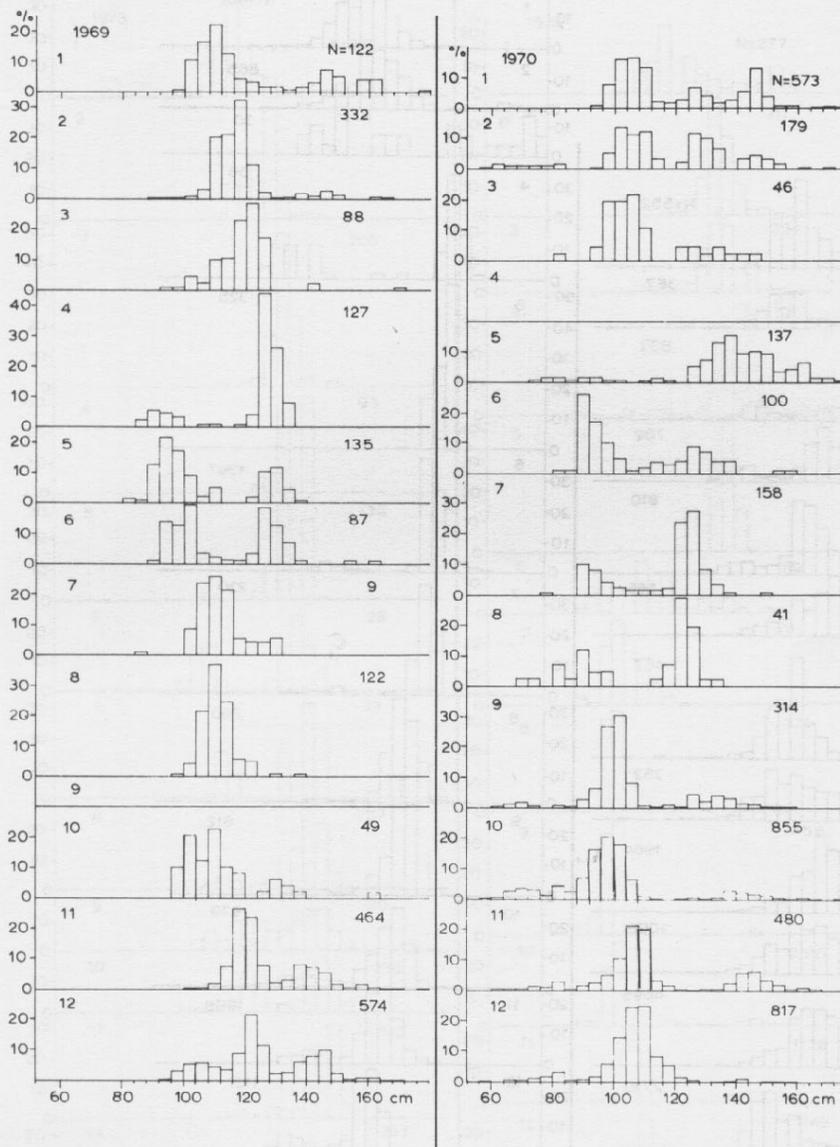


FIGURA 2a

FIGURA 2b

FIGURAS 2a y 2b - Frecuencia mensual de tallas en porcentaje, de rabil capturado con palangre en el Sudeste y Sur del Brasil en 1969 y 1970. Los menores ejemplares fueron capturados en mayo (2) de 1969 con 80 cm y febrero (1), noviembre (1) y diciembre (1) de 1970 con 52 cm y los mayores en enero (1) y noviembre (1) de 1969 con 176 cm y en enero (1), mayo (1) y octubre (1) de 1970 con 172 cm.

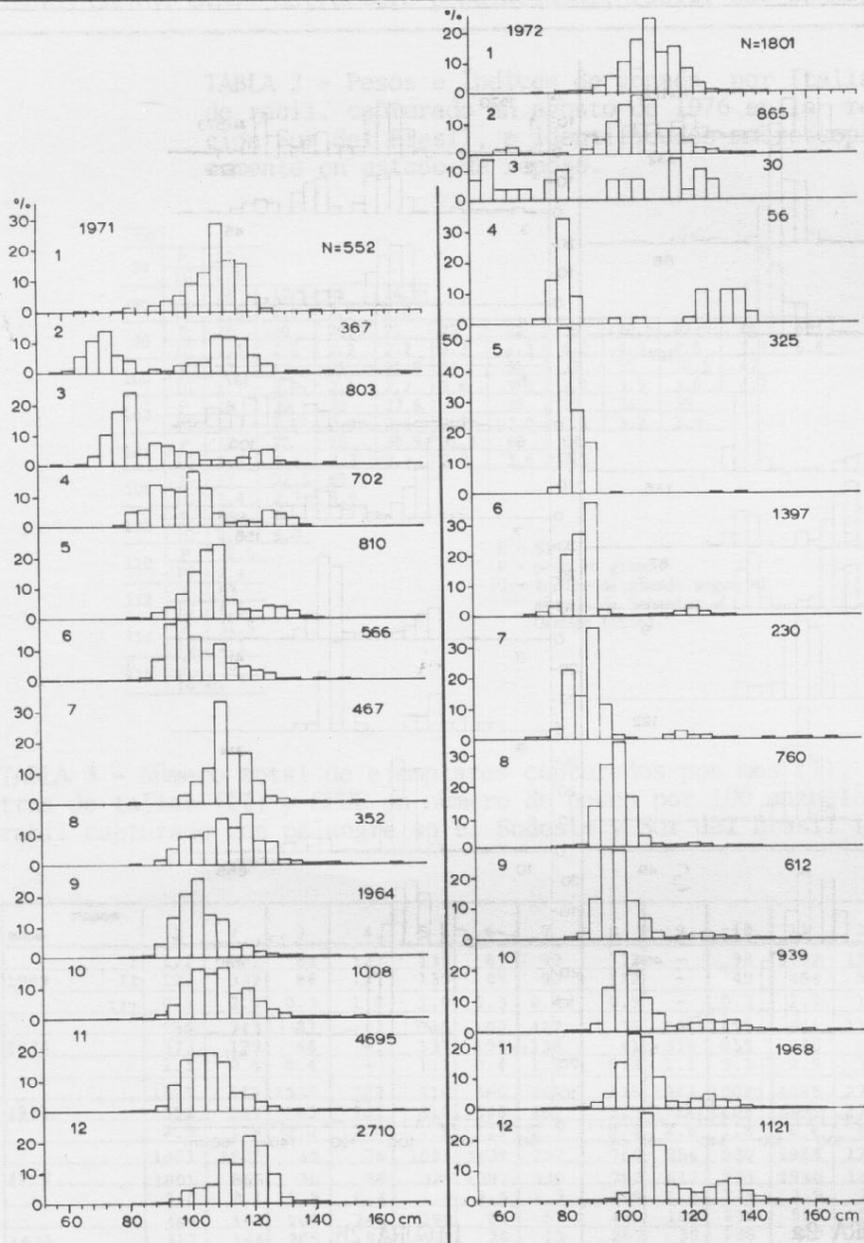


FIGURA 2c

FIGURA 2d

Figuras 2c y 2d - Frecuencia mensual de tallas en porcentaje, de rabil capturado con palangre en el Sudeste y Sur del Brasil en 1971 y 1972. Los menores ejemplares fueron capturados en febrero (2) y marzo (1) de 1969 y febrero (1) y marzo (2) de 1970 con 52 cm y los mayores en diciembre (2) de 1969 con 164 cm y octubre (2) de 1970 con 168 cm.

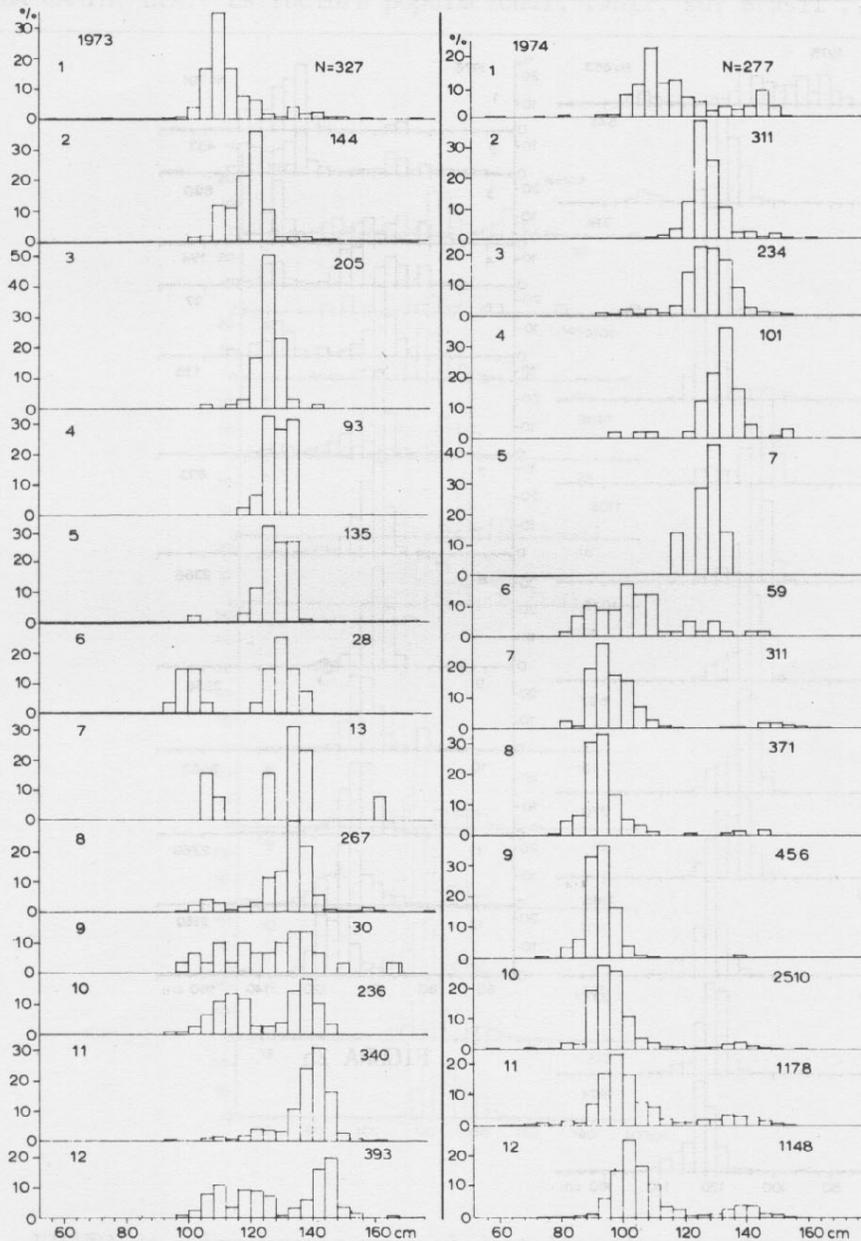


FIGURA 2e

FIGURA 2f

FIGURAS 2e y 2f - Frecuencia mensual de tallas en porcentaje, de rabil capturado con palangre en el Sudeste y Sur del Brasil en 1973 y 1974. Los menores ejemplares fueron capturados en enero (1) de 1973 con 68 cm y en enero (1) y noviembre (1) de 1974 con 52 cm y los mayores en agosto (1) de 1969 con 172 cm y octubre (1) de 1974 con 172 cm.

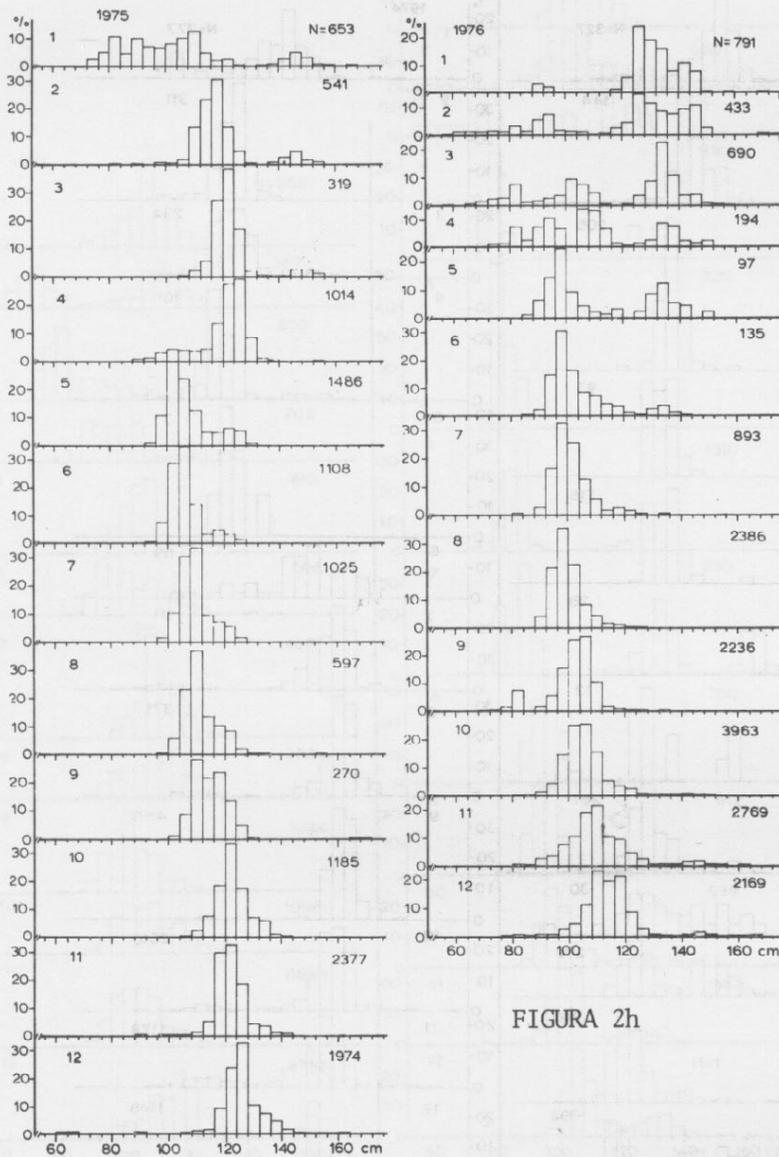


FIGURA 2g

FIGURA 2h

FIGURAS 2g y 2h - Frecuencia mensual de tallas en porcentaje, de rabil capturado con palangre en el Sudeste y Sur del Brasil en 1975 y 1976. Los menores ejemplares fueron capturados en di ciembre (4) de 1976 con 52 cm y enero (3), febrero (1) y marzo (1) de 1970 con 56 cm y los mayores en noviembre (1) de 1975 con 172 cm y enero (1) y febrero (1) de 1976 con 172 cm.

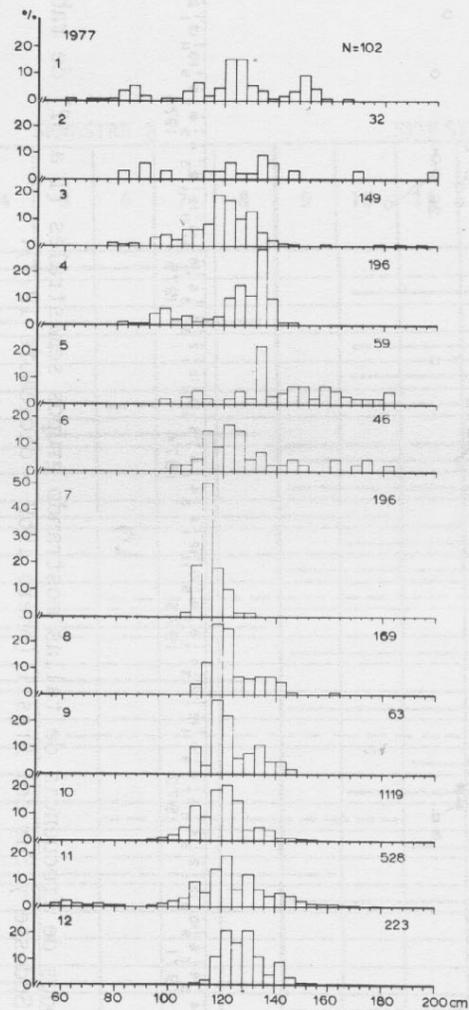


FIGURA 2i - Frecuencia mensual de tallas en porcentaje, de rabil capturado con palangre en el Sudeste y Sur del Brasil en 1977. Los menores ejemplares fueron capturados en noviembre (3) con 56 cm y el mayor en febrero (1) con 196 cm.

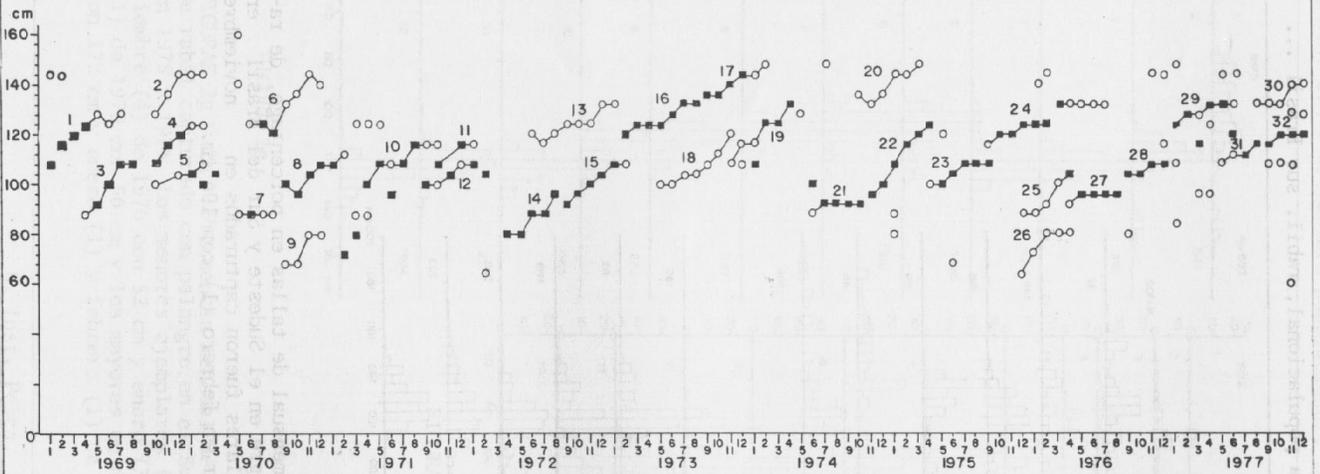


FIGURA 3 - Apices de los modos de frecuencia de tallas mostrando grupos semestrales (1 a 32) de rabil capturado por palangreros en el Sudeste y Sur del Brasil (enero 1969 - diciembre 1977).

■ = representa el modo dominante del mes.

○ = representa modos menores.

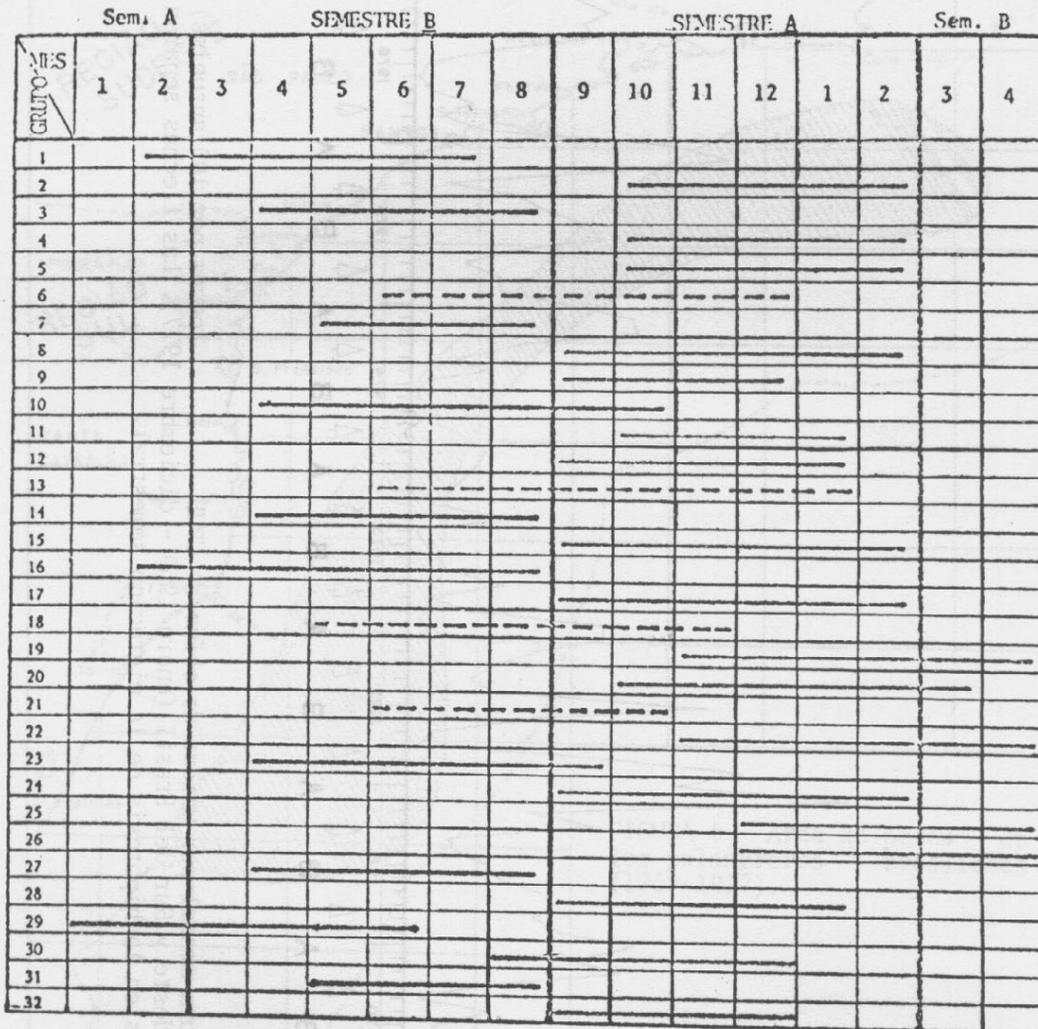


FIGURA 4 - Distribución mensual de los 32 grupos semestrales encontrados en el Sudeste y Sur del Brasil (1969-1977).

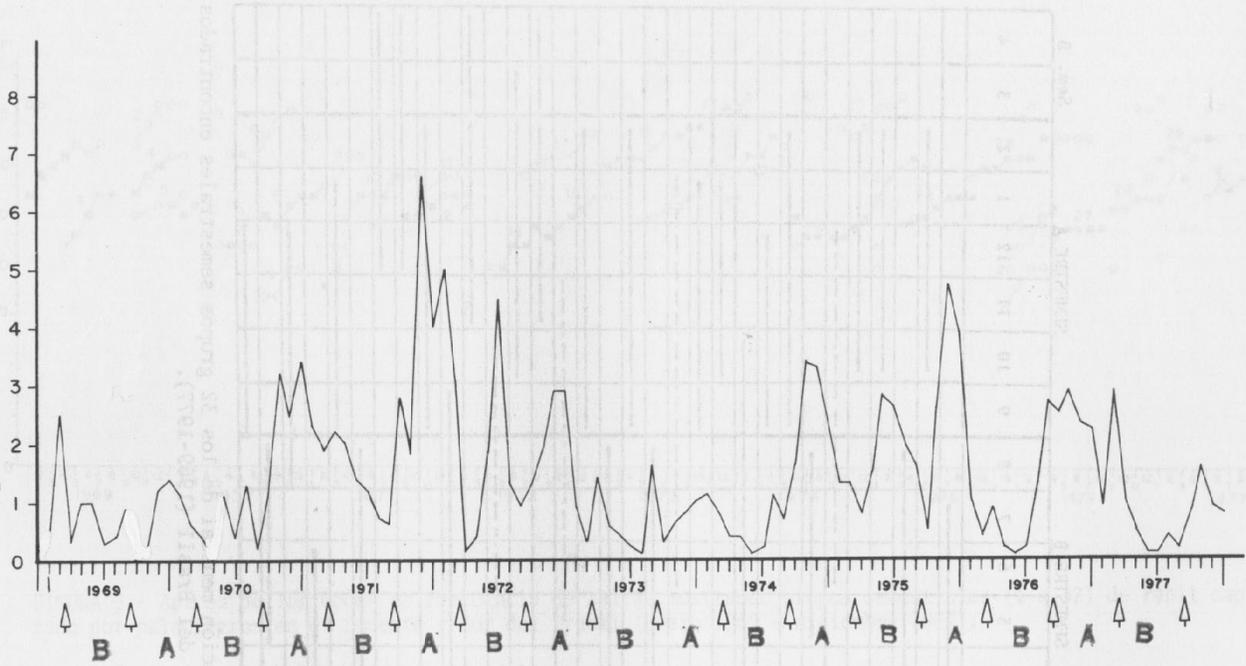


FIGURA 5 - Captura mensual por unidad de esfuerzo CPUE (peces por 100 anzuelos) de rabail capturado en el Sudeste y Sur del Brasil (enero 1969 - diciembre 1977). Las flechas separan los semestres A y B propuestos en la hipótesis de la migración semestral.

