

7. MEDIO AMBIENTE Y PESCA DE TÚNIDOS EN EL ATLANTICO TROPICAL ORIENTAL

por

J. M. Stretta

7.1 INTRODUCCION

El estudio del medio ambiente de los túnidos en el golfo de Guinea se inició en realidad por los trabajos de Postel (1955 y 1955a) en los atuneros "Gerard Treca" y "Albacore". Postel ha definido las zonas de distribución de las principales especies y también las líneas maestras de las relaciones de los túnidos con su medio ambiente. Posteriormente, Bane (1963) analizó los datos de la campaña del "Columbia" en 1959-1960 en las costas africanas de Liberia a Angola. El estudio de la relación atún/medio ambiente se prosiguió en el ORSTOM mediante los trabajos de Le Guen *et al.* (1965). A pesar de eso, como señaló Postel (1967), "los conocimientos adquiridos sobre la distribución y abundancia de túnidos en esta región del golfo se deben mucho más al análisis de datos de la pesca comercial que a datos específicos obtenidos por medio de campañas oceanográficas". En el momento actual se dispone de una buena cobertura estadística de la captura de túnidos, tanto para las pesquerías de superficie como para las de palangre. Este gran volumen de información permite realizar análisis en el espacio y en el tiempo mucho más precisos que si sólo dispusiéramos de datos resultantes de campañas oceanográficas.

La disponibilidad de túnidos en el espacio y en el tiempo está sometida a grandes variaciones, y los túnidos se agrupan solamente cuando coinciden ciertas condiciones ambientales. En otras palabras, la distribución de los túnidos en un ecosistema dado depende directamente de los parámetros físico-químicos y biológicos y de sus interacciones, es decir, de su acción sinérgica. Estos parámetros ambientales van a tener efectos directos e indirectos sobre los túnidos. Efectos directos sobre la mortalidad de las especies, sobre su crecimiento actuando sobre los factores que favorecen la presencia de alimento y sobre el reclutamiento; efectos indirectos sobre la migración, sobre la disponibilidad de los túnidos para los artes de pesca y, por tanto, sobre el esfuerzo pesquero.

El atún puede considerarse como el penúltimo eslabón de la cadena alimentaria, siendo el hombre el último; la explotación por el hombre deberá considerarse, no como una extracción "del exterior", sino como la inserción de un predador adicional en el ecosistema. De forma esquemática, esta cadena se inicia a partir de una producción primaria importante originada por la entrada de sales nutrientes en la capa eufótica y llega a los animales que constituyen las presas de los túnidos (micronecton, peces pelágicos, etc.) y, finalmente, a los túnidos y al hombre.

Entre los parámetros que se utilizan corrientemente para describir el medio ambiente y la distribución de los túnidos, la temperatura, y en particular la superficial, ha sido objeto de numerosos trabajos para definir las preferencias térmicas de las diferentes especies de túnidos. La temperatura de la superficie es un parámetro que desde hace muchos años se toma rutinariamente (por los pesqueros, los barcos mercantes y oceanográficos, mediante boyas, satélites, estaciones costeras), y de esa forma se dispone de mapas fiables de las temperaturas de superficie para amplios períodos de tiempo. Deberán tenerse en cuenta también otros parámetros que influyen potencialmente en la distribución y

capturabilidad de los túnidos: la profundidad de la termoclina y el gradiente de temperatura en su seno, la concentración de oxígeno disuelto, la salinidad, la velocidad de la corriente, el estado del cielo y de la mar, la velocidad del viento, etc. Por otra parte, las experiencias efectuadas en el Pacífico sobre la fisiología de los túnidos permiten fijar los límites fisiológicos con respecto a ciertos parámetros del medio ambiente (capítulo 6); la búsqueda de alimento y el comportamiento que acompaña a la reproducción van a ejercer también su acción sobre la distribución de los túnidos dentro de los límites definidos por estos parámetros físicos y fisiológicos (Blackburn, 1965 y 1965a; Sund *et al.*, 1981; Albaret, 1977).

Los valores límite de los parámetros ambientales que generalmente se tienen en cuenta para el estudio de la distribución de los túnidos se evalúan en su mayoría a partir de los datos de pesquerías. Al utilizar los datos de capturas comerciales se describe de forma incompleta la distribución real de los túnidos en el océano, ya que lo que se muestra es su disponibilidad para los distintos artes de pesca; los conocimientos siguen siendo nulos fuera de los estratos espacio-temporales estudiados por las pesquerías. En este capítulo analizaremos las principales zonas y temporadas de pesca de las flotas atuneras en el Atlántico tropical oriental, e intentaremos relacionarlas con los principales sistemas productivos que se conocen en la zona.

Estos sistemas productivos, descritos por Voituriez y Herbland (1982) presentados en la figura 7.1, son los siguientes:

- los afloramientos costeros permanentes al norte de los 20° norte y al sur de los 15° sur (estas zonas están situadas más allá del área de actividad de la flota atunera);
- los afloramientos costeros estacionales frente a las costas de Senegal y de Mauritania, de Ghana y de Côte d'Ivoire, y frente a las costas de Gabón y Congo al sur del cabo López;
- la divergencia ecuatorial;
- las cúpulas térmicas de Guinea y de Angola.

En su "Comparaison des systèmes productifs de l'Atlantique tropical" (Comparación de los sistemas productivos del Atlántico tropical), Voituriez y Herbland (1982) hacen hincapié en que "estos sistemas no son independientes unos de otros: el sistema de contracorrientes que participa en la dinámica de cada uno de ellos, y los controla en cierta medida, crea una relación notable que da a esta región una unidad que hay que tener presente cuando se estudia tal o cual ecosistema y sus variaciones".

7.2 DATOS Y METODOS

7.2.1. DATOS UTILIZADOS

Se emplea el conjunto de datos estadísticos de capturas y esfuerzo por flota según estratos de 1° - mes utilizados en el capítulo 4. Estos datos cubren el período 1969-1984.

Para efectuar el análisis fino de los estratos espacio-temporales de pesca utilizaremos los datos finos de los cuadernos de pesca a bordo de las flotas FIS y españolas (barcos de cebo y cerco) del período 1980 a 1983. Estos datos se encuentran disponibles por día de pesca y según las posiciones exactas tomadas por satélite; por otra parte, frecuentemente se encuentran disponibles las temperaturas medidas durante operaciones de pesca (para más o menos el 50% de las capturas) así como las estimaciones de talla de los individuos capturados. Los cuadernos de pesca a bordo utilizados abarcan entre un 80-90% de las capturas (según los años) de las flotas FIS y española.

No hay que perder de vista que estos datos constituyen estimaciones visuales reflejadas en los diarios de a bordo por los patrones de los atuneros, y por ello presentan diversas limitaciones:

- a veces, la estimación de la composición específica de las capturas carece de rigor; en particular, los patudos se confunden con frecuencia con los rabiles cuando tienen una talla parecida; los rabiles pequeños se confunden a menudo con los listados. Estos sesgos se ponen claramente en evidencia mediante los muestreos pluriespecíficos de talla (párrafo 8.1.3.), pero no se han corregido en el presente estudio.

- los tonelajes anotados por los patrones en los libros de a bordo, en el momento de meter el pescado en cubetas, están a veces mal evaluados.

- las estimaciones de talla de los individuos capturados son algunas veces imprecisas.

- no se ha hecho distinción entre los tipos de bancos, libres o asociados a diversos sistemas o animales marinos, cuando esos sistemas asociados pueden modificar la relación entre los túnidos y los parámetros ambientales (párrafo 6.1.7.)

Los datos térmicos empleados provienen de:

- para los datos históricos, del fichero de temperaturas de superficie obtenidas (en 1/10 de grado) por los barcos mercantes de 1964 a 1984 (NODC, USA), (los cálculos de las temperaturas de superficie medias mensuales por zona han sido realizados por C. Roy, ORSTOM).

- de los libros de a bordo de los atuneros, para las temperaturas asociadas a los lances.

7.2.2. DESGLOSE ESPACIO-TEMPORAL

7.2.2.1. Zonas

Para este estudio hemos delimitado ocho regiones (figura 7.2), y cada una corresponde a una estructura hidrológica particular y a una zona de pesca concreta.

Las ocho regiones elegidas presentan distintos tipos de situaciones hidrológicas y sistemas productivos diversos:

- el área Mauritania constituye una zona costera que se caracteriza por la presencia de un afloramiento estacional en el invierno boreal y de un frente térmico en verano;

- el área Senegal es una zona costera que prolonga el área Mauritania, y también se caracteriza por la presencia de un afloramiento estacional en el invierno boreal, alternando con aguas cálidas en verano;

- el área Guinea se caracteriza por la presencia de una estructura hidrológica en forma de domo (el domo de Guinea);

- el área Liberia es una zona de transición. Su estructura hidrológica es poco conocida; constituiría un área de convergencia entre la corriente de Guinea y la corriente ecuatorial sur;

- el área Ecuador se caracteriza en la temporada cálida (octubre a mayo) por la presencia de una cresta térmica al sur del ecuador, centrada en los 2-3° sur (sin que se produzca enfriamiento en la superficie) y en la estación fría (junio a septiembre) por la presencia de un enfriamiento y un enriquecimiento en sales nutrientes de la capa superficial, sin que se pueda hablar de un auténtico afloramiento;

- el área de Ghana es igualmente una zona costera, pero se caracteriza por la presencia de dos afloramientos estacionales, uno de enero-febrero que crea la pequeña estación fría, y el otro de julio a septiembre, que configura la gran estación fría.

- el área del cabo López es, asimismo, una zona costera que se caracteriza por la presencia de un afloramiento estacional de mayo a agosto, que crea una situación de tipo frontal;

- el área de Angola se caracteriza por la presencia de un domo térmico en el invierno boreal (el domo de Angola) y por un afloramiento costero en el verano boreal.

7.2.2.2. Estacionalidad

A partir de las capturas de las flotas FIS y españolas se han establecido estaciones de pesca para cada una de las regiones delimitadas, durante las cuales se producen las capturas más importantes. A continuación emplearemos para designar estos estratos el término zona y período de pesca, y no el de concentración de pesca. Este último término posee, en efecto, un sentido mucho más restrictivo, y corresponde a un fuerte reagrupamiento de peces explotados durante un corto espacio de tiempo en una zona de varios cientos de millas cuadradas.

Hemos seleccionado los siguientes períodos de pesca:

- el de Mauritania, de julio a septiembre.
- el de la zona Senegal durante abril y mayo, y de julio a septiembre.
- el de la zona Guinea de septiembre a noviembre, y de marzo a mayo.
- el de la zona Liberia, de enero a abril y de octubre a diciembre.

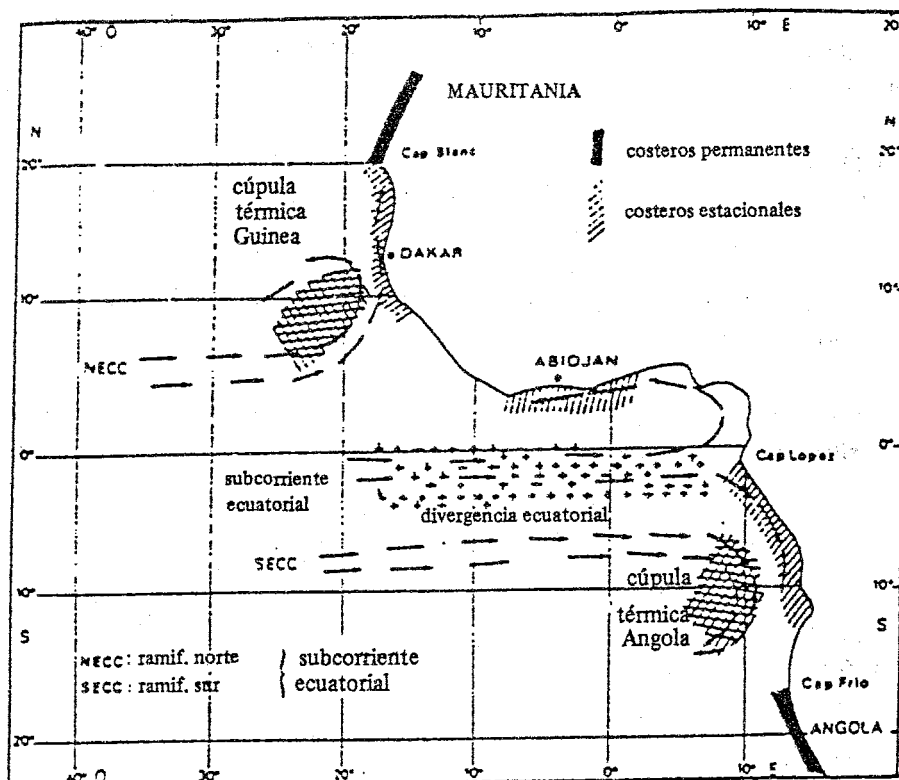


Figura 7.1 Diversas zonas ricas en nutrientes en el Atlántico tropical oriental. Se deben principalmente a la ascensión de aguas profundas a la superficie ("upwelling") entre julio y septiembre. Se encuentran frente a la costa y en el ecuador (Herbland et al., 1983).

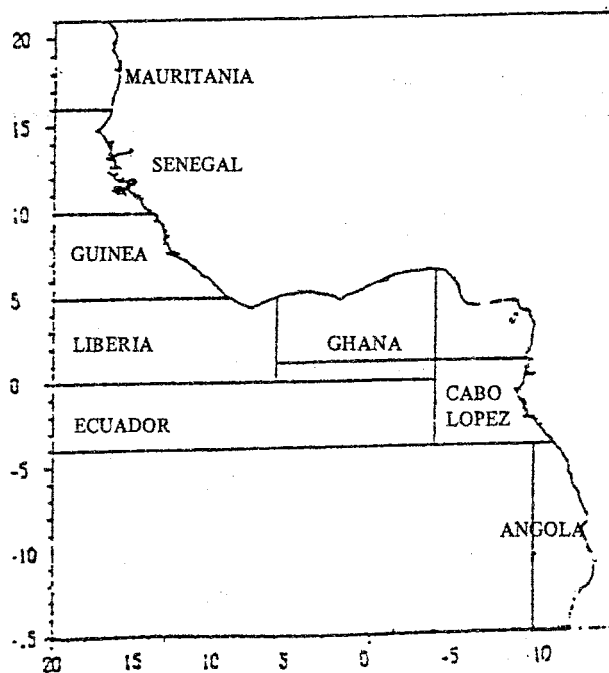


Figura 7.2 Los 8 sectores de pesca elegidos para el estudio de las relaciones entre tumbidos y medio ambiente.

- el de la zona Ecuador, que va de diciembre a marzo.
- el de la zona Ghana en julio, y de octubre a diciembre.
- el de la zona cabo López de mayo a septiembre, período que se ha dividido en dos subestaciones, la primera en mayo y junio y la segunda en julio, agosto y septiembre.
- el de Angola, que comprende los meses de febrero y marzo, así como septiembre y octubre.

7.3. RELACIONES ENTRE TUNIDOS Y PARAMETROS DEL MEDIO AMBIENTE

7.3.1. RELACIÓN ENTRE LAS CAPTURAS DE TÚNIDOS Y LA TEMPERATURA DE SUPERFICIE

7.3.1.1. Rabil

En el Atlántico tropical oriental, Postel (1955) ha fijado los límites térmicos del rabil a 21°C y 28°C, basándose en las capturas de barcos de cebo realizadas entre las costas mauritanas y el archipiélago de Bissagos. En la región de Pointe-Noire (Congo), Le Guen *et al.* (1965) observan capturas nulas o escasas en aguas con temperaturas inferiores a 23°C o superiores a 27°C. Según estos autores, la mayoría de las capturas y los mayores rendimientos diarios de los barcos de cebo y de los pequeños cerqueros se obtienen en aguas cuya temperatura de superficie se encuentra comprendida entre 24°C y 26°C. Bages y Fonteneau (1979) señalan para 1977 capturas de rabil entre 22°C y 29°C en el golfo de Guinea por la flota FIS. Stretta y Slepoukha (1986) definen una gama térmica de 20°C a 31°C en lances que sólo contenían rabil (todas las tallas mezcladas) efectuadas en bancos no asociados a restos flotantes. Hay que observar que este intervalo de temperaturas entre 20°C y 31°C corresponde a los valores mínimos y máximos identificados en el Atlántico tropical oriental.

Únicamente se analizarán las capturas de los atuneros FIS y españoles del período 1980 a 1983, ya que se consideran que son las más significativas debido a la importancia de las capturas hechas por estas dos flotas y a la completa cobertura geográfica de la zona. Las dos flotas unidas aportaron durante el período estudiado el 74% de las capturas de superficie industriales en la zona. La figura 7.3 presenta la distribución de los tonelajes y las frecuencias acumuladas de rabil capturado (todas las tallas mezcladas), según las diferentes temperaturas para estas flotas de cerqueros. Más del 60% de las capturas procede de aguas con una gama de temperaturas superiores a 26.0°C.

La distribución de las capturas de rabil en función de la temperatura difiere para las tres categorías clásicamente diferenciadas (figura 7.4): los peces de menos de 5 kg, los que se encuentran comprendidos entre 5 y 30 kg y aquellos que exceden de los 30 kg. Para la primera categoría, las capturas se efectúan principalmente entre 22°C y 30°C. Para la segunda categoría (rabil de 5 a 30 kg), la curva de las capturas presenta una plataforma en 24°C a 28°C. En cambio, la mayor parte de la rabil con un peso superior a los 30 kg se obtiene en aguas cuya temperatura superficial es superior a 25°C, produciéndose el 34% de las capturas en la cota de 28°C.

El rabil adulto se captura frecuentemente con palangre en la zona de agua infratermoclinal cuyas temperaturas se encuentran comprendidas entre 15°C y 20°C en el golfo de Guinea.

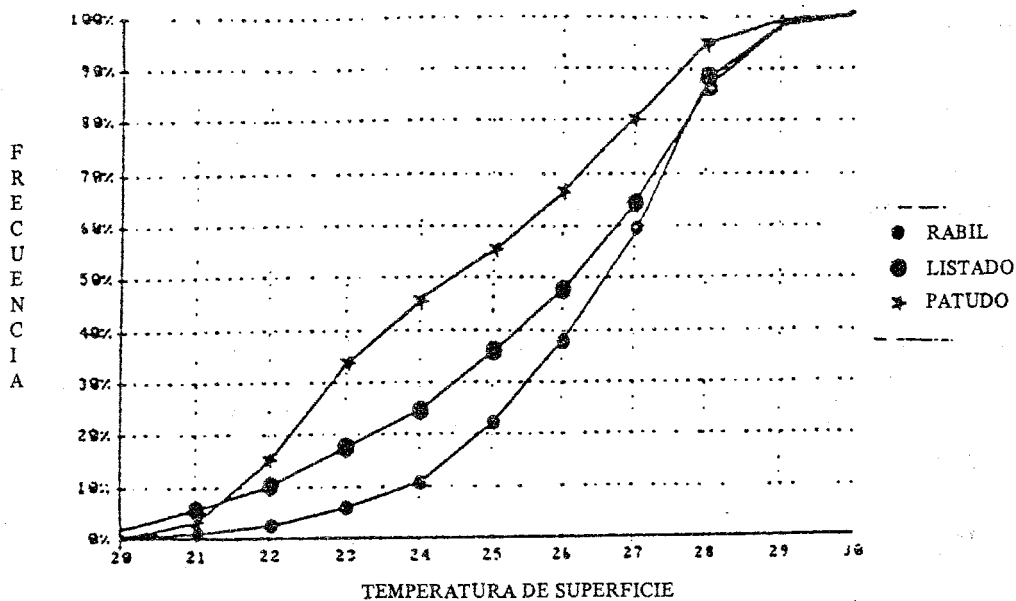


Figura 7.3 Porcentajes acumulados de las capturas de rabil, listado y patudo en función de la temperatura (la misma muestra que en las figuras 7.3 a 7.5).

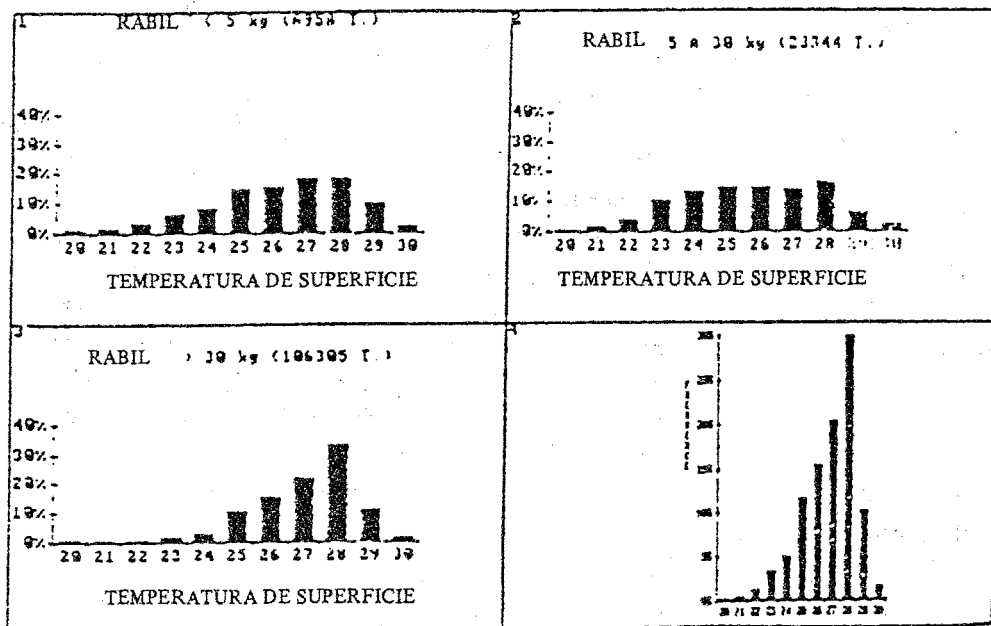


Figura 7.4 Capturas de rabil en función de la temperatura de superficie para los cerqueros FIS y españoles, período 1980 a 1983 (para lances de los cuales se conoce la temperatura de superficie y la composición específica por talla).

- (1) Rabiles de menos de 5 kg
- (2) Rabiles de 5 a 30 kg
- (3) Rabiles de más de 30 kg
- (4) Todas las tallas

7.3.1.2. Listado

En el golfo de Guinea, Bages y Fonteneau (1979) observan que el listado se captura entre 22°C y 29°C, es decir, en la misma gama térmica que el rabil. En un análisis efectuado sobre 1 152 lances que sólo contenían listado, Stretta y Slepoukha (1986) definen una gama térmica comprendida entre 20°C y 31°C.

La muestra seleccionada para describir la relación entre las temperaturas de superficie y las capturas de listado es la misma que en el caso del rabil.

La distribución de listados por clase de talla en función de la temperatura de superficie difiere según se trate de peces de menos de 2 kg, o comprendidos entre 2 y 6 kg, y los que poseen un peso superior a 6 kg (figura 7.5). Para los ejemplares de menos de 2 kg y los comprendidos entre 2 y 6 kg, las curvas son próximas, presentando ambas un máximo de capturas en la clase de 28°C. En compensación, la distribución de las capturas de listados con un peso superior a 6 kg presenta un máximo centrado en la clase de 25°C, que representa cerca del 50% de las capturas (la escasez de capturas de esta categoría, sólo 560 t, limita mucho el significado de este resultado).

7.3.1.3. Patudo

En el Atlántico tropical oriental, Pianet (1981) sitúa la preferencia térmica del patudo entre 20°C y 29°C, y entre 20°C y 22°C la de los patudos capturados por artes de superficie frente a las costas situadas entre el cabo López y Angola.

Como para el rabil, hemos analizado la distribución de las capturas de patudos de los cerqueros para individuos de menos de 5 kg, para los que tienen pesos comprendidos entre 5 y 30 kg, y para los de más de 30 kg en función de la temperatura. Para los patudos de menos de 5 kg (figura 7.6) se observa la existencia de dos modas centradas en 23°C y 28°C, el 60% de las capturas se realiza entre 26°C y 30°C; el tamaño muy pequeño de la muestra (445 t), debido principalmente a una identificación muy precaria de los patudos pequeños en los cuadernos de a bordo, la hace poco significativa. Para los patudos de 5 a 30 kg, la curva de las capturas por clase de temperaturas presenta claramente una plataforma entre 23°C y 29°C. En cambio, para los patudos de más de 30 kg, el 62% del tonelaje pescado se obtiene a temperaturas inferiores a 25°C.

Los patudos adultos se capturan principalmente con palangre, sobre todo con el profundo, en aguas infratermoclinales cuyas temperaturas están comprendidas entre 10°C y 15°C.

7.3.2. RELACIÓN ENTRE LAS CAPTURAS DE TÚNIDOS Y EL OXÍGENO DISUELTO

La cantidad de oxígeno disuelto en la masa de agua juega un papel importante en la fisiología de los túnidos, como se ha visto en el párrafo 6.1.6. Sharp (1978) sitúa las necesidades mínimas de oxígeno en 1,5 ml/l para el rabil y en 0,5 ml/l para el patudo. Barkley *et al.* (1978) proponen el valor de 5 ppm (alrededor de 3.5 ml/l) de oxígeno disuelto para aplicarlo en la elaboración de un modelo de distribución del listado. Estos autores han podido así confeccionar mapas de distribución del listado en el Pacífico. Respecto al océano Atlántico, Ingham *et al.* (1977) y Evans *et al.* (1979) diseñaron mapas

de distribución potencial de los listados a partir del nivel menor de inmersión de la isoterma 18°C o de la isopleta 3.5 ml/l de oxígeno disuelto. Los segundos autores observan que el listado es capaz de vivir entre los 40° norte y 34° sur, y opinan que en las zonas costeras que presentan afloramientos, en las latitudes superiores a los 15°, el hábitat del listado está condicionado por la profundidad de inmersión de la isoterma 18°C, mientras que en la banda ecuatorial, entre 15° norte y 15° sur, este hábitat se encuentra condicionado sobre todo por la concentración de oxígeno disuelto. Sin embargo, en la región sudoriental del Atlántico, frente a Angola, los listados se capturan en el tercer trimestre generalmente dentro de zonas donde la oxiclina se encuentra muy superficial, entre 30 y 50 metros de profundidad (figura 3.13).

7.3.3. RELACIÓN ENTRE LAS CAPTURAS DE TÚNIDOS Y LA SALINIDAD EN LA SUPERFICIE

En el golfo de Guinea, fuera de la bahía de Biafra (nordeste del golfo de Guinea), la salinidad en superficie varía del 32 al 36 ‰. No es posible definir las zonas de distribución de los túnidos en función de la salinidad en superficie, salvo el hecho de que la baja salinidad explica probablemente las pobres capturas realizadas en la zona nordeste del golfo.

La salinidad no parece tener un efecto directo sobre los túnidos (Blackburn, 1965; Sund *et al.*, 1981). Dentro de los estudios llevados a cabo sobre ejemplares de rabil y listado en cautividad, Dizon (1977), no ha observado variaciones en la velocidad de natación o en el comportamiento de esos túnidos cuando la salinidad descendía del 34 al 29 ‰. Si se permanece dentro de la gama de valores que habitualmente se encuentra en el medio natural, podría admitirse que los túnidos serían insensibles a las variaciones naturales de salinidad. No obstante, Donguy *et al.* (1977), observan relaciones muy claras entre la importancia de las capturas de listado y la salinidad en el Pacífico occidental. En los ejemplos presentados por estos autores, la salinidad de superficie se encuentra relacionada con las condiciones oceanográficas particulares tales como el afloramiento ecuatorial causado por viento del este y un fenómeno de formación de domo hacia los 10° sur debido al viento del oeste. En esos dos casos, Donguy *et al.* (1977) indican la presencia de un enriquecimiento superficial. La salinidad en superficie constituye en esos casos sólo uno de los principales indicadores de estos mecanismos de enriquecimiento, y no el parámetro que influye directamente sobre el comportamiento del listado.

En el golfo de Guinea, Caverivière *et al.* (1976) ponen de manifiesto la existencia de una relación entre la salinidad y la abundancia de larvas o la puesta del rabil: no han observado nunca larvas en aguas con una salinidad inferior a 33.5‰. Por el contrario, para el patudo y el listado se han encontrado larvas en aguas con 31‰.

7.3.4. RELACIÓN ENTRE LAS CAPTURAS DE TÚNIDOS Y LA TERMOCLINA

En este epígrafe no se tratará sobre la distribución vertical de los túnidos; que ya se abordó en el capítulo 6. El término termoclina utilizado por los pescadores se refiere más a la profundidad de la capa homogénea de superficie o "profundidad de la termoclina", que al gradiente térmico vertical que se halla bajo esa capa homogénea.

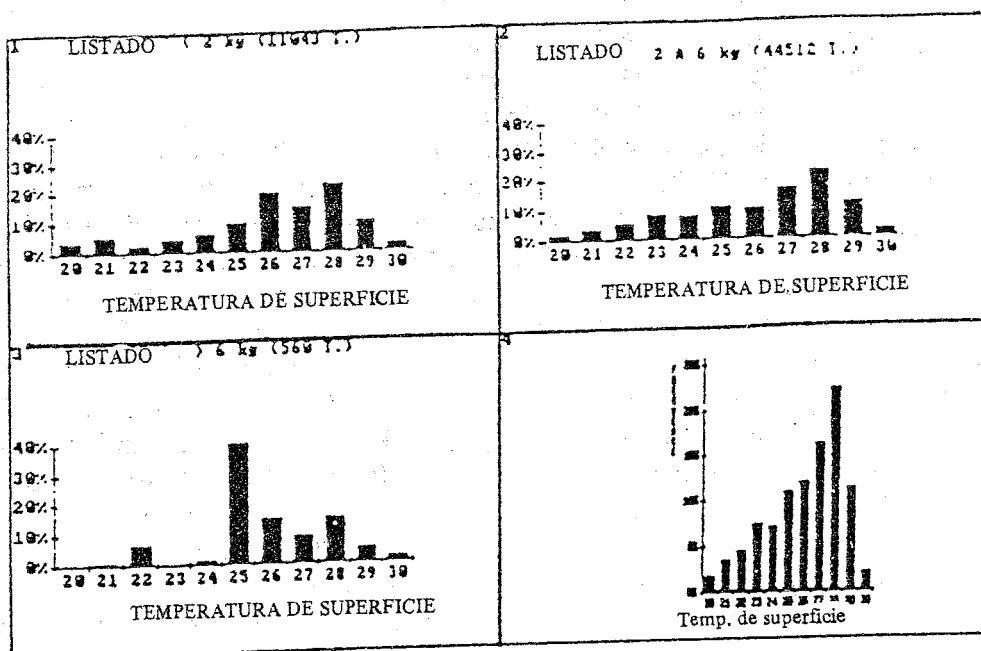


Figura 7.5 Capturas de listado en función de la temperatura de la superficie, para los cerqueros FIS y españoles, período 1980 a 1983 (submuestra de los lances cuya temperatura en superficie y composición específica por talla se conoce):

- (1) listados con menos de 2 kg.
- (2) listados de 2 a 6 kg.
- (3) listados de más de 6 kg.
- (4) todas las tallas

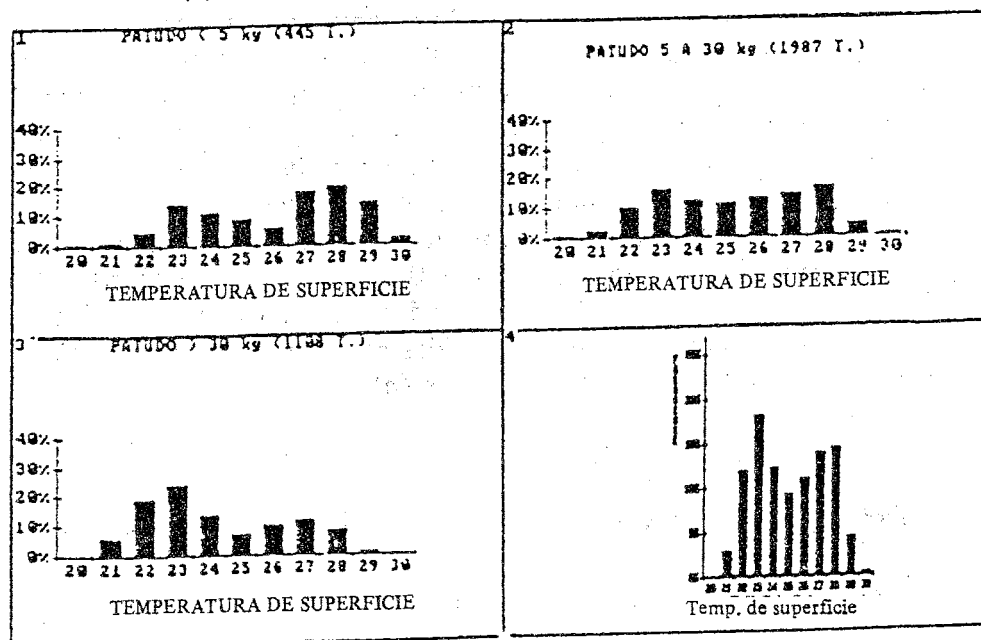


Figura 7.6 Capturas de patudo en función de la temperatura de la superficie, para los cerqueros FIS y españoles, período 1980 a 1983 (submuestra de los lances cuya temperatura en superficie y composición específica por talla se conoce):

- (1) patudos con menos de 5 kg.
- (2) patudos de 5 a 30 kg.
- (3) patudos de más de 30 kg.
- (4) todas las tallas

Green (1967) analiza la tasa de lances positivos en función de la profundidad de la termoclina. De su estudio sobre 1 855 lances de cerco en el Pacífico oriental tropical, resulta que la tasa de lances positivos aumenta cuando la capa homogénea es pequeña. Para este autor, los mayores porcentajes de lances positivos se dan cuando la termoclina se encuentra a menos de 18.4 m y el gradiente de temperatura en la termoclina es superior a 0,55°C. En su opinión, estas mejores tasas de lances positivos se explican por la baja proporción de oxígeno disuelto (<1 ml/l) que se observa justo debajo de la termoclina. Blackburn y Williams (1975) señalan que en el Pacífico tropical oriental la abundancia máxima de listados se sitúa en las zonas donde la capa homogénea está a menos de 40 metros. Sharp (1978) estudia las variaciones de la vulnerabilidad del rabil al cerco en función de la hora del día, de la profundidad de la capa homogénea y de la profundidad de las isoterms 23°C y 15°C durante un período de 6 meses. La elección de estas isoterms se hizo en función de criterios fisiológicos. Para la captura de tñidos no asociados a bancos de delfines, este autor observa en el Pacífico oriental tropical una fuerte correlación ($r = 0.94$) entre la captura por unidad de esfuerzo y la profundidad de la isoterma 23°C y llega a la conclusión de que la vulnerabilidad máxima del rabil en esta región tiene lugar en zonas donde la isoterma 23°C se encuentra a una profundidad superior a los 45 metros y donde la isoterma 15°C está por encima de los 73 metros. Hay que señalar que en el Pacífico tropical occidental los cerqueros pescan en aguas donde la termoclina se encuentra a una profundidad superior a los 150 metros. Evans *et al.* (1980) indican igualmente que en el Pacífico tropical oriental, el número de lances positivos que contenían listado es máximo cuando la capa homogénea está a 15 metros.

En el sector estudiado no se ha efectuado ningún análisis detallado de este problema; sin embargo se constata que, en términos globales, la zona de pesca de los tñidos tropicales por artes de superficie en la zona coincide con el lugar donde la termoclina está próxima a la superficie, como se aprecia claramente en la figura 7.7.

Los experimentos de telemetría acústica indican que un banco de rabil nada principalmente entre la superficie y la base de la termoclina, mientras que un individuo aislado tiene tendencia sobre todo a dirigirse hacia la termoclina (Carey y Olson, 1981). En el Atlántico, y utilizando una marca ultrasónica, Levenez (1981) muestra que un listado puede efectuar numerosos e importantes movimientos verticales y salvar la termoclina; también ha observado a un listado pasar rápidamente de una temperatura de 28°C en superficie a una temperatura inferior a 11°C a 400 metros. A esta profundidad, el contenido en oxígeno era probablemente inferior al 1.5 ml/l. Los listados se sumergirían en aguas frías durante incursiones breves pero repetidas para permitir una disipación directa en el medio del calor producido por los músculos (párrafo 6.1.5.).

7.3.5. RELACIÓN ENTRE TÑIDOS Y PRODUCTIVIDAD DE LAS AGUAS

7.3.5.1. Productividad de las aguas intertropicales

Antes de describir y de analizar los diferentes sistemas productivos, vamos a estudiar la productividad de las aguas oligotróficas anterior a la entrada en funcionamiento del sistema productivo. Un agua oligotrófica es un agua pobre en nitratos y en la cual no existe producción nueva; sólo subsiste una producción de regeneración.

De forma clásica, se admite que el Atlántico tropical es escasamente productivo, a excepción de las zonas donde las condiciones del medio hacen que afloren a la superficie abundantes sales nutrientes (Herbland *et al.*, 1983). En el Atlántico tropical oriental, Herbland y Voituriez (1977) han definido durante la temporada caliente una Estructura Tropical Típica (STT), es decir, un sistema con dos capas en el cual la de superficie se encuentra desprovista de nitrato. Reproducimos la descripción de Herbland *et al.* (1983) relativa a la estructura tropical típica: "Bajo una capa homogénea caliente sin nitrato, con poca clorofila y saturada de oxígeno, la nitraclina coincide siempre con el máximo de clorofila y la oxiclina. Su nivel se sitúa por encima o por debajo del gradiente térmico máximo según la profundidad y, sobre todo, la intensidad de este último". Estos autores precisan que "la profundidad de la nitraclina sería un indicador de la intensidad del flujo de nitrato en la zona eufótica y que la profundidad de la nitraclina se convierte en el hilo conductor que permite enlazar los domos más productivos con las convergencias más profundas". Esta estructura tropical típica deja de existir cuando el nitrato aparece en superficie. En la zona tropical, la producción primaria es generalmente más fuerte en la base de la capa homogénea, donde la aparición de sales nutrientes en la capa eufótica estimula la nueva producción. A pesar de ello, el funcionamiento de un ecosistema oligotrófico sigue siendo un enigma en la actualidad (Herbland, com. pers.).

Lo que condiciona la riqueza de una zona en fitoplancton es la intensidad de la nueva producción que se genera a partir del nitrato procedente de aguas profundas, ya que la producción de regeneración consume compuestos orgánicos nitrogenados, y sobre todo urea y ácidos aminados, que ya han costado energía al ecosistema para ser producidos.

Brandhorst (1958) señala que uno de los principales factores que influye en la agregación de peces pelágicos en las aguas tropicales es la presencia de alimentos que a su vez dependen de la producción del fitoplancton; en el Pacífico tropical oriental, este autor halla una relación inversa entre la profundidad de la termoclina y la cantidad de zooplancton, y esta cantidad de zooplancton parece estar ligada, en algunas regiones, a la abundancia de túnidos.

En el Atlántico tropical oriental, Le Borgne *et al.* (1983) observan igualmente que en las estructuras tropicales típicas la biomasa de zooplancton es tanto más elevada cuanto más delgada es la capa homogénea superficial, y por lo tanto la termoclina se encuentra más próxima a la superficie. Al contrario, en las aguas oligotróficas donde esta capa es espesa, la biomasa de zooplancton es escasa.

Si consideramos el macroplancton-micronecton (animales de unos 0.5 a 10 cm), Roger (1982) encuentra en las aguas oligotróficas una pobre biomasa de estos animales, con 311 mg/m² en peso seco frente a 1 165 mg/m² en la zona más rica del Atlántico tropical (según este autor, 1 g de peso seco por m² de macroplancton-micronecton de media anual representa 5 toneladas de biomasa fresca por km²). A nivel taxonómico, los crustáceos representan el 57% de la biomasa total del micronecton, y los peces el 29%. En las zonas oligotróficas, el 47% de la biomasa se concentra en los primeros 100 metros durante la noche, frente al 7,1% durante el día.

7.3.5.2. Los procesos de enriquecimiento

Existen en el Atlántico tropical diferentes procesos de enriquecimiento de las masas de agua. Hemos agrupado en la tabla 7.1 las tasas de producción primaria máxima observadas en el Atlántico tropical oriental en el seno de los diversos sistemas productivos.

Estas zonas de enriquecimiento poseen un factor común: la elevación de la termoclina en la capa eufótica. En las zonas de elevación de sales nutrientes en la capa eufótica es donde tiene lugar el proceso de fertilización de la masa de agua (Margalef, 1978). En sus experimentos de fertilización artificial de aguas oligotróficas del Mediterráneo con nitratos y fosfatos, Fiala *et al.* (1976) señalan que el máximo desarrollo del fitoplancton tiene lugar después de 6 a 10 días.

En el Atlántico tropical oriental, la producción intensiva de fitoplancton tras el enriquecimiento en nitratos de la capa eufótica va a estar limitada por el ramoneo intensivo de los herbívoros. La relación lineal positiva entre la clorofila y peso seco del zooplancton señalada por Le Borgne *et al.* (1983) explica el paralelismo entre las biomásas zoo y fitoplanctónicas. Esta relación existe tanto en las aguas oligotróficas como en el "upwelling" ecuatorial. Le Borgne *et al.* (1983) observan que con el aumento de la producción primaria, no sólo se produce un incremento de la biomasa de fitoplancton, sino también un aumento del tamaño de las células. Por otra parte, Jones (1982) observa igualmente que los individuos de mayor tamaño en cada nivel trófico tienden a crecer con el aumento de la producción primaria y que esta tendencia aparece en niveles elevados de la cadena alimentaria. Asimismo, los peces de talla comercial pueden alimentarse a niveles progresivamente más bajos de la cadena alimentaria. Con el aumento de la producción primaria, crece la talla de los individuos más grandes en cada nivel trófico, y la cadena alimentaria tiende a ser relativamente corta (Jones, 1982). Además, este autor subraya el hecho de que en una zona de afloramiento de agua a la superficie el transporte horizontal de la masa de agua es un factor importante, ya que debe durar el tiempo suficiente como para permitir el desarrollo de la cadena alimentaria.

Le Borgne *et al.* (1983) mencionan también la "posibilidad (para el micronecton) durante un aumento de la biomasa fitoplanctónica, de incrementar la parte de algas de su ración en detrimento de las otras partículas: de un régimen omnívoro podría pasar a un régimen francamente fitófago". Este cambio de régimen alimentario podría acompañarse de un cortocircuito de la cadena alimentaria. Esto es lo que sugiere Jones (1982) para una cadena trófica que termina en los túnidos del golfo de Tailandia. Es así como la cadena trófica que se inicia en el fitoplancton para terminar en los túnidos puede valerse de dos caminos (figura 7.8). El primero, más largo, atraviesa dos etapas hasta llegar a los túnidos: los herbívoros en su sentido más amplio, después las larvas de peces y los juveniles, y/o los invertebrados predadores. El segundo camino sólo pasa por una etapa hasta llegar a los túnidos: las alachas, anchoas, caritas (pequeños pelágicos costeros) y el micronecton.

En la zona de afloramientos, los mayores herbívoros son los peces. Se ha descrito esta forma de cortocircuito de la cadena alimentaria para los túnidos frente a Baja California (Griffiths, 1965 y Blackburn, 1969a). En la zona frontal, el rabil y el listado se nutren principalmente de una especie: el cangrejo rojo *Pleuroncodes planipes*; este cangrejo pelágico es un herbívoro.

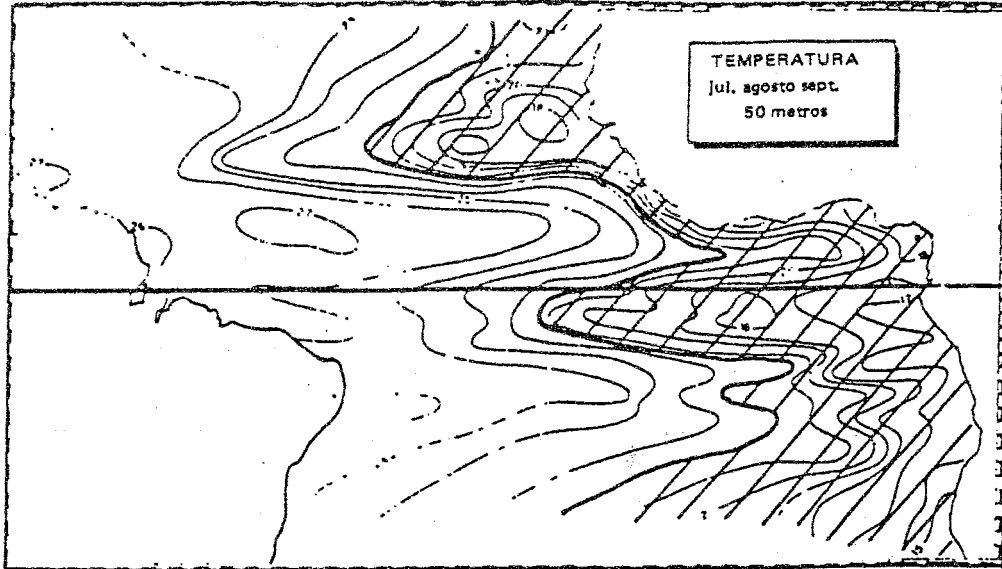


Figura 7.7 Zona de termoclina superficial en el Atlántico intertropical, definida por la isoterma 22° a una profundidad superior o igual a 50 m (en el tercer trimestre, según el atlas de Merle, 1978).

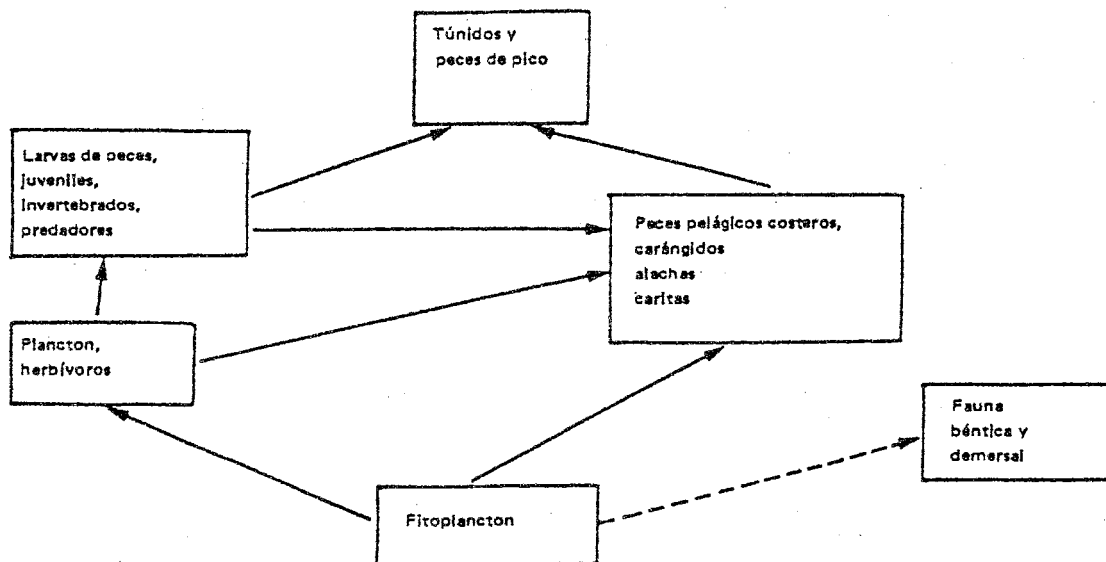


Figura 7.8 Esquema de la cadena trófica que termina en los túnidos en el golfo de Tailandia, según Jones, 1981.

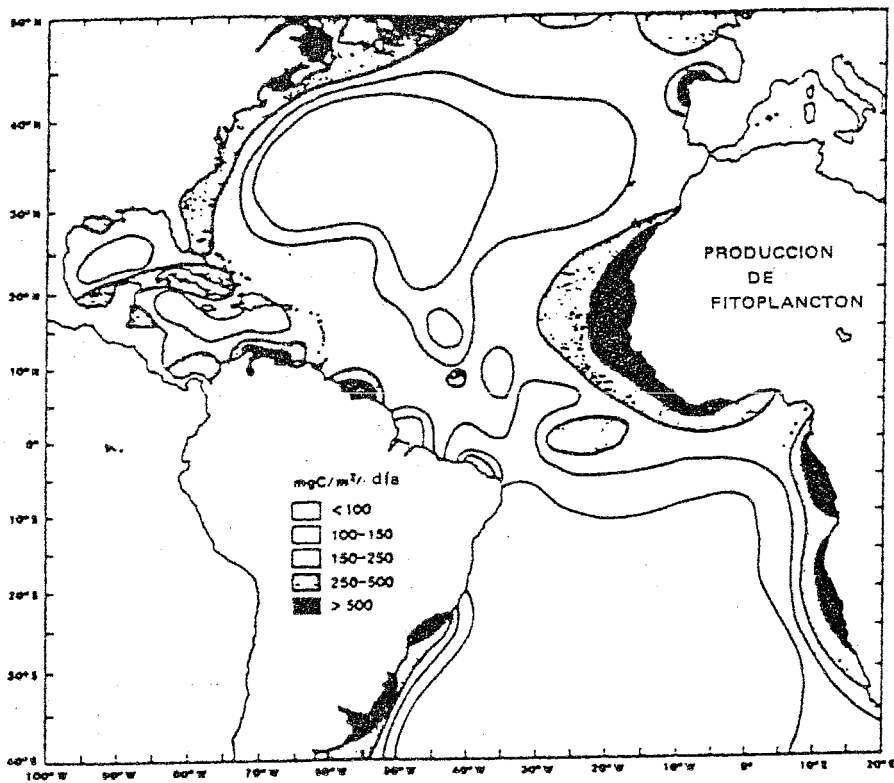


Figura 7.9 Producción fitoplanctónica media en el Atlántico (según Koblentz, Mishka et al., 1970; FAO, 1972).

Los esquemas que acabamos de describir son válidos para las zonas de afloramientos costeros y para las zonas frontales que se encuentran asociadas a éstos en el golfo de Guinea. En ausencia de estructuras frontales surgidas de una elevación de agua fría a la superficie, los procesos de maduración de la masa de agua son más lentos. No obstante, Herbland *et al.* (1983) precisan "que no es necesario que las sales nutrientes alcancen la superficie para que la zona sea productiva y que en la capa homogénea se produzca una gran actividad". Se plantea la cuestión de saber si esta productividad es suficiente para alimentar una producción terciaria capaz, a su vez, de soportar concentraciones de túnidos. Herbland *et al.* (1983) estiman "que las variaciones a corto plazo de las condiciones hidrológicas tienen probablemente más importancia de la que pensamos".

7.3.5.3. Conclusión

Con independencia de la complejidad de los mecanismos de productividad que entran en juego, es sorprendente observar la gran correlación que existe entre las zonas de fuerte producción planctónica (figura 7.9) y las de importantes capturas de túnidos (figura 4.11).

7.3.6. CADENA TRÓFICA Y NUTRICIÓN DE LOS TÚNIDOS

En el golfo de Guinea, Dragovich (1970) describe la cadena trófica que concluye en los túnidos, analizando los contenidos estomacales de los peces comidos por los rabiles y los listados. Los resultados de este estudio confirman la dependencia de estos organismos presa del macrozooplancton. Según Roger y Grandperrin (1976) en el Pacífico tropical occidental la fauna migratoria que vive de día en profundidad, y que sólo sube a las capas superficiales durante la noche, parece no formar parte de la dieta alimentaria de los túnidos: éstos se nutren principalmente a expensas de los organismos que permanecen en los primeros 200 metros durante el día.

El párrafo 6.1.4. analiza el régimen y comportamiento trófico de los túnidos. Diremos como resumen que:

- el rabil y el listado tienen una alimentación muy variada;
- se trata de predadores activos y oportunistas que cazan a la vista en la zona epipelágica del océano. El régimen alimentario de los túnidos es potencialmente muy diverso, pues ingieren tanto macrozooplancton como cefalópodos o peces pelágicos;
- para los juveniles de rabil y de listado, la alimentación sería un factor limitante del crecimiento (Kitchell *et al.* 1978);
- para los peces adultos, el factor limitante sería su capacidad de consumo y asimilación del alimento disponible (Kitchell *et al.* 1978).

7.3.7. CONDICIONES ECOLÓGICAS PROPICIAS PARA LA REPRODUCCIÓN

Sund *et al.* (1981) estiman que se encuentran larvas de túnidos en las zonas donde las condiciones ambientales son compatibles con la puesta y supervivencia de las larvas, y donde la deriva (o el transporte) de las larvas las conduce a zonas cuyos parámetros físicos y condiciones de alimentación son óptimos. Ya hemos visto en el párrafo 6.1.1.6.

que en el golfo de Guinea, Caverivière *et al.* (1976) ponen en evidencia que las larvas de rabil son abundantes sobre todo en las aguas calientes, con una temperatura superior a 28°C. La presencia de aguas calientes es también un elemento indispensable para la maduración sexual y la puesta de los listados.

Sund *et al.* (1981) plantean la clásica e importante cuestión de saber si la migración o el movimiento de los túnidos hacia las zonas de puesta es "activa", "pasiva" o fruto del azar. En el golfo de Guinea, si bien los conocimientos sobre la reproducción del rabil y del listado son sólo parciales, se puede pensar razonablemente que las migraciones genéticas de estas dos especies son a la vez activas y pasivas; esta es la conclusión a la que ha llegado Williams (1972) para el listado en el Pacífico.

7.3.8. CONCLUSIONES

Los cinco parámetros ambientales que acabamos de mencionar: la temperatura de la superficie, la proporción de oxígeno disuelto, la profundidad de la termoclina, el gradiente de temperatura que se encuentra asociado a ésta y la alimentación disponible, deben considerarse en su conjunto, pues el parámetro ambiental que se aproxime a un valor crítico para una especie, a una talla y a un nivel fisiológico dados, el que se convertirá en el factor limitante en la distribución de los túnidos.

7.4 ANALISIS DE LAS CAPTURAS EN LOS ESTRATOS ESPACIO-TEMPORALES

7.4.1. DATOS HISTÓRICOS

Para cada estrato espacio-temporal presentaremos cinco tipos de gráficos:

El primero (a) presenta las capturas en toneladas en función de la temperatura de superficie para el rabil, el listado y el patudo, para los cerqueros FIS y españoles de 1980 a 1983 (submuestras de las capturas para las cuales se conoce la temperatura de superficie además del día de la captura).

El segundo (b) presenta las medias mensuales de las temperaturas de superficie (en 1/10 de grado) de 1964 a 1984 en cada uno de los sectores estudiados. Estos datos proceden del fichero de barcos mercantes (NODC, EE.UU.). En este gráfico, los trazos verticales delimitan el o los períodos de pesca elegidos para el análisis.

El tercer tipo de gráfico (c) es una representación de las capturas por mes realizadas en la zona considerada por los atuneros FIS y españoles de 1979 a 1983.

El cuarto tipo de gráfico (d) está constituido por mapas de capturas mensuales con la localización concreta de los lances de cerco para pescar rabiles y listados grandes y pequeños hechos por los cerqueros FIS y españoles de 1980 a 1983. En los mapas que representan las capturas de rabil hemos anotado la posición de las isotermas mensuales extraídas del atlas de Hastenrath y Lamb (1977). Este tipo de representación da una imagen de las temperaturas medias de superficie halladas en la zona de pesca. No hay

que perder de vista que estas temperaturas no son concordantes con los datos de pesca y sólo representan una media estadística de las temperaturas de superficie en el sector.

El quinto gráfico (e) presenta una estimación de las capturas totales del conjunto de los artes de superficie para las tres especies de túnidos, de 1969 a 1982, en cada uno de los sectores geográficos estudiados.

7.4.2. ZONA MAURITANIA

La hidrología de esta zona ha sido descrita sobre todo durante el invierno boreal en el momento en que se desarrolla el afloramiento costero, que es uno de los más importantes de los océanos del mundo.

La zona Mauritania es históricamente una de las primeras zonas de pesca exploradas por las flotas atuneras europeas. La temporada de pesca se extiende de junio a octubre; comienza al final de la temporada fría y se prolonga durante toda la temporada caliente (figura 7.10.b). Se vuelve a encontrar este fenómeno de transición hidrológica en la distribución de las capturas de túnidos en función de la temperatura, con las pescas de rabil, listado y patudo en aguas con una temperatura comprendida entre 22°C y 28°C (figura 7.10.a). Los mapas de localización (figura 7.10.d) muestran que los túnidos se capturan en el límite de la plataforma submarina al sudoeste del banco de Arguin, en la inmediata proximidad de una zona muy rica en peces pelágicos costeros. Las zonas de pesca son muy restringidas y sólo a partir del mes de octubre los túnidos se dispersan hacia el sur.

7.4.3. ZONA SENEGAL

La hidrología de la provincia marítima de Senegal-Mauritania ha sido descrita por Berrit (1962), Rossignol y Aboussouan (1963), Champagnat y Domain (1978) y Rebert (1979). Esta región se sitúa en la zona de equilibrio del frente intertropical al norte del cual existe un régimen de alisios. La influencia de estos vientos se hace sentir hasta 10°N en invierno y hasta 21°N en verano. El resultado es la aparición de una estación fría que se extiende de diciembre a mayo y de una estación caliente que comienza en junio. En la estación fría, los vientos refuerzan en la costa el enfriamiento estacional y este afloramiento particularmente importante eleva a la superficie aguas frías, con menos de 22°C de media, con temperaturas locales que en la costa son inferiores a 18°C; estas aguas frías son ricas en elementos nutrientes. En la estación caliente los alisios se debilitan y cesan las elevaciones de agua; las aguas frías quedan cubiertas por aguas calientes, más de 27°C, asociadas a la contracorriente ecuatorial norte.

Los mapas de temperaturas de superficie muestran la presencia de una estructura frontal frente a las islas Bissagos entre 8°N y 13°N de marzo a junio. Esta zona es homóloga de la de cabo López en el hemisferio sur. Aunque el frente de Bissagos no haya sido estudiado como el del cabo López, y probablemente esté peor definido, se puede razonablemente pensar que los fenómenos hidrológicos y de enriquecimiento son similares, si bien menos importantes.

Se pueden distinguir en esta zona dos temporadas de pesca: la primera, que comprende abril y mayo; la segunda, que abarca de julio a diciembre. Estos dos períodos de

pesca se encuentran muy claramente diferenciados si observamos las capturas en función de la temperatura de superficie.

Durante la temporada de pesca que se extiende de abril a mayo, período que corresponde al final de la temporada fría y principios de la temporada caliente, se vuelve a encontrar esta transición en la distribución de las capturas de túnidos en función de la temperatura, con capturas de rabil y de listado en aguas con una temperatura superior o igual a 25°C y capturas en temperaturas inferiores a 25°C (figura 7.11.a). Se observa un máximo de capturas a 23°C. Según Cayré (1985), los listados que se capturan frente a Senegal y las islas de Cabo Verde en abril-mayo proceden de una zona situada frente a Liberia. Estos listados permanecerían en la zona Senegal durante todo el verano.

El segundo período de pesca, que se extiende de julio a septiembre, es el más importante en cuanto a capturas. La captura de rabil y de listado se efectúa en las aguas calientes cuya temperatura está comprendida entre 26°C y 30°C (figura 7.11.a). Hay que observar que la casi totalidad de las capturas tiene lugar en una franja muy estrecha, justo más allá de la isobata 200 metros y en la proximidad inmediata de la plataforma submarina. Hemos representado en la figura 7.12 las capturas totales de listados de los cerqueros FIS y españoles en el mes de agosto de 1980 a 1983, entre 13°N y 15°N en función de la longitud, es decir, aproximadamente de la distancia a la costa. El máximo de las capturas se sitúa entre 17°45' y 17°55'W. Para explicar esta concentración extrema de túnidos, debemos considerar la hipótesis de que éstos se alimentan activamente de importantes stocks de pelágicos costeros que permanecen en el sector durante el verano entre dos temporadas de afloramientos. La biomasa estival de peces pelágicos costeros en el sector se estima por eointegración en una media de varios cientos de miles de toneladas (Levenez, com. pers.). Esta hipótesis tendría que confirmarse mediante la observación de contenidos estomacales.

7.4.4. ZONA GUINEA

Esta región constituye una zona fronteriza entre las regiones norte sometidas al régimen climático del hemisferio norte y las regiones sur, situadas bajo la influencia del régimen climático del hemisferio austral. La amplitud anual de las variaciones de temperatura de superficie es escasa, del orden de 2 a 3°C (figura 7.13.b). Una elevación de la termoclina durante el verano boreal asociada a la circulación ciclónica de la extremidad este de la contracorriente ecuatorial norte se traduce en una termoclina en forma de domo. Varios autores han estudiado esta estructura hidrológica: Rossignol y Meyrius (1964), Mazeika (1967), Voituriez y Dandonneau (1974), así como Voituriez y Herbland (1982). Voituriez y Dandonneau (1974) muestran que "esta estructura particular de la termoclina que no alcanza a la superficie, entraña un crecimiento importante de la producción primaria, que se puede pensar que favorece el desarrollo de la cadena trófica y, en consecuencia, la presencia de alimento para los túnidos".

Se han distinguido en esta región dos temporadas de pesca: la primera, de marzo a mayo y la segunda, de menor importancia, de septiembre a noviembre.

Las importantes capturas de rabil y de listado realizadas de marzo a mayo pueden estar relacionadas con el hecho de que esta región está situada en el límite del afloramiento de Senegal-Mauritania y del frente a él asociado (Berrit, 1962): es probable que esta estructura frontal y la presencia de aguas procedentes del afloramiento costero poten-

cien la producción de alimento que a su vez favorecerá la presencia de túnidos a comienzos del año. La distribución de las capturas en función de la temperatura es el reflejo de la complejidad hidrológica de esta zona en ese período del año. En efecto, las capturas de rabiles y listados en función de la temperatura (figura 7.13.a) se efectúan en el seno de una gran zona térmica (25°C a 30°C). Además, estas importantes capturas pueden ser también el resultado de concentraciones relacionadas con la reproducción de los rabiles y los listados. Albaret (1977) pone en evidencia una zona de puesta para el rabil (menos importante, no obstante, que la que se localiza en el "fondo" del golfo de Guinea) frente a Guinea durante el primer trimestre del año.

La segunda temporada de pesca comienza en esta región a finales del verano boreal, en una época en la cual la estructura en domo de la termoclina está presente pero atenuada debido al descenso de la contracorriente ecuatorial norte. La distribución de las capturas en función de la temperatura de superficie refleja la homogeneidad espacial de las temperaturas en esta época. Más del 80% de las capturas se realiza en la gama térmica que va de 27°C a 29°C (figura 7.13.a). Igual que ocurre para las zonas Mauritania y Senegal, debemos considerar la hipótesis de que los túnidos vienen a alimentarse en el límite de la plataforma submarina, a expensas del importante stock de peces pelágicos costeros, frente a las islas Bissagos. También se debe considerar la hipótesis complementaria de que los túnidos se alimentan en el sector con la producción pelágica resultante del proceso de enriquecimiento del domo de Guinea. Otra hipótesis que no se puede descartar es la de las pescas asociadas a dispositivos de concentración de túnidos; Stretta y Slepoukha (1986) subrayan que en las zonas costeras frente a Liberia, la proporción de capturas con restos flotantes en relación a las capturas totales en la zona es superior al 40% (párrafo 6.1.7).

7.4.5. ZONA LIBERIA

La zona Liberia es una zona compleja, sobre la cual se han llevado a cabo pocos estudios hidrológicos. Es una zona donde la amplitud de la señal térmica anual es importante (figura 7.14.b). El enfriamiento de las aguas en esta zona durante el verano boreal debe relacionarse con el enfriamiento costero al este de la zona en la provincia marítima de Côte d'Ivoire y al enfriamiento ligado al afloramiento ecuatorial (Grouzov, 1971). Se trata de una zona de convergencia entre la contracorriente ecuatorial norte y la parte norte de la corriente ecuatorial sur. La tabla 7.2, que presenta los diferentes valores de producción del micro y del mesozooplankton, muestra que en el seno de esta zona de convergencia la productividad no es despreciable.

En esta zona se distinguen dos temporadas de pesca: la primera se extiende de enero a abril y la segunda de octubre a diciembre. En esta área los listados tienen tendencia a agruparse entre 2° y 4°N (figura 7.14.d y 7.15). Igual que sucede en la región Guinea, las capturas de rabiles y listados durante la primera temporada se producen en una gran zona térmica (figura 7.14.a1). Por el contrario, la gama térmica en la cual se sitúa la segunda temporada de pesca es mucho más restringida, de 27°C a 29°C (figura 7.14.a2). Sigue estando poco explicada la abundancia de túnidos en el sector con gran concentración entre las latitudes 2°N y 4°N, si bien esta distribución probablemente tenga relación con los factores ambientales.

Figura 7.10 Capturas y temperaturas en el sector Mauritania:

- (a) Distribución de las capturas de rabil y listado según la temperatura de superficie, barcos de cebo FIS, período 1980 a 1983, operaciones de pesca cuyas temperaturas de superficie se conocen, de mayo a noviembre.
- (b) Temperaturas medias de superficie por mes (en 1/10 de grado) obtenidas por los barcos mercantes en el sector de 1964 a 1984 (los períodos que corresponden a la temporada de pesca aparecen rayados).
- (c) Capturas de patudos (c1), de rabil (c2) y de listado (c3) por mes, de los barcos de cebo FIS, de 1969 a 1984.
- (d) Localización de las capturas mensuales de rabil, listado y patudo en el sector, de mayo a noviembre.
- (e) Capturas anuales de rabil, listado y patudo estimadas para el conjunto de las flotas atuneras de superficie, período 1969 a 1982 (en toneladas métricas).

MAURITANIA

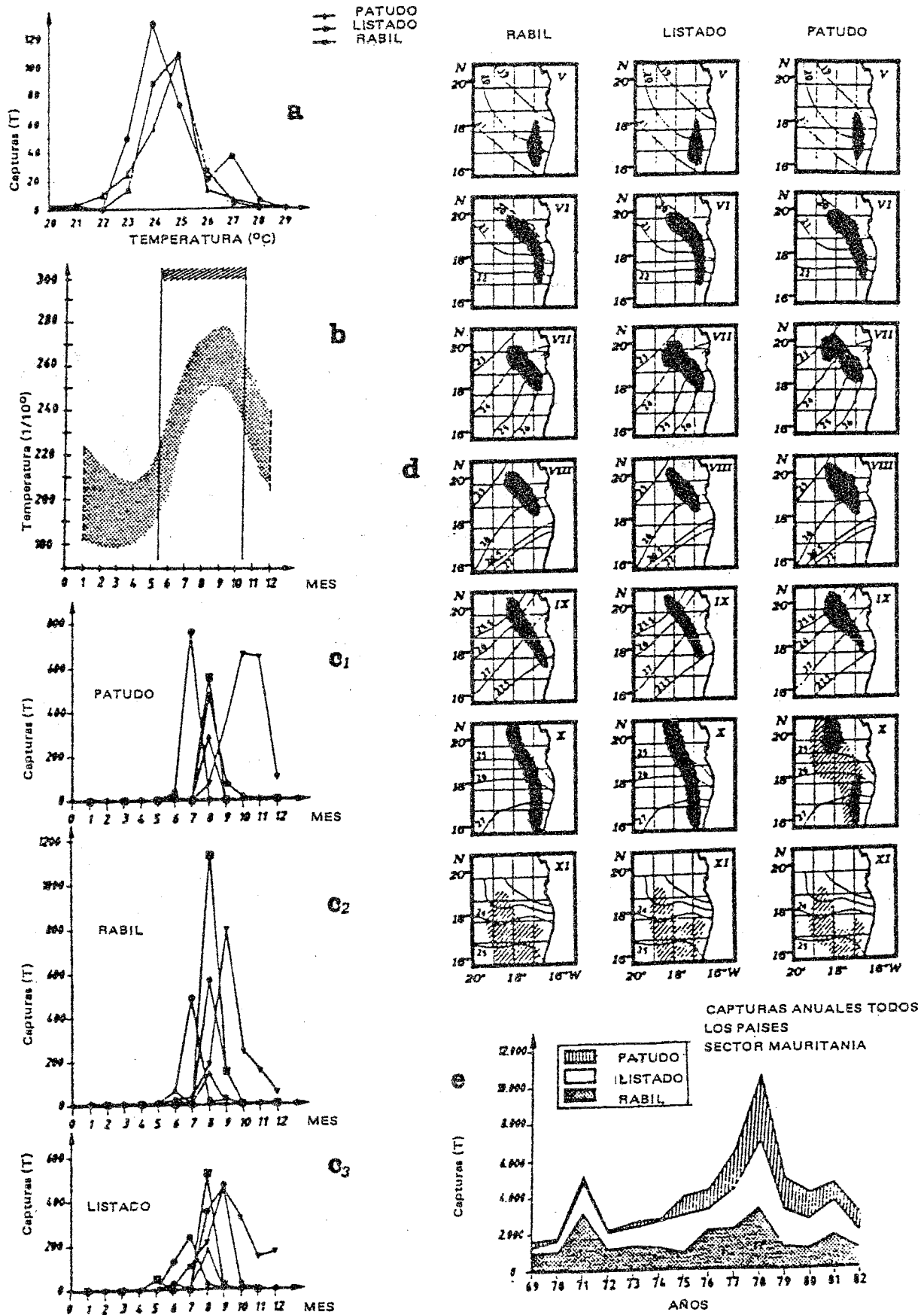
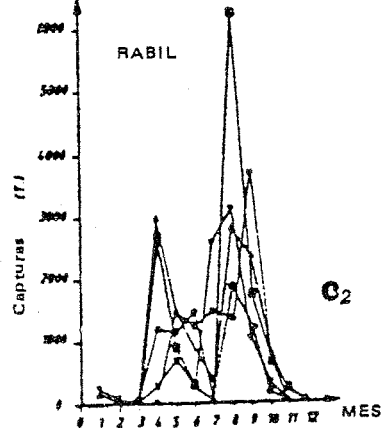
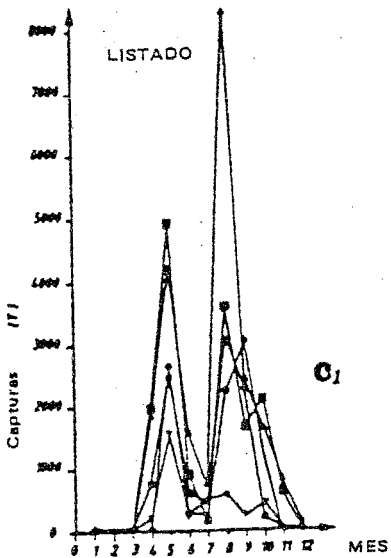
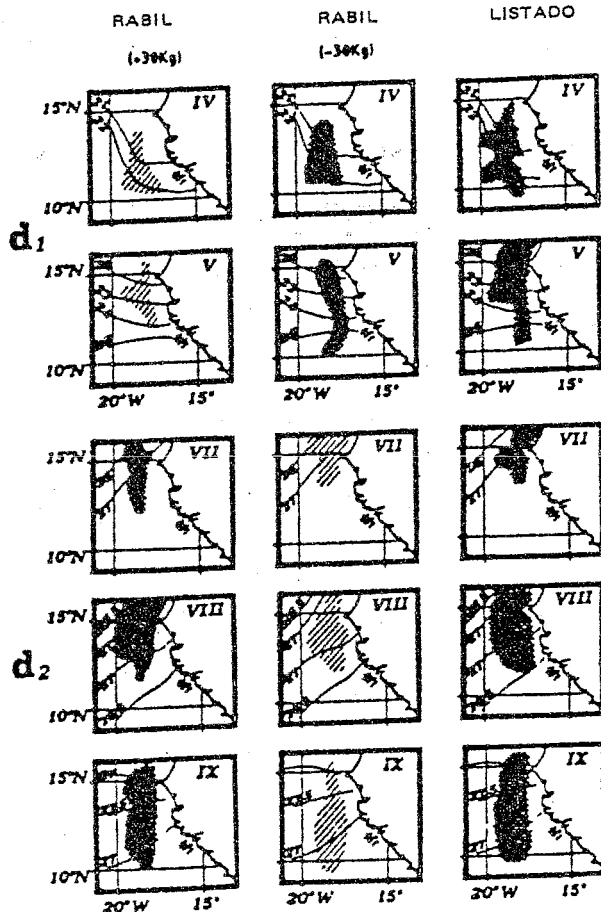
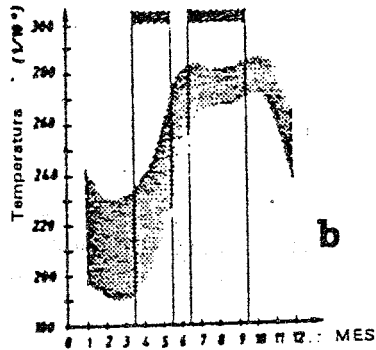
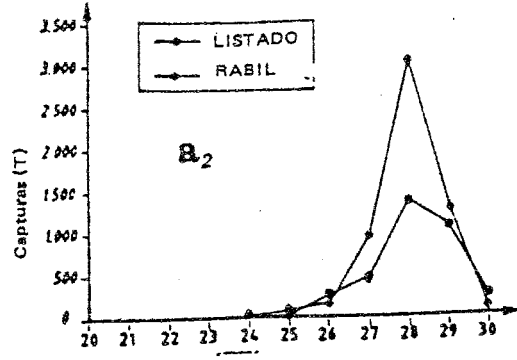
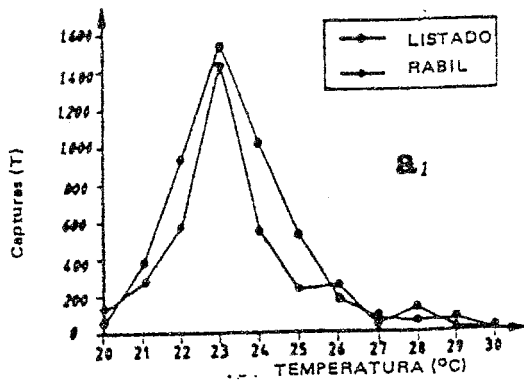


Figura 7.10

Figura 7.11 Capturas y temperaturas en el sector Senegal:

- (a) Distribución de las capturas de rabil y listado según la temperatura de superficie, cerqueros FIS y españoles, período 1980 a 1983, lances cuyas temperaturas de superficie se conocen: (a1) de abril a mayo, y (a2) de julio a septiembre.
- (b) Temperaturas medias de superficie por mes (en 1/10 de grado) obtenidas por los barcos mercantes en el sector, de 1964 a 1984 (los períodos que corresponden a la temporada de pesca aparecen rayados).
- (c) Capturas de rabil (c2), y de listado (c1) por mes, de los barcos de cerco FIS y españoles, de 1969 a 1984.
- (d) Localización de las capturas mensuales de rabiles grandes (+30 kg), de rabiles pequeños (-30 kg) y de listados en el sector, de abril a mayo (d1) y de julio a septiembre (d2).
- (e) Capturas anuales de rabil, listado y patudo estimadas para el conjunto de las flotas atuneras de superficie, período 1969 a 1982 (en toneladas métricas).

SENEGAL



CAPTURAS ANUALES TODOS LOS PAISES SECTOR SENEGAL

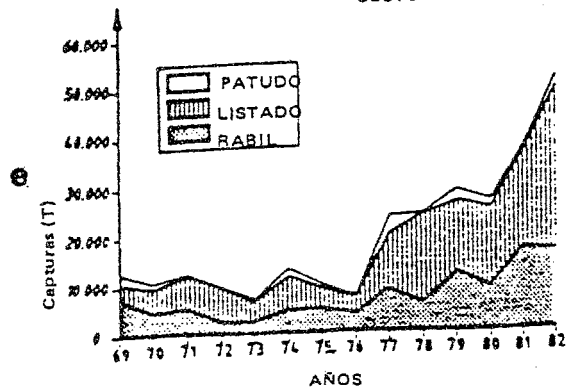


Figura 7.11

Figura 7.13 Capturas y temperaturas en el sector Guinea:

- (a) Distribución de las capturas de rabil y listado según la temperatura de superficie, cerqueros FIS y españoles, período 1980 a 1983, lances cuyas temperaturas de superficie se conocen: (a1) de marzo a mayo, y (a2) de septiembre a noviembre.
- (b) Temperaturas medias de superficie por mes (en 1/10 de grado) obtenidas por los barcos mercantes en el sector, de 1964 a 1984 (los períodos que corresponden a la temporada de pesca aparecen rayados).
- (c) Capturas de rabil (c1) y de listado (c2) por mes de los cerqueros FIS y españoles de 1969 a 1984.
- (d) Localización de las capturas mensuales de rabiles grandes (+30 kg), de rabiles pequeños (-30 kg) y de listados en el sector, de marzo a mayo (d1) y de septiembre a noviembre (d2).
- (e) Capturas anuales de rabil, listado y patudo estimadas para el conjunto de las flotas atuneras de superficie, período 1969 a 1982 (en toneladas métricas).

GUINEA

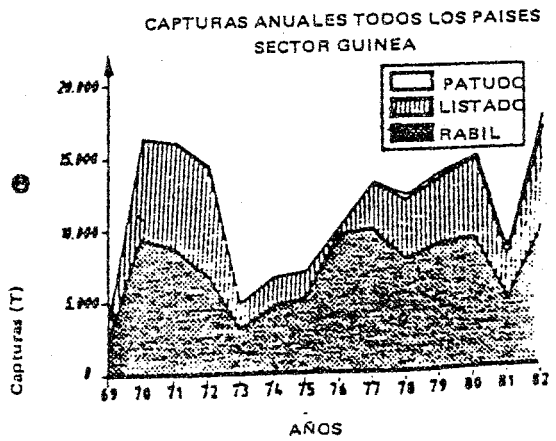
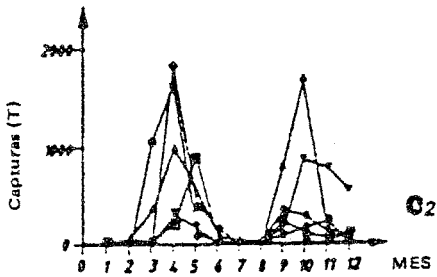
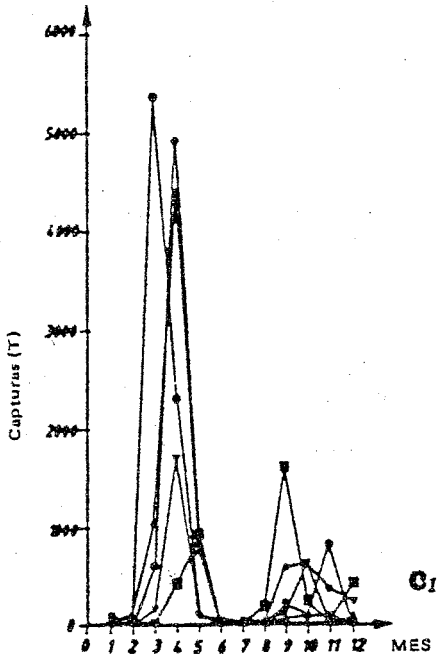
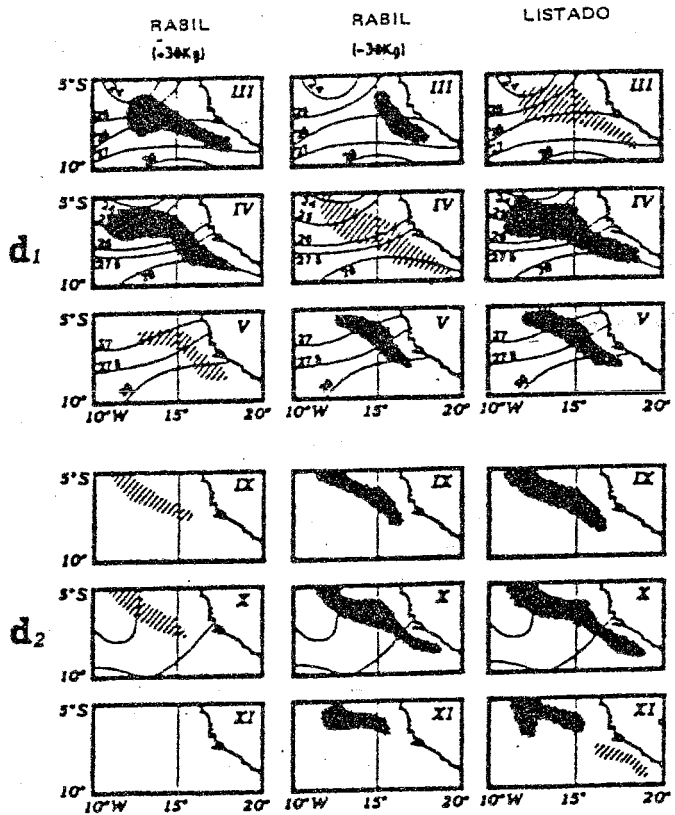
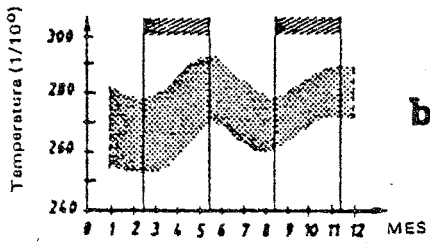
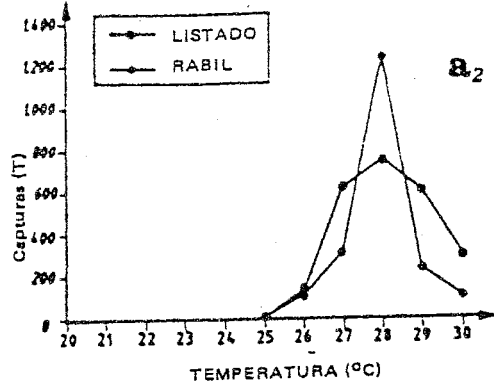
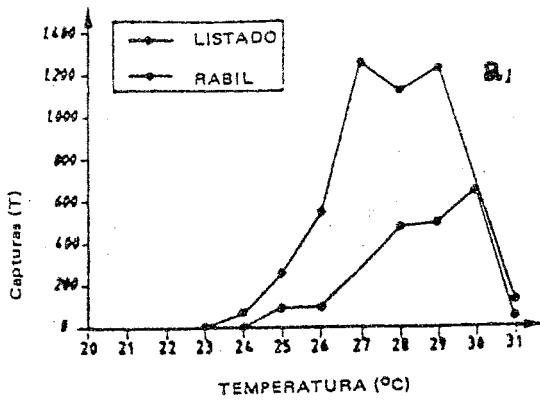


Figura 7.13

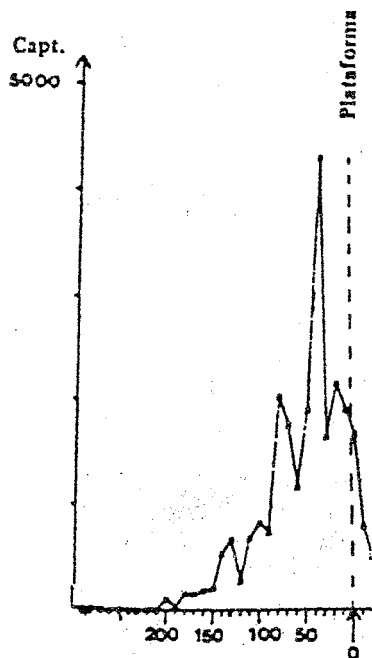


Figura 7.12 Distribución en longitud de las capturas de listado, por intervalos de 10 millas, en la zona 14 a 15 ° Norte durante el mes de agosto, período 1980 a 1983. El límite de la plataforma continental está situado aproximadamente sobre el eje x en el punto 0.

Tabla 7.1 Tabla comparativa de los valores medios de producción primaria integrada expresados en $\text{mgC}/\text{m}^2/\text{h}$ hallados en diferentes sistemas productivos del golfo de Guinea.

	AFLORAM. MAURIT.	FRENTE C. LOPEZ	DOMOS GUI. & ANG.	ECUADOR		CONVER- GENCIA
				C. TERM.	AFLOR.	
Prod. Prim. Integr.						
Val. medio $\text{mgC}/\text{m}^2/\text{h}$	137 - 200 (1)	73 (2)	80 (1)	70 (3)	133 (4)	38 (3)

- (1) VOITURIEZ y HERBLAND (1982)
- (2) Valor calculado por VOITURIEZ y HERBLAND (1977) según DUFOR y STRETTA (1973)
- (3) VOITURIEZ y HERBLAND (1977)
- (4) VOITURIEZ y HERBLAND (1978)

7.4.6. ZONA ECUADOR

La región ecuatorial del Atlántico este se caracteriza por la presencia de dos mecanismos de enriquecimiento de la masa de agua. El primero se sitúa en enero-febrero y los valores más altos en clorofila se encuentran entre 1°30'S y 3°S. Esta importante productividad se encuentra asociada a la presencia de una cresta térmica que se observa entre 2° y 3° S. Una cresta térmica es una elevación de la termoclina dentro de la capa eufótica sin que la termoclina alcance la superficie. Esta cresta es una característica permanente de la estructura térmica en la zona ecuatorial del océano Atlántico. Se ha observado en los 4°W en noviembre de 1971 (Dufour y Stretta, 1973a), a 10°W en noviembre de 1973 (Stretta, 1975) y hasta 20°W (Voituriez y Herbland, 1977). Estos últimos señalan que en este tipo de estructura, la cantidad máxima de clorofila se observa en la nitraclina, que no coincide necesariamente con la picnoclina. Si la nitraclina no es demasiado profunda, se observa un máximo de producción primaria que puede elevarse hasta 70 mgC/m²/h (tabla 7.1). La presencia de esta cresta térmica hacia 2° a 3° sur va a crear una fuente de enriquecimiento permanente y las variaciones del ecosistema se producen sin romper el estado de equilibrio. Dandonneau (1975) observa que en este tipo de ecosistema, los aportes de sales nutrientes son lo suficientemente lentos como para que las dos poblaciones de fitoplancton y de zooplancton tengan tiempo de adaptarse. El efecto de esta cresta térmica resulta particularmente claro en la figura 7.16, que representa las capturas de rabil en el sector en función de la latitud por intervalos de 10 millas náuticas. El máximo de capturas se sitúa entre 1°30'S y 3°S.

Si la cresta térmica parece ser una característica permanente de la estructura térmica en el Atlántico durante el verano, el segundo mecanismo de enriquecimiento, por el contrario, corresponde al afloramiento que se desarrolla en la temporada fría en la región ecuatorial, de julio a septiembre (o divergencia ecuatorial). Según Voituriez y Herbland (1977), este afloramiento se caracteriza por un enfriamiento y un enriquecimiento en nitratos entre 0°30'N y 1°30'S, centrados en 0°30'S. La mayor parte de la producción se sitúa en superficie. Las aguas frías surgidas de esta divergencia, al ponerse en contacto con las aguas calientes presentes en el norte, forman una zona frontal (que no llega a la amplitud de la que se encuentra frente al cabo López). La productividad es elevada en las aguas que proceden del afloramiento (tabla 7.1), con importantes variaciones vinculadas a la fuerte turbulencia que reina en el ecuador. Según Voituriez e Hisard (1975), esta turbulencia se opone al desarrollo del fitoplancton.

Le Borgne (1977) ha demostrado que la producción de zooplancton es más elevada en la temporada fría (julio-septiembre) que en la temporada caliente (diciembre-marzo), encontrándose la relación de producción entre las dos temporadas muy próxima a la de las biomásas. Este autor estima la productividad anual media de la zona ecuatorial en 21.5 toneladas de carbono de macroplankton y de micronecton, es decir, 215 toneladas de materia fresca por milla cuadrada.

Esta zona Ecuador podría calificarse como una región en la que sólo se captura rabil (figura 7.17.e). En ella, la pesca se desarrolla tras el período de afloramiento en las aguas de la divergencia ecuatorial con elevada productividad. Los mapas de temperaturas semanales de la superficie del mar facilitados por la NOAA (mapas GOSSTCOMP) ponen en evidencia la presencia en esta región de importantes células de aguas frías afloradas que de esta forma crean enriquecimientos de la masa de agua muy localizados.

Figura 7.14 Capturas y temperaturas en el sector Liberia:

- (a) Distribución de las capturas de rabil y listado según la temperatura de superficie, cerqueros FIS y españoles, período 1980 a 1983, lances cuyas temperaturas de superficie se conocen: (a1) de octubre a diciembre, y (a2) de enero a abril.
- (b) Temperaturas medias de superficie por mes (en 1/10 de grado) obtenidas por los barcos mercantes en el sector, de 1964 a 1984 (los períodos que corresponden a la temporada de pesca aparecen rayados).
- (c) Capturas de rabil (c1) y de listado (c2) por mes por los cerqueros FIS y españoles de 1969 a 1984.
- (d) Localización de las capturas mensuales de rabiles grandes (+30 kg), de rabiles pequeños (-30 kg) y de listados en el sector, de octubre a diciembre (d1), y de enero a abril (d2).
- (e) Capturas anuales de rabil, listado y patudo estimadas para el conjunto de las flotas atuneras de superficie, período 1969 a 1982 (en toneladas métricas).

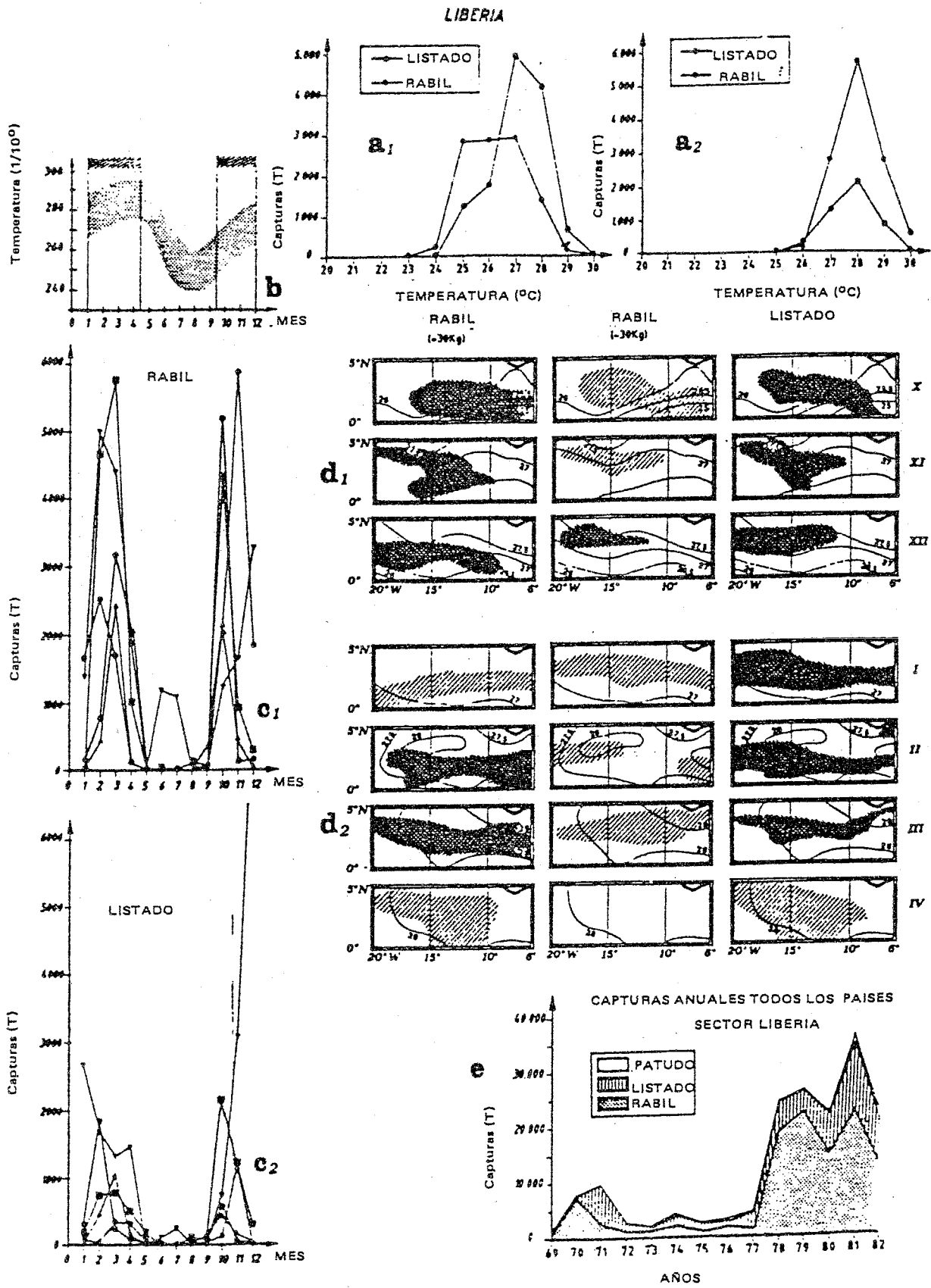


Figura 7.14

El predominio de rabiles de más de 30 kilos (figura 7.17.d) se debe relacionar con el hecho de que esta zona parece ser una de las principales áreas de reproducción del rabil (párrafo 6.1.1). Según Albaret (1977), la maduración de los ovarios de las hembras de rabil empezaría a principios de diciembre y duraría hasta el mes de marzo, produciéndose la puesta durante el primer trimestre. La parte más importante de la puesta tendría lugar en el Atlántico tropical oriental en dos zonas: la principal, que se sitúa en el "fondo" del golfo de Guinea de 5°N a 5°S, y se extiende desde la costa africana al meridiano de Greenwich (figura 6.9). Una segunda zona de puesta se encontraría frente a Liberia. Nunca se han muestreado las gónadas de los túnidos capturados en la zona de pesca situada al oeste del meridiano de Greenwich y al sur del ecuador, pero se puede admitir la hipótesis de que estos individuos se encuentran también en fase de reproducción durante el primer trimestre. Los rabiles en migración, indudablemente asociados a su ciclo de reproducción, encuentran así condiciones favorables para la puesta.

La ausencia casi total de capturas de rabil en la zona de mayo a noviembre sigue siendo difícil de explicar, dado que las aguas de este sector son productivas durante todo el año y la temperatura del agua es compatible con su presencia.

Además, se comprueba que las capturas de rabil se observan principalmente entre 26°C y 29°C (figura 7.17.a). Asimismo, se puede determinar un claro desplazamiento de los lugares de pesca hacia el oeste entre diciembre y abril (figura 7.17.d). Este desplazamiento tiene lugar en toda la zona de la cresta térmica entre el ecuador y los 3°S; este movimiento no puede explicarse mediante una búsqueda de alimento, dado que el conjunto de la zona se encuentra bajo la influencia del proceso de enriquecimiento ecuatorial.

7.4.7. ZONA GHANA

La zona Ghana se extiende desde Côte d'Ivoire a Ghana e incluye las plataformas submarinas de estos dos países. La hidrología de la plataforma submarina de Côte d'Ivoire ha sido descrita por varios autores: Varlet (1958), Morlière (1970), Morlière y Rebert (1972), Lemasson y Rebert (1973) y Binet (1976). De sus trabajos se deduce que las aguas tropicales calientes (28°C) y menos salinas ($S < 35\text{‰}$) recubren las aguas centrales del Atlántico sur durante la mayor parte del año.

El enriquecimiento de esta zona costera procede de afloramientos costeros que se producen de forma esporádica en enero y febrero, lo que determina una "pequeña temporada fría" durante la "gran temporada caliente". De julio a septiembre aparece un afloramiento más intenso cuyos mecanismos desencadenantes ha analizado Picaut (1983). Este afloramiento lleva a la superficie aguas más saladas ($S > 35\text{‰}$) y frías (22°C), ricas en elementos nutrientes. Binet (1976) muestra que la producción primaria responde al enriquecimiento del medio motivado por los afloramientos y que la mayor parte de la producción secundaria está unida a las variaciones de la temperatura. Los aportes de sales nutrientes de origen fluvial parecen también importantes en esta zona.

La zona de Ghana, según aparece representada en la figura 7.2, engloba a la vez la franja costera con la plataforma submarina de Côte d'Ivoire - Ghana en la región del cabo de Trois Pointes y la provincia marítima de alta mar hasta 1°N entre 5°E y 6°W. En esta región, en el verano boreal hacia 3°N, se forma una zona de transición entre las aguas frías procedentes del afloramiento costero y las aguas frías que se originan en la divergencia ecuatorial. Esta zona de transición donde se efectúa la mezcla entre las aguas

Tabla 7.2 Tabla comparativa de los valores medios de producción de microzooplancton y de mesozooplancton, expresados en mg, hallados en diferentes sistemas productivos del golfo de Guinea.

	DOMO ANGOLA	AGUAS OLIGOTROF.	C.E.N.	ECUADOR		CONVERGENCIA
				C.TERM.	AFLOR.	
Prod. micro. + mesozoo. Peso seco.. mg	525	139 - 360	683	394+- 1 318	592- 2 360	570- 994

* Sin el microzooplancton.

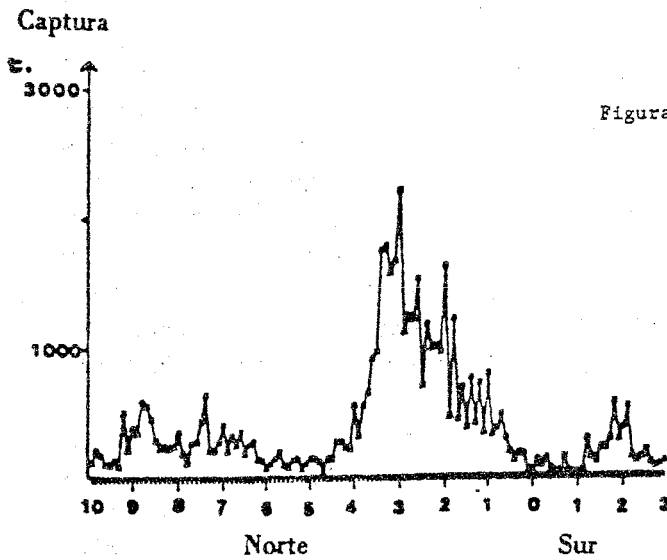


Figura 7.15 Distribución en latitud de las capturas de listado, por intervalos de 10 millas, en la zona de 25°W a 10°W de 10°N a 3°S, de noviembre a marzo, período 1980-1983, cerqueros FIS y españoles.

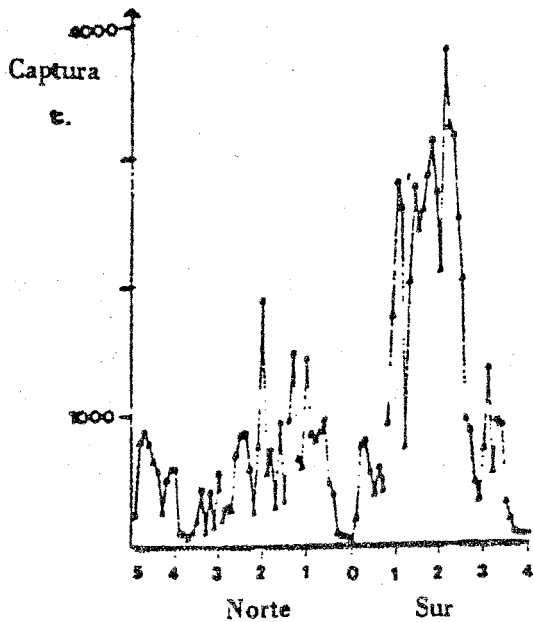


Figura 7.16 Distribución en latitud de las capturas de rabil, por intervalos de 10 millas en la zona de 10°W al ecuador, entre 5°N y 4°S, de noviembre a marzo, período 1980 a 1983, cerqueros FIS y españoles.

calientes tropicales más arriba descritas, y las aguas frías que proceden del norte y del sur, se ha podido observar durante las prospecciones de radiometría aérea. Esta masa de agua de transición, con una temperatura comprendida entre 24.5°C y 26.5°C ha sido observada entre los 0° y 10°W (la región marítima al oeste de 10°W se encontraba fuera de la zona de observación) y entre 2°30'N y 3°30'N.

Sin que exista la formación de una zona frontal como la que se puede observar frente al cabo López, hay cambios según el concepto desarrollado por Frontier (1978), entre las masas frías procedentes de los afloramientos costero y ecuatorial y esta masa de agua caliente. Esto explicaría que durante el verano boreal sea en el seno de esta masa de agua de transición (representada en el gráfico entre 24°C y 27°C) donde se produce la casi totalidad de las capturas (figura 7.18.a).

Durante el período 1980 a 1983 se pueden distinguir dos temporadas de pesca para los cerqueros FIS y españoles: la primera se sitúa en junio y la segunda, más importante, de octubre a diciembre. Además, se puede observar que los cañeros de Tema, que explotan de forma permanente esta zona desde hace una veintena de años, obtienen rendimientos de listado, rabil y patudo juveniles que no muestran una estacionalidad clara (figura 4.37).

El primer período de pesca de los cerqueros en julio está localizado frente al cabo de Trois Pointes, en el límite de la plataforma submarina, particularmente amplia en este sitio (figura 7.18.d1). Se observa que durante este período, las capturas se sitúan en las aguas de temperaturas comprendidas entre 23°C y 27°C. Se sobreentiende que estas capturas estarían relacionadas con las células de elevación de aguas frías que afloran a lo largo de la plataforma submarina. Además se señala que, tradicionalmente, por ejemplo de 1967 a 1979, este período de pesca se extendía en general hasta los meses de agosto y septiembre. Sigue sin haber una explicación del actual acortamiento de la temporada de pesca; el posible efecto de una modificación del medio ambiente para explicar este cambio es hipotético.

Durante la segunda temporada de pesca, que se desarrolla en este sector de octubre a diciembre, la mayor parte de las capturas de las dos especies por los cerqueros se sitúa en una gama térmica que va desde 26°C a 29°C (figura 7.18.a2). Las capturas se efectúan más en alta mar que durante el mes de julio, en un período en el que existe un aumento de la temperatura superficial de las aguas (figura 7.18.b).

Otro período de pesca breve y poco importante tiene lugar durante el primer trimestre del año; puede estar relacionado con el enriquecimiento de la zona debido a los afloramientos costeros durante la pequeña temporada fría (Binet, 1976). En esta época, el sector situado al sur de la zona Ghana forma parte de una de las principales áreas de puesta del rabil (Albaret, 1977).

7.4.8. ZONA DEL CABO LÓPEZ

La región oceánica del cabo López, cuyos límites se indican en la figura 7.20, está caracterizada por la presencia de una estructura frontal en el verano boreal, entre aguas calientes y desalinizadas en el norte y aguas frías y saladas en el sur. La zona frontal del cabo López está constituida por una asociación de tres tipos de frentes (Stretta, 1977):

- un frente desalinizado por fuera de la desembocadura del Gabón en el seno de las aguas calientes guineanas.

Figura 7.17 Capturas y temperaturas en el sector Ecuador:

- (a) Distribución de las capturas de rabil y listado según la temperatura de superficie, cerqueros FIS y españoles, período 1980 a 1983, lances cuyas temperaturas de superficie se conocen, de diciembre a marzo.
- (b) Temperaturas medias de superficie por mes (en 1/10 de grado) obtenidas por los barcos mercantes en el sector, de 1964 a 1984 (los períodos que corresponden a la temporada de pesca aparecen rayados).
- (c) Capturas de rabil (c1) y de listado (c2) por mes por los cerqueros FIS y españoles de 1969 a 1984.
- (d) Localización de las capturas mensuales de rabiles grandes (+30 kg), de rabiles pequeños (-30 kg) y de listados, en el sector, de diciembre a marzo.
- (e) Capturas anuales de rabil, listado y patudo estimadas para el conjunto de las flotas atuneras de superficie, período 1969 a 1982 (en toneladas métricas).

ECUADOR

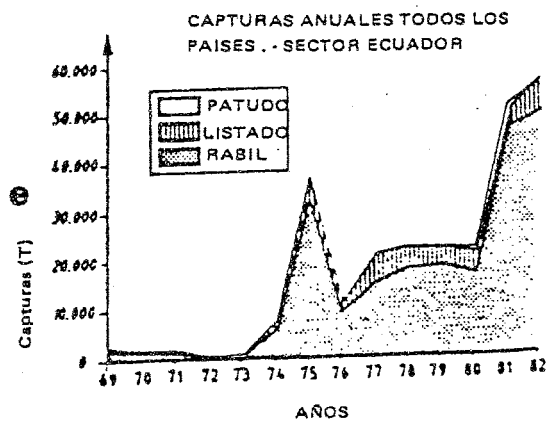
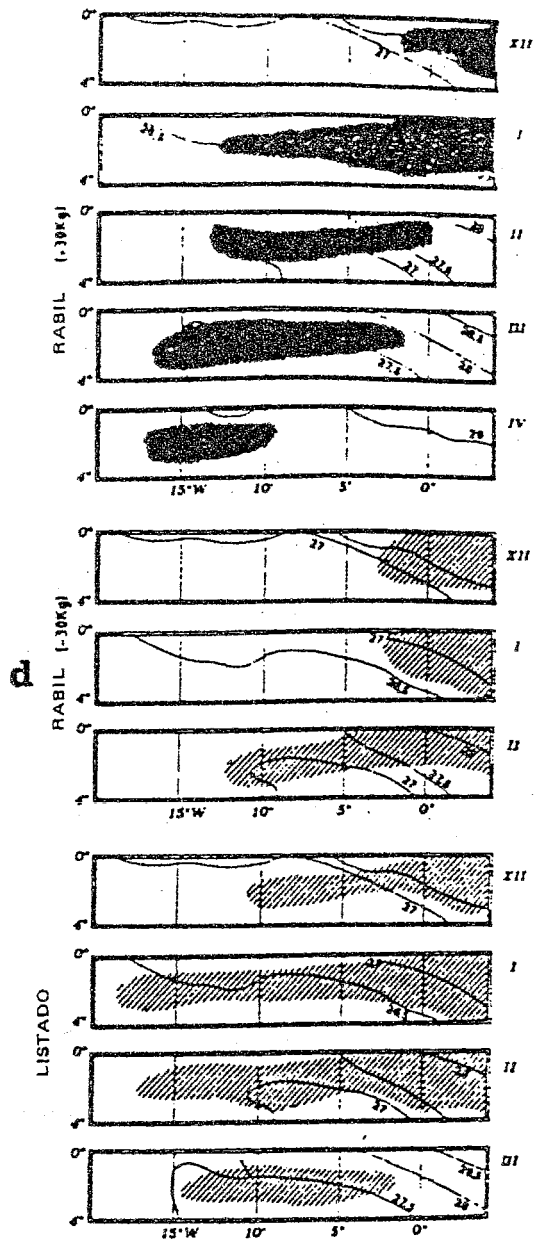
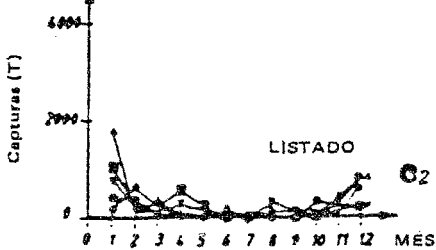
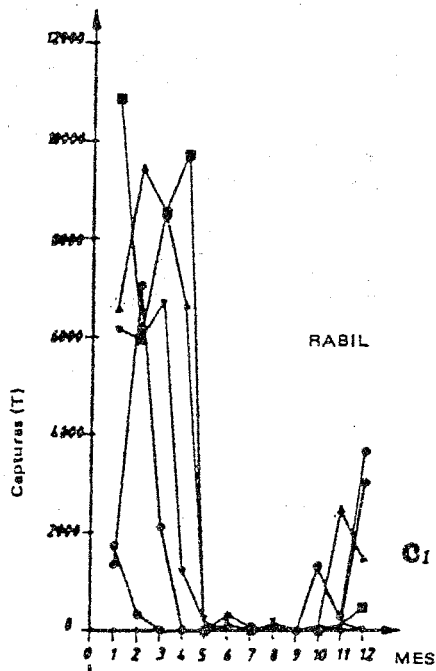
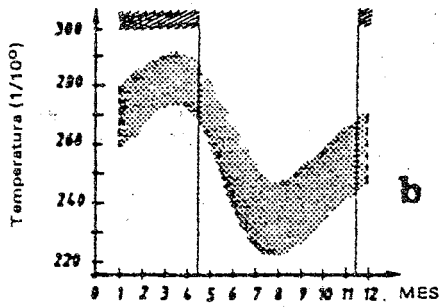
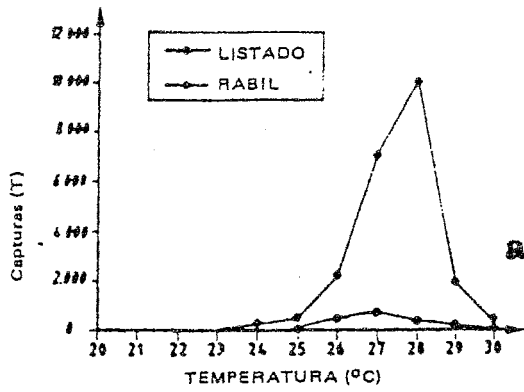


Figura 7.17

- un frente de afloramiento cerca del cabo López con las aguas frías procedentes de la subcorriente de Lomonosov.

- un frente de divergencia al sur de la isla de São Tomé con aguas frías, procedentes igualmente de la subcorriente de Lomonosov, pero asociadas a disminuciones de salinidad en la superficie.

La hidrología de esta zona ha sido descrita por numerosos autores (Berrit, 1962; Dufour y Stretta, 1973; Morlière *et al.*, 1974; Hisard *et al.*, 1975; Stretta, 1977 y Wauthy, 1977) y se presenta en el párrafo 3.3.3.

En esta región, en las proximidades del cabo López, se desarrolló desde el año 1910 hasta los años 1950 una importante industria ballenera (Collignon y Roux, 1950). Durante la temporada de pesca, que se extendía desde mediados de junio hasta finales de octubre, se capturaban de 16 a 20 ballenas de 12 a 18 m con un peso de 45 t (megáptera o jubarte) delante del cabo López, que eran tratadas en tierra. En 1949 se capturaron 1 356 ballenas (Acolas, 1950). La presencia en la zona de grandes biomasas de cetáceos corresponde con toda seguridad a la presencia de importantes cantidades de alimentos disponibles para los predadores finales de esta cadena alimentaria.

A nivel biológico, Dufour y Stretta (1973) demuestran que:

- en las aguas calientes, poco salinas y pobres en sales nutrientes, situadas al norte del frente termosalino, la capa de agua sólo puede soportar una producción primaria débil, así como una escasa cantidad de zooplancton.

- en las aguas frías situadas al sur del frente termohalino, las concentraciones de clorofila "a" entre la superficie y 100 metros de profundidad son de dos a tres veces más elevadas que las de la parte norte del frente.

- la interfaz entre estos dos ecosistemas constituye la zona frontal propiamente dicha, que se caracteriza por un gradiente de densidad elevada (Dufour y Stretta, 1973). El zooplancton (esencialmente copépodos) y el micronecton son más abundantes en ese frente térmico. Por el contrario, Voituriez *et al.* (1973) no han encontrado diferencia entre las cantidades de zooplancton presentes en la zona frontal y al sur del frente en las aguas frías.

Sin embargo, como señala Frontier (1978), esta zona frontal es biológicamente más rica que las dos zonas adyacentes, ya que "en el nivel de contacto entre los dos ecosistemas de maduración diferente, se produce una exportación de materia-energía desde el más joven al más maduro. Al aprovecharse del agua fría rica, el agua caliente oligotrófica se puebla de elementos tróficos superiores móviles".

En su síntesis sobre los túnidos del Pacífico, Sund *et al.* (1981) al comentar los resultados de Dufour y Stretta (1973), subrayan el hecho de que el zooplancton puede acumularse de forma pasiva y mecánica en la interfaz y que el micronecton, capaz de desplazarse activamente, puede ser atraído hacia la zona frontal por el zooplancton, si bien esto no es cierto para todos los grupos taxonómicos de micronecton, y no todos migran al mismo tiempo. Estos autores subrayan con razón que las redes para micronecton son en general muy malas muestreadoras de los animales que constituyen el régimen alimentario de los túnidos.

Esta importante biomasa de animales consumibles por los túnidos conduce a una concentración máxima de bancos de túnidos en la parte caliente del sistema frontal (Stretta, 1977).

Figura 7.18 Capturas y temperaturas en el sector Ghana:

- (a) Distribución de las capturas de rabil y listado según la temperatura de superficie, cerqueros FIS y españoles, período 1980 a 1983, lances cuyas temperaturas de superficie se conocen: (a1) en julio y (a2) de octubre a diciembre.
- (b) Temperaturas medias de superficie por mes (en 1/10 de grado) obtenidas por los barcos mercantes en el sector, de 1964 a 1984 (los períodos que corresponden a la temporada de pesca aparecen rayados).
- (c) Capturas de rabil (c1) y de listado (c2) por mes por los cerqueros FIS y españoles de 1969 a 1984.
- (d) Localización de las capturas mensuales de rabiles grandes (+30 kg), de rabiles pequeños (-30 kg) y de listados, en el sector, en julio (d1) y en octubre a diciembre (d2).
- (e) Capturas anuales de rabil, listado y patudo estimadas para el conjunto de las flotas atuneras de superficie, período 1969 a 1982 (en toneladas métricas).

GHANA

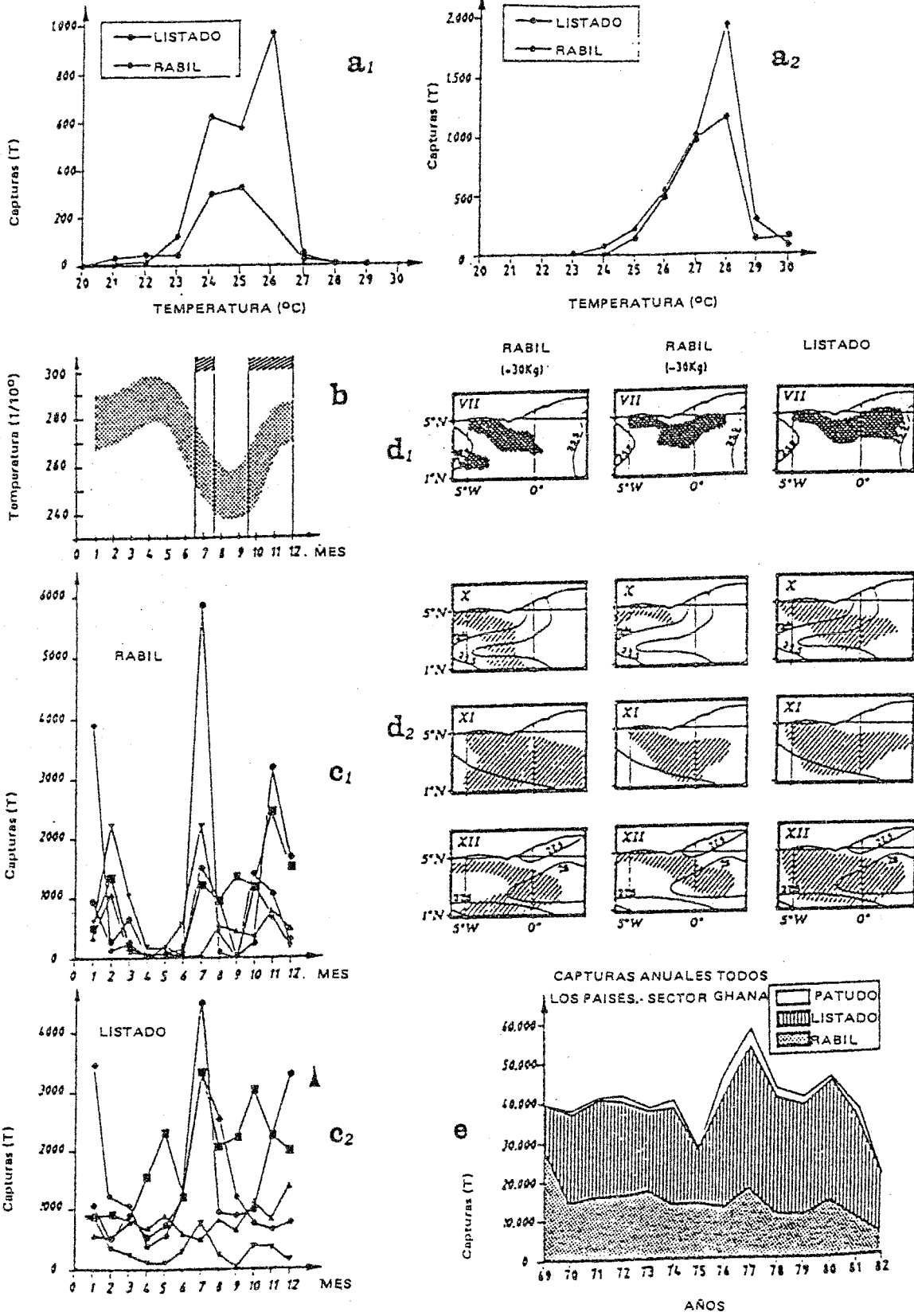


Figura 7.18

Figura 7.19 Capturas y temperaturas en el sector cabo López:

- (a) Distribución de las capturas de rabil y listado según la temperatura de superficie, cerqueros FIS y españoles, período 1980 a 1983, lances cuyas temperaturas de superficie se conocen: (a1) en mayo y junio, y (a2) de julio a septiembre.
- (b) Temperaturas medias de superficie por mes (en 1/10 de grado) obtenidas por los barcos mercantes en el sector de 1964 a 1984 (los períodos que corresponden a la temporada de pesca aparecen rayados).
- (c) Capturas de rabil (c1) y de listado (c2) por mes, por los cerqueros FIS y españoles de 1979 a 1983.
- (d) Localización de las capturas mensuales de rabiles grandes (+30 kg), de rabiles pequeños rabiles (-30 kg) y de listados, en el sector, en mayo y junio (d1) y de julio a septiembre (d2).
- (e) Capturas anuales de rabil, listado y patudo estimadas para el conjunto de las flotas atuneras de superficie, período 1969 a 1982 (en toneladas métricas).

CABO LOPEZ

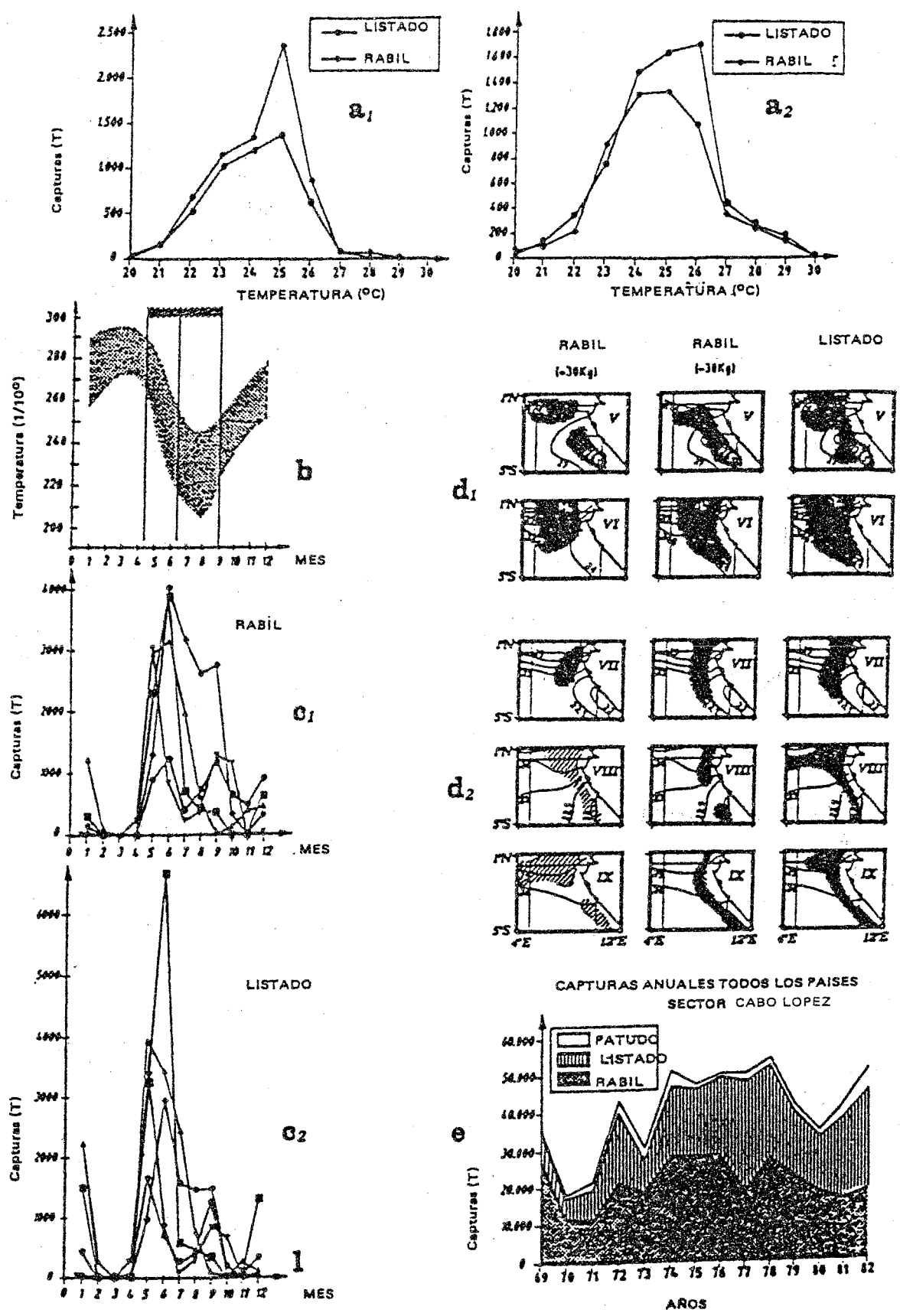


Figura 7.19

Hemos distinguido en la zona del cabo López dos períodos de pesca, la primera en mayo y junio y la segunda en julio, agosto y septiembre. Como la imbricación de los tres tipos de frentes anteriormente descritos es estrecha, es difícil asociar un estrato de pesca en particular a una de estas estructuras frontales. Es posible que las capturas en mayo y junio (figura 7.19.d1) estén más relacionadas con los frentes de aguas poco salinas que durante el segundo período de pesca de julio a septiembre (figura 7.19.d2). Durante este segundo período, las condiciones hidrológicas se caracterizan frecuentemente por una acentuación del sistema frontal de tipo térmico y con la formación de una "burbuja" de agua caliente estrecha (figura 7.20). Es en el seno y en la periferia de esta burbuja de agua caliente donde se concentran los túnidos (Stretta, 1977; Stretta *et al.*, 1977). Estas estructuras térmicas muy particulares pueden desarrollarse de 1°N a 1°S entre la isla de São Tomé y el cabo López. Al sur de este último pueden desarrollarse igualmente pequeños frentes muy localizados a lo largo de la costa bordeando la plataforma submarina, donde se localizan importantes concentraciones de túnidos. No hay que perder de vista que esta zona costera al sur del cabo López es un área de puesta de *Sardinella aurita* durante la temporada fría (Ghéno y Fontana, 1981).

En los mapas de pesca se observa que en la región del cabo López los túnidos no se concentran en las proximidades de la plataforma submarina como se ve en otras zonas. Los atunes explotarían más la productividad del sistema frontal oceánico que el correspondiente a la plataforma submarina. La biomasa de los peces pelágicos costeros presentes en la zona del cabo López es además relativamente escasa comparada con la que se observa más al sur en la zona del afloramiento de Angola. Esto se aprecia con claridad en el mapa de capturas medias de estas especies (figura 7.21) (se puede considerar *grosso modo* que las biomásas de estas especies son proporcionales a las capturas en cada zona).

7.4.9 ZONA ANGOLA

Consideramos aquí la zona de pesca que se extiende de 5°S a 15°S y de la costa a 10°E. Esta zona se caracteriza por la presencia de un domo térmico y de un importante afloramiento costero durante el invierno austral. El domo de Angola ha sido puesto en evidencia por Mazeika (1976) y ha sido estudiado por Gallardo *et al.* (1974); es, sin embargo, mucho menos evidente que el de Guinea, por lo que actualmente se está cuestionando incluso su existencia (párrafo 3.3.4). No es menos cierto que en febrero-marzo aparece una elevación de la termoclina al norte del límite norte de los alisios (Voituriez y Herbland, 1988). Durante ese período del año, se puede colegir que existe una relación entre la presencia de túnidos en esa zona y la productividad procedente del domo térmico, según sugiere Beardsley (1969). Por otra parte, Herbland y Stretta (1973) han elaborado mapas de la distribución del micronecton en el domo de Angola, e intentan relacionar su proporción con la presencia de túnidos. En el invierno austral, el desarrollo del afloramiento costero implica la formación de estructuras frontales agudas, como lo atestiguan las temperaturas obtenidas por radiometría aérea en septiembre de 1973 (Vercesi, 1973).

En esta zona se distingue un período principal de pesca de septiembre a noviembre. Se observa asimismo la existencia de capturas esporádicas en el primer trimestre durante los años 1973 a 1975.

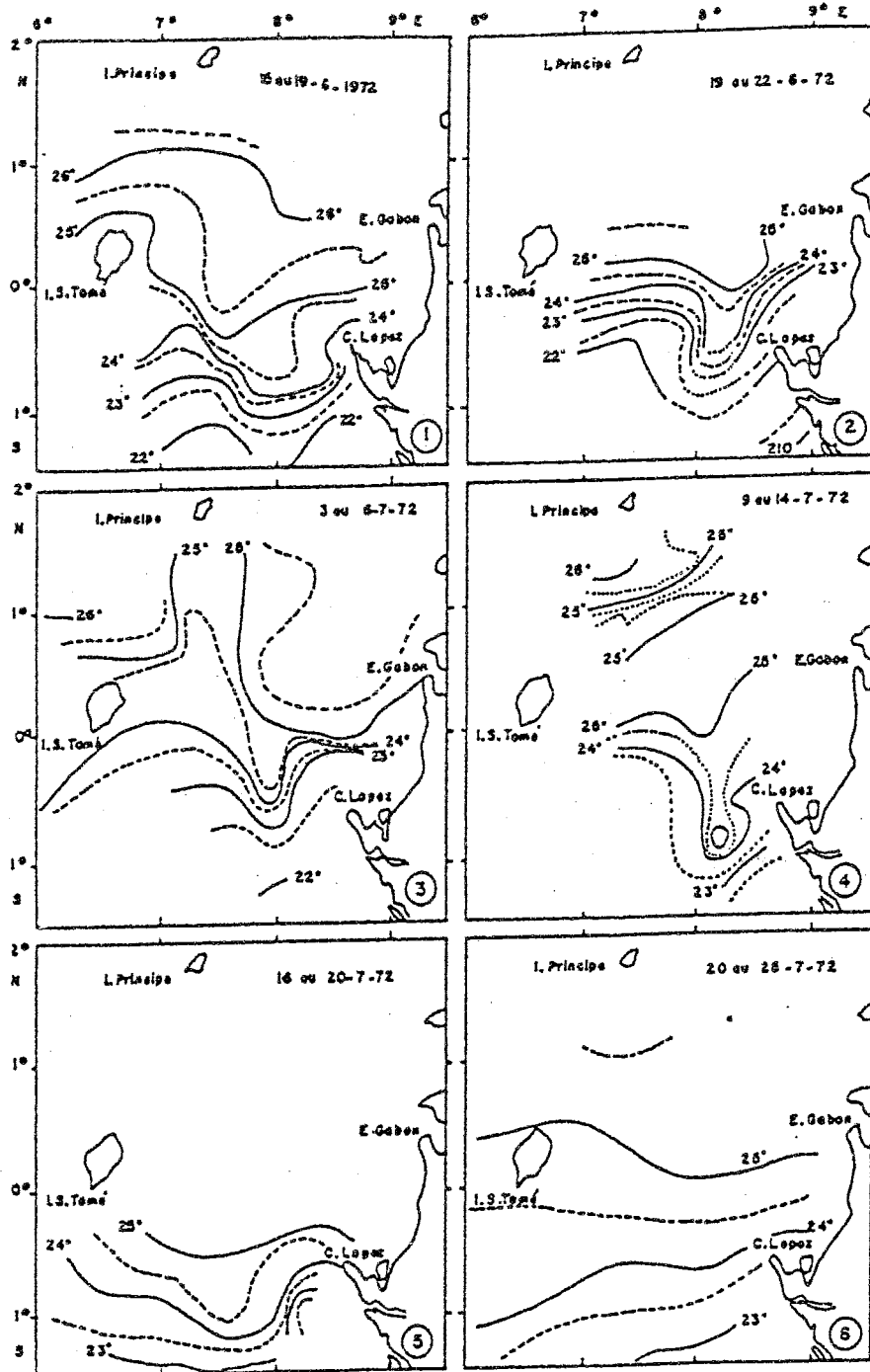


Figura 7.20 Isotermas de superficie observadas por periodos de 5 dias en la zona de cabo Lopez en junio y julio 1972 (según Stratta, 1977).

Figura 7.22 Capturas y temperaturas en el sector Angola:

- (a) Distribución de las capturas de rabil y listado según la temperatura de superficie, cerqueros FIS y españoles, período 1980 a 1983, lances cuyas temperaturas de superficie se conocen: de septiembre a noviembre.
- (b) Temperaturas medias de superficie por mes obtenidas por los barcos mercantes en el sector de 1964 a 1984 (los períodos que corresponden a la temporada de pesca aparecen rayados).
- (c) Capturas de rabil (c2) y de listado (c1) por mes por los cerqueros FIS y españoles de 1969 a 1984.
- (d) Localización de las capturas mensuales de rabiles grandes (+30 kg), de rabiles pequeños (-30 kg) y de listados, en el sector, de septiembre a noviembre.
- (e) Capturas anuales de rabil, listado y patudo estimadas para el conjunto de las flotas atuneras de superficie, período 1969 a 1982 (en toneladas métricas).

ANGOLA

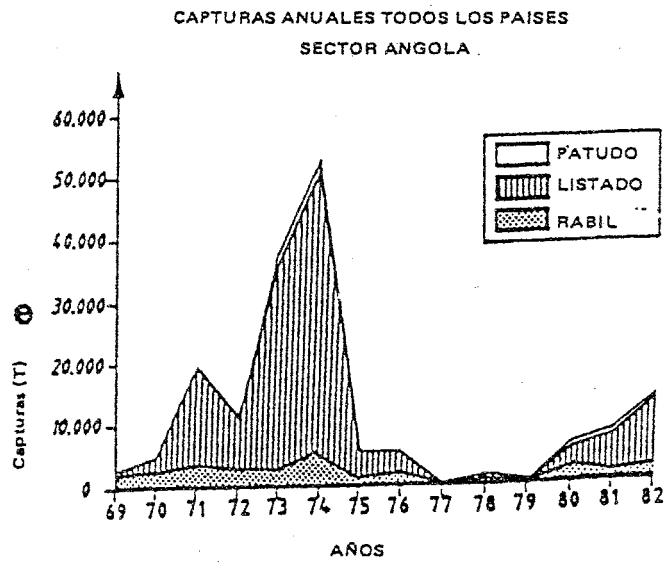
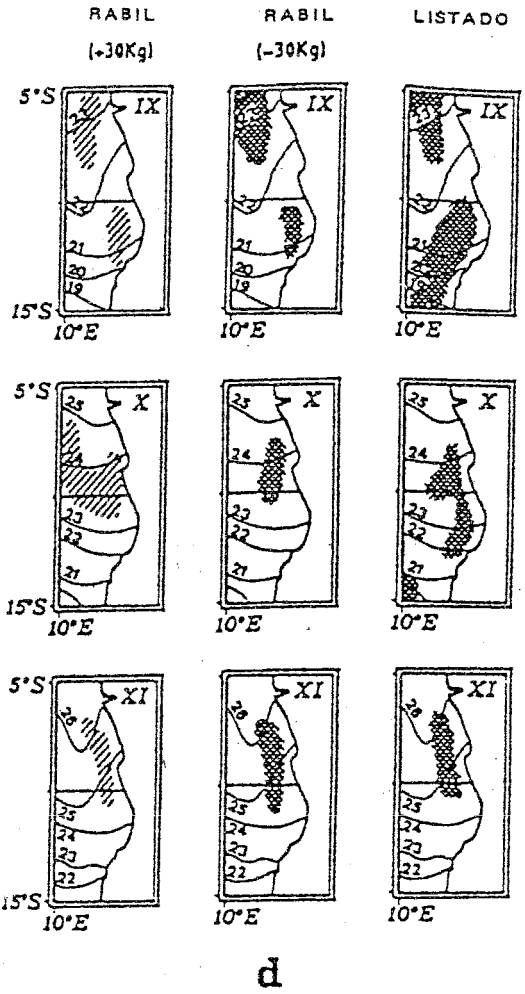
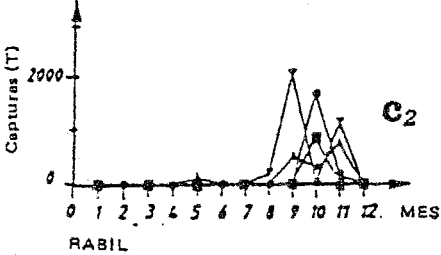
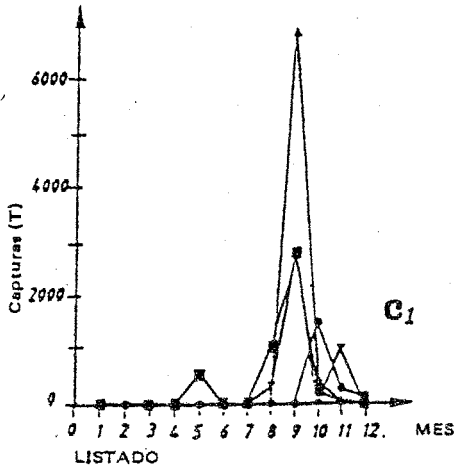
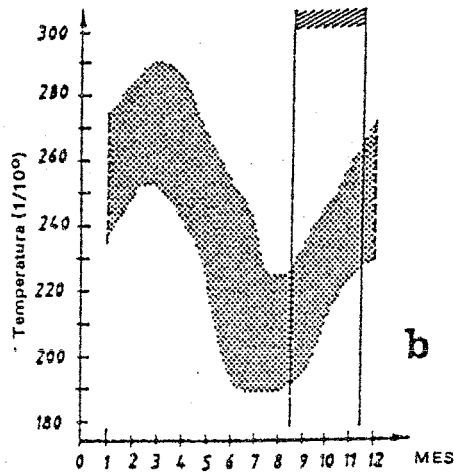
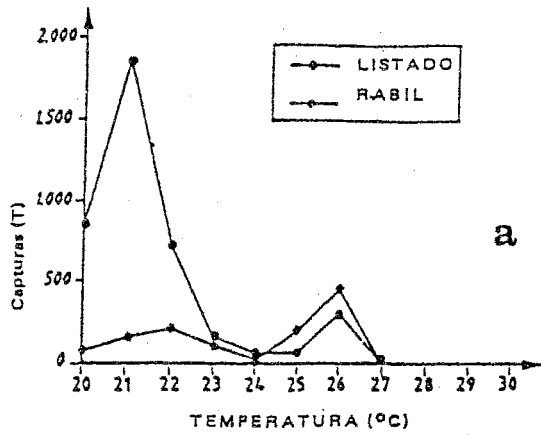


Figura 7.22

Al final del invierno austral, tras la actividad del afloramiento costero, los cerqueros y los cañeros han faenado de forma regular frente a la costa de Angola hasta 1974 (figura 7.22.e). Ingham *et al.* (1977) presentan mapas de localización de bancos de listados en octubre-noviembre 1968. Todas las observaciones sobre bancos de túnidos indican que éstos se encuentran muy próximos de la costa, según se aprecia en la figura 4.10, que muestra la localización de las capturas durante el período 1969 a 1974. De 1980 a 1983, la captura de listados se situó igualmente en la zona costera, en la inmediata proximidad de la plataforma submarina (figura 7.22.d). En septiembre de 1973, las capturas de rabil, y sobre todo de listado, se desarrollaron en el seno de zonas frontales muy definidas entre las isoterms 20°C y 22.8°C como lo prueban las temperaturas obtenidas por radiometría aérea en septiembre de 1973 (Vercesi, 1973).

7.5 DISCUSIÓN

La descripción de los principales estratos espacio temporales de pesca en el golfo de Guinea muestra que las capturas importantes de túnidos se realizan en una gama térmica que se extiende de 22°C a 29°C. La distribución de las capturas en función de la temperatura de la superficie es muy variable según las regiones que se consideren. Además de la relación temperatura de superficie - día de pesca, los parámetros ambientales van a tratarse en relación con: (1) la biomasa de túnidos, (2) la estrategia de pesca, y (3) la táctica de pesca.

(1) La biomasa de túnidos

¿Actúan las variaciones del medio ambiente sobre la dinámica de los stocks explotados? Este es un tema que ha sido objeto de pocos estudios.

- Conceptualmente, la variabilidad del medio ambiente puede intervenir directamente sobre la capturabilidad del stock, y por tanto sobre su tasa de mortalidad por pesca, e indirectamente sobre la biomasa del stock. En la actualidad, el único estudio del efecto de las anomalías del medio ambiente sobre la explotación de túnidos se debe a Cayré y Roy (1985). Estos autores señalan que en las zonas de pesca frente a Côte d'Ivoire (comprendidas en la que hemos designado zona Ghana) y frente a Senegal, los rendimientos (expresados en CPUE) parecen responder de forma negativa a todas las anomalías térmicas importantes, ya sean positivas o negativas. Mencionan el hecho de que "no hay una correlación simple entre los rendimientos (CPUE) de rabil en el Atlántico tropical oriental y la variabilidad interanual de la temperatura de superficie considerada como un indicador de productividad biológica en las zonas de afloramientos".

- Las variaciones de los parámetros ambientales en una "nursery" podrían actuar también sobre la calidad de la alimentación, haciéndola inadecuada para el desarrollo de las larvas, y tener efectos sobre el crecimiento y la mortalidad en los estados larvarios y juveniles. Esto puede llevar a la existencia de una clase de edad excepcionalmente mala y ocasionar una caída de las capturas en una zona habitualmente muy productiva. Parece que eso es lo que ocurrió en la zona del cabo López en 1975 (Stretta, 1977).

- En un segundo nivel, se podría plantear la cuestión de si una sobreexplotación de la alimentación potencial de los túnidos puede conllevar una disminución de las capturas. Como ya hemos visto, hay que observar que el brusco descenso del stock de alacha frente a Ghana no ha acarreado un descenso de capturas de túnidos en ese sector. Es probable que haya un efecto del medio ambiente sobre la dinámica de las poblaciones de túnidos explotadas, pero nuestros conocimientos son aún fragmentarios y sería necesario realizar análisis más profundos.

(2) La estrategia de pesca

Las condiciones hidrológicas que favorecen el enriquecimiento de una zona, y por tanto la presencia o ausencia de peces, tendrían efecto sobre la estrategia de pesca de las flotas. La cadena alimentaria que se inicia con una producción primaria importante desencadenada por la llegada de sales nutrientes a la capa eufótica, y termina en los animales presas de los túnidos, está sometida en todos sus eslabones a la acción sinérgica de los parámetros físico-químicos y biológicos. Estos parámetros van a actuar directamente sobre el recurso. Se podría pensar que las malas condiciones de enriquecimiento de una zona actuarían también sobre las rutas migratorias de los túnidos y sobre la disponibilidad del recurso.

La primera hipótesis para explicar la presencia de túnidos en una zona determinada es la de que existe una conexión entre esta presencia y la productividad de la masa de agua, lo que viene a decir que cuanto más rica es la masa de agua, mayor es la probabilidad de encontrar atún.

El mapa de la migración del listado (capítulo 5, figura 5.21) muestra que los listados y también los rabiles juveniles se desplazan de una zona de pesca a otra. Los listados emigran de la zona del cabo López en el segundo trimestre hacia la zona Ghana en el tercer trimestre y hacia las zonas Liberia y Guinea durante el curso del cuarto trimestre y del primer trimestre del año siguiente. Estos listados y rabiles juveniles se capturan en las zonas que previamente han experimentado un proceso de enriquecimiento y maduración de la masa de agua (Stretta y Slepoukha, 1983b).

Estos desplazamientos están condicionados por una búsqueda incesante de alimento destinado a responder a sus importantes necesidades energéticas. La existencia y la cantidad de alimento presente en una región van a tener influencia sobre la localización y duración de la captura. Ciertos estratos de pesca se sitúan en el límite de la plataforma submarina por encima de la cual las pescas de pelágicos costeros son particularmente activas. Este es el caso que se produce frente a la plataforma submarina de Mauritania, Senegal, Ghana y Angola (mapa 7.22). No obstante, debe matizarse esta dependencia de los túnidos frente a los pelágicos costeros. Así, a continuación del brusco descenso del stock de alacha en la región de Côte d'Ivoire-Ghana en 1973, las capturas de rabiles y listados no disminuyeron inmediatamente y sólo en 1975 las capturas de atún fueron particularmente escasas. En cuanto se refiere a la duración del período de pesca, es probable que los procesos de enriquecimiento de la masa de agua no tengan lugar una sola y única vez. Si se examinan los mapas de temperatura de la zona de pesca del cabo López en 1972 (figura 7.20) y las de 1974 y 1975 (Stretta, 1977), se observa que las aguas frías procedentes del afloramiento costero a lo largo de la costa de Gabón generan un sistema frontal en varias ocasiones de junio a julio. Este proceso se desarrolla igualmente durante el período de pesca Ghana frente a Côte d'Ivoire, en el verano boreal (Stretta *et al.*

(1973). De enero a marzo, se pueden relacionar las capturas muy localizadas con el desarrollo de la "pequeña temporada fría" que experimenta la aparición de aguas frías en ese sector (Morlière, 1970 y Binet, 1976). No hemos analizado anteriormente este estrato de pesca debido a su carácter muy irregular.

Dentro de la zona Guinea, ¿se podría considerar que las capturas importantes realizadas durante la primera temporada de pesca, de marzo a mayo, se encuentran asociadas a la producción del domo de Guinea, que parece desaparecer hacia finales de septiembre (Merle, 1979)? La presencia del domo térmico de Guinea no parece explicar por sí sola las capturas de listados y rabiles de noviembre a marzo. Si los mapas de temperaturas a 20 m, de enero a abril, de Mazeika (1967), y los de 20 m y 50 m de enero a marzo de Merle (1978) no reflejan la estructura térmica en forma de domo en esta zona, parece ponerse en duda la desaparición de éste después de las últimas campañas oceanográficas (Le Bouteiller, com. pers.). Por otra parte, la formación de una zona frontal entre las aguas procedentes del afloramiento senegalés y las aguas calientes podría tomar el relevo de la producción en la región del domo de Guinea. Además, las capturas en este sector podrían estar asociadas a enriquecimientos de la masa de agua por los aportes fluviales o por las células de convergencia. Otra hipótesis que no se puede descartar es la de las capturas asociadas a dispositivos de concentración de túnidos; Stretta y Slepoukha (1986) subrayan que en las zonas costeras de Liberia, la proporción de las capturas asociadas a restos flotantes es superior al 40%.

En el golfo de Guinea las capturas de túnidos se producen en aguas donde con anterioridad no se había manifestado ningún sistema productivo (o éste no ha sido detectado en superficie). La ausencia (o la poca intensidad) de estructuras que favorezcan un enriquecimiento de la masa de agua, ¿tendría influencia sobre la presencia de peces?

En la zona Ecuador, la presencia de la cresta térmica sería capaz de sustentar una importante producción todo el año; es la nueva hipótesis que proponen Herbland *et al.* (1985). En la temporada caliente, sobre todo en la zona ecuatorial, asistimos a una forma de enriquecimiento antes mencionada, más difícil de cuantificar, unida a la acción de las ondas largas en el ecuador, que favorecerían una elevación de las aguas infratermoclinales (ricas en nitrato) en la capa eufótica. A veces, estas células de afloramiento alcanzan la superficie y pueden ser detectadas. Herbland *et al.* (1983) consideran que en el Atlántico tropical oriental, las variaciones a corto plazo de las condiciones hidrológicas (circulación vertical y horizontal y la mezcla turbulenta asociada) tienen probablemente más importancia de lo que se pensaba; parece que toda la zona ecuatorial (entre 1°N y 7°S) está sometida a "pulsaciones verticales" muy limitadas en el espacio y en el tiempo, aún mal explicadas y en cualquier caso impredecibles. El satélite meteorológico equipado con un radiómetro de infrarrojos es una herramienta inestimable para la localización de este tipo de variaciones de las condiciones hidrológicas de superficie que se convertirán en el origen de un enriquecimiento local de la masa de agua.

En la primera hipótesis, que se basa sobre el desplazamiento de los túnidos, condicionados principalmente por su búsqueda de alimento, no hay que omitir la que se refiere a concentraciones relacionadas con la reproducción. La puesta del rabil tendría lugar principalmente durante el primer trimestre del año, y se desarrollaría en el Atlántico tropical oriental en dos zonas; la zona principal estaría situada en el "fondo" del golfo de Guinea de 5°N a 5°S, y de la costa africana al meridiano de Greenwich. Una segunda zona de puesta estaría localizada frente a Liberia (Albaret, 1977). Para el listado el problema es diferente, ya que esta especie parece tener una estrategia de reproducción más oportunista. Cayré y Farrugio (1986) calculan que las zonas cuya temperatura es superior

a 24°C, y en las cuales las biomásas de fitoplancton y de zooplancton son importantes, parecen ser particularmente favorables a la reproducción del listado en el Atlántico.

A continuación de los trabajos de Kitchell *et al.* (1978), se han estimado las necesidades energéticas de los listados y de los rabiles juveniles del Pacífico. Según estos autores, un listado de menos de 1 kilo consumiría entre 7.3 y 19% de su peso por día. Respecto a los rabiles juveniles, los valores obtenidos están próximos a los estimados para los listados. Los trabajos más recientes y más completos de Olson y Boggs (1986) en el Pacífico este estiman entre el 3,9% y 6,7% del peso de los individuos, según los métodos de cálculo, el alimento que ingieren los rabiles cada día. La biomasa de las tres especies principales (rabil, listado y patudo), que se estima en unos 1.5 millones de toneladas (capítulo 8), necesitaría anualmente de 21 a 37 toneladas de alimento. Estas necesidades energéticas son enormes. Por otra parte, se sabe que los túnidos tienen un comportamiento muy oportunista en cuanto concierne a la captura de alimento. Por ello, no es sorprendente que las zonas ricas en túnidos sean frecuentemente aquellas donde abunda el alimento.

Para localizar las zonas de concentración de túnidos sería suficiente buscar las regiones que poseen una gran densidad de alimentos; la búsqueda de estas regiones nos conduce a localizar en el océano las zonas con gran productividad y a seguirlas en el espacio y en el tiempo. Antes hemos visto que en las aguas tropicales, el sistema que tiene un papel principal en el enriquecimiento de la capa epipelágica es el de la elevación de la termoclina, sea en superficie (caso de un afloramiento o frente), sea sólo en la capa eufótica (caso de los domos o de la cresta ecuatorial).

Esto nos lleva a examinar el concepto del pasado hidrobiológico de las masas de agua. Esta noción nos va a permitir abordar el problema de la localización de los alimentos de los túnidos.

El proceso de enfriamiento superficial, en el origen del enriquecimiento de las aguas, se puede detectar frecuentemente por satélite. Lamentablemente, uno de los límites del empleo de satélites sigue siendo la imposibilidad actual de detectar una estructura hidrológica en forma de cresta o de domo térmico que no se traduce por un enfriamiento superficial. A pesar de eso, probablemente será posible en el futuro detectar este tipo de estructura mediante el análisis del color de las aguas a partir de satélites equipados con un radiómetro que analice el espectro difundido por el mar.

En el caso favorable de que sea posible observar por satélite la formación de una zona productiva (productividad primaria y secundaria), se comprueba que es preciso esperar algún tiempo para observar la concentración de túnidos en el sector. En el caso más sencillo, también será posible seguir por satélite la evolución en el espacio y en el tiempo de las "perturbaciones" térmicas detectadas, con el fin de prever el período y la zona donde será más alta la probabilidad de encontrar animales presa y túnidos. El análisis de las estadísticas de pesca finas, es decir, las capturas diarias con las posiciones en grados y minutos, permitirá observar el calendario de la aparición de los túnidos en el área si una pesquería explora la zona.

A partir de este principio de seguimiento en el tiempo de una masa de agua, el modelo "Prévipêche" desarrollado por Stretta y Slepoukha (1983, 1983a) realiza previsiones de las zonas favorables o desfavorables para la presencia de túnidos en el Atlántico tropical oriental.

El análisis de Mendelsohn y Roy (1986), confirma el valor estadístico de este concepto; estos autores, al analizar la relación entre las capturas por quincena de rabil y de

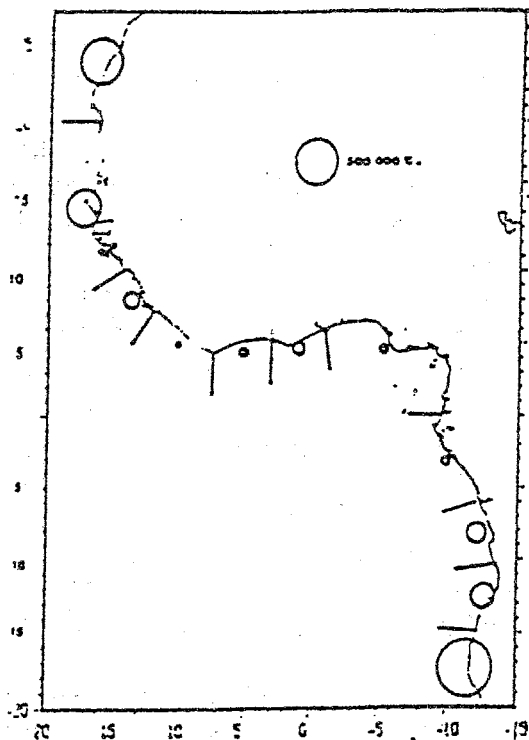


Figura 7.21 Capturas medias de alacha, carángidos y escómbridos durante el período 1979 a 1982 (según los boletines estadísticos de CECAF e ICSEAF).

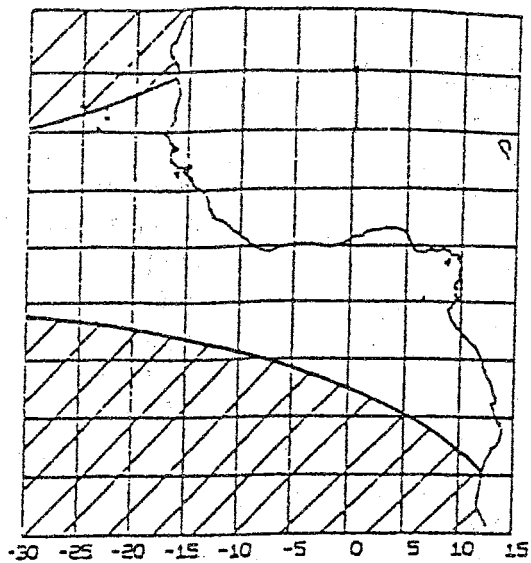


Figura 7.23 Zona de vientos fuertes en julio (velocidad superior a los 6 m/s), es decir, impropios para la maniobra de los carqueros (según el atlas de Hastenrath y Lamb, 1977).

Tabla 7.3 Tabla comparativa de los porcentajes de lances por clase de 10 toneladas, efectuados con vientos de fuerza 1 a 4 y superiores a fuerza 5.

	Lances nulos	1 a 30 T	11 a 20 T	21 a 30 T	31 a 40 T	41 a 50 T	51 T	Número lances
Fuerza 1 a 4	20.8 %	27.8 %	18.5 %	10.9 %	6.5 %	4.9 %	10.7 %	5 839
Fuerza 5 +	30.2 %	23.4 %	19.7 %	6.8 %	3.7 %	6.2 %	9.9 %	168

listado hechas por la flota atunera FIS y los datos ambientales (temperatura de superficie y velocidad del viento) de 1969 a 1979, demuestran que en ciertas zonas estos parámetros podrían ser indicativos de los mecanismos oceanográficos que son el origen de las condiciones de pesca favorables.

Persisten diversos problemas serios respecto a la relación exacta entre la riqueza en nutrientes y la abundancia de túnidos en una zona:

- Se desconoce si la observación hecha por Roger y Grandperrin en el Pacífico en cuanto a que los túnidos no parecen nutrirse de la fauna migratoria podría aplicarse al golfo de Guinea, debido principalmente al hecho de que las condiciones hidrológicas son muy diferentes en los dos océanos, sobre todo respecto a la profundidad de la capa homogénea. Roger (com. pers.) opina no obstante que el esquema del Pacífico se podría aplicar al océano Atlántico.

- Sigue siendo difícil de calcular la importancia de los peces pelágicos costeros en la ración alimentaria de los túnidos. Sería interesante conocer este punto, ya que la ecología y la dinámica de estas especies son intrínsecamente muy diferentes de las de los organismos planctónicos debido, en especial, a su aptitud potencial para sobrevivir más tiempo que el plancton en las zonas pobres en nutrientes (por lo menos los adultos).

- Hay un gran desconocimiento sobre las posibilidades que posee un túnido de sobrevivir durante largo tiempo en su medio natural con poco alimento, particularmente durante las fases de migración o de reproducción.

(3) La estrategia de pesca

Los límites y variaciones de los parámetros ambientales van a influir a corto plazo sobre la captura; el pescador estará muy afectado por ellos. En efecto, la temperatura de superficie, la profundidad y el gradiente de la termoclina, el contenido de oxígeno disuelto, la fuerza del viento, la corriente, van a actuar sobre el comportamiento y sobre la disponibilidad de peces.

- Una capa homogénea con estas características, de poco espesor, acompañada de una termoclina inferior a 3.5 ml/l, que se encuentra frente a Angola (Ingram *et al.*, 1977), va a favorecer el fenómeno de concentración de peces.

- Un viento fuerte, por ejemplo, de fuerza superior a 4 en la escala Beaufort, no permite a los cerqueros trabajar de forma eficaz, y sólo pueden pescar los barcos de cebo; por ello, pocos cerqueros pueden faenar en Mauritania durante el verano, en una zona donde soplan los alisios. En el área estudiada, las zonas de fuertes vientos pueden abarcar superficies importantes, como muestra la figura 7.23. Se observa en la tabla 7.3 el escaso número de lances de cerco efectuados a causa de los fuertes vientos. Esta tabla facilita los porcentajes de los lances efectuados por los cerqueros FIS en el golfo de Guinea con vientos de fuerza inferior o superior al nivel 4 de la escala Beaufort. Se puede observar que únicamente un 2,8% de los lances tienen lugar con un viento de fuerza superior o igual a 4, y estos vientos son frecuentes en la zona.

- Aunque el efecto de la corriente parece tener escasa influencia (Stretta y Slepoukha, 1986), un patrón de cerquero dudará en largar la red en el ecuador (de 10 a 20 millas a cada lado del mismo) aunque se observe la presencia de tñidos, a causa de la presencia de la subcorriente de Lomonosov. En la superficie, la corriente ecuatorial sur se dirige al oeste-noroeste y hacia los 20-40 metros, y la corriente de Lomonosov se dirige al este, lo que implica el colapso del cerco, con una gran probabilidad de avería y lances nulos.

- Ocurre a veces que los peces están concentrados en un espacio muy restringido. Se trata del fenómeno de concentración descrito por Fonteneau (1985), donde varios miles de toneladas de tñidos se concentran en una superficie de algunas decenas de millas de lado. Ello podría ser el resultado de una concentración de nutrientes unida a la aparición de condiciones hidrológicas particulares (convergencia de corriente, formación de un frente particularmente activo, etc.). Asimismo, es posible que los peces se concentren en una zona de desove.

- Los peces pueden estar asociados a un DCP (dispositivo de concentración de peces); para este tipo de asociación no podemos dar una explicación de tipo ambiental.

- Un cerquero puede enfrentarse a un comportamiento particular de los peces y tendrá por tanto dificultades para cercarlos; es el caso en el cual los peces se encuentran dispersos, nadan demasiado de prisa o se encuentran aún en aguas profundas. ¿Se puede atribuir su comportamiento a parámetros ambientales?

- Hay situaciones que actúan también sobre la estrategia de pesca aunque los parámetros ambientales no se encuentren implicados; renunciamos a enumerarlas. Un arte de pesca inadecuado puede acarrear capturas nulas en una zona con abundancia de peces; es el caso de los cerqueros que se encuentran sobre un banco de grandes rabiles o patudos. Un barco de cebo puede encontrarse sin cebo en una zona rica en tñidos; asimismo, se puede encontrar en una región donde los bancos de tñidos no responden al cebo y rehúsan morder los anzuelos, por ejemplo, después de una gran abundancia de nutrientes naturales.

- El libre acceso a las zonas económicas exclusivas constituye también un factor que los científicos dominan mal. Es muy probable que la mayor parte de las flotas de cerco que operan en la región hayan restringido durante el período reciente sus actividades de pesca en ciertos sectores costeros, no a causa de la ausencia de tñidos, sino como consecuencia de una falta de acuerdos pesqueros pesca con los países ribereños.

7.6 CONCLUSIONES

El presente análisis es un buen exponente de la gran complejidad de las relaciones que existen entre los tñidos y el medio ambiente. Si actualmente parece cierto que las zonas ricas en atún son en general las zonas ecológicamente más productivas, las relaciones entre los tñidos y el medio resultan muy difíciles de analizar y comprender en detalle, principalmente cuando se trata de hacer previsiones de pesca a una escala espacio-temporal fina. En efecto, éstas deben basarse tanto en los conocimientos biológicos de las

especies (biología, comportamiento, estado de los stocks) como en nociones sobre el medio ambiente. Son aún muy numerosos los interrogantes sobre los mecanismos en juego y la importancia de los diversos factores. Sólo el desarrollo de nuevas actividades de investigación profunda orientadas hacia el estudio de las relaciones entre los túnidos y su entorno permitirán responder a estas múltiples cuestiones.