



00344  
7  
2 ejem.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**RELACIÓN DEL ÉXITO DE LA PESCA PALANGRERA  
CON LA TEMPERATURA SUPERFICIAL Y LA  
PROFUNDIDAD EN EL PACÍFICO MEXICANO.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS**

**P R E S E N T A :**

**ING. PESQ. HERIBERTO SANTANA HERNÁNDEZ**

**DIRECTOR DE TESIS: DR. RENÉ SIGFRIDO MÁRQUEZ MILLÁN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS

A las Autoridades de la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Ciencias, por la oportunidad que me brindaron para estudiar la Maestría en Ciencias, lejos de las instalaciones de Cd. Universitaria.

Desco expresar un especial reconocimiento al Dr. Juan Luis Cifuentes Lemus, quien hizo posible el enlace entre UNAM, INP y CONACYT, para realizar la Maestría en Ciencias en el CRIP de Manzanillo. De la misma manera al Dr. Carlos Rosas Vázquez, a la Dra. Margarita Collazo Ortega y a la Biol. Lilia Durán Salguero por su apoyo constante a lo largo de estos años.

Al Instituto Nacional de la Pesca y el Centro Regional de Investigación Pesquera en Manzanillo, por las facilidades para la realización de los cursos y por permitirme utilizar y procesar la información producto de las muestras de campo, para la elaboración de este trabajo.

Al Dr. René Márquez Millán, Director de la Tesis, por su confianza y atenciones.

Muy especialmente al M. en C. René Macías Zamora por su apoyo en la elaboración de programas, en el procesamiento de la información y sus atinadas observaciones.

Al comité tutorial: Dr. Juan Luis Cifuentes Lemus, Dr. René Márquez Millán, Dr. Jaime Curtis García, Dr. Virgilio Arenas Fuentes, Dr. Carlos Rosas Vázquez, Dra. Gloria Alicia Jiménez Ramón, Dr. Xavier Chiappa Carrara, quienes mejoraron el trabajo con sus observaciones y correcciones. A Mirna Cruz Romero y Ana Luisa Vidaurri Sotelo quienes también leyeron el manuscrito y le hicieron observaciones.

A la Tripulación de los barcos palangreros "Tiburón I" y "Tiburón III", especialmente a los Capitanes T.P. Jesús Murillo Fuentes y T.P. Jaime Peña Amaral, por su cooperación durante las maniobras de pesca y en el apoyo para la obtención de gran parte de la información utilizada en este trabajo.

También desco agradecer a mis compañeros del CRIP-Manzanillo: Ana Luisa Vidaurri Sotelo, Elaine Espino Barr, Juan Javier Valdéz Flores, José Fajardo, Andrés Castillo Cervantes, Miguel Angel Carrasco Aguila, Noé Villanueva López, Martín Salgado Mejía, Alfredo González Becerril y a quienes de alguna forma brindaron su ayuda a lo largo del trabajo de campo, y procesamiento de la información. A mis Compañeros y amigos: Angela Medina Mota y José Luis Baltierra Rodríguez por su apoyo en los trámites Universitarios y estancias en la Ciudad de México D.F.

## **DEDICATORIA**

**A mi Padre que en paz descansa.**

**A mi Madre por todo su incondicional apoyo.**

**A mis siete hermanos con mucho cariño.**

**A mi Esposa Lidia por todo su amor, confianza y estímulo para seguir adelante.**

**A mis hijos Gema y Heriberto por quienes hago todo esto...**

**A mis Compañeros de la Generación 1975-1979 de Ingenieros Pesqueros y muy especialmente a José Luis Rivera Ulloa, su esposa e hija.**

## INDICE

Pag.

1. INTRODUCCION.....	2
2. ANTECEDENTES.....	4
3. OBJETIVOS.....	16
4. AREA DE ESTUDIO.....	17
5. METODOLOGIA.....	17
5.1 FUENTES DE INFORMACION.....	17
5.2 SELECCIÓN DE DATOS.....	19
5.3 MODELOS DE RESPUESTA.....	21
5.4 ORDENACION DE ESPECIES Y CRUCEROS.....	22
5.5 PROFUNDIDAD DE OPERACIÓN DEL PALANGRE.....	27
5.6 DISTRIBUCION VERTICAL DE LAS ESPECIES.....	30
6. RESULTADOS.....	31
6.1 SELECCIÓN DE LA INFORMACION.....	31
6.2 SISTEMA DE PESCA.....	35
6.3 MODELOS DE RESPUESTA.....	42
6.4 ORDENACION DE ESPECIES Y CRUCEROS.....	48
6.5 PROFUNDIDAD DE OPERACIÓN DEL PALANGRE.....	50
6.6 DISTRIBUCION VERTICAL DE LAS ESPECIES.....	56
7. DISCUSION.....	61
8. CONCLUSIONES.....	70
9. RECOMENDACIONES.....	72
10. LITERATURA CITADA.....	73
11. ANEXOS.....	77

## INDICE DE TABLAS

	<b>pag.</b>
<b>Tabla 1.</b> ..... Datos de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de los diez cruceros realizados por el Barco Palangrero "Tiburón III" durante el período 1992-1995, utilizados para el Análisis de Correspondencia.	<b>23</b>
<b>Tabla 2.</b> ..... Análisis de Varianza (ANDEVA) y Mínimas Diferencias Significativas (MDS) de la CPUE del pez vela en la flota "Copemapro".	<b>32</b>
<b>Tabla 3.</b> ..... Análisis de Varianza (ANDEVA) y Mínimas Diferencias Significativas (MDS) de la CPUE del pez vela en la flota "Tiburón".	<b>33</b>
<b>Tabla 4.</b> ..... Características catastrales de los barcos palangreros de la flota "Tiburón".	<b>37</b>
<b>Tabla 5.</b> ..... Características complementarias de los barcos palangreros de la flota "Tiburón".	<b>37</b>
<b>Tabla 6.</b> ..... Características del equipo electrónico de los barcos palangreros de la flota "Tiburón".	<b>37</b>
<b>Tabla 7.</b> ..... Componentes del palangre utilizado por la flota "Tiburón".	<b>41</b>
<b>Tabla 8.</b> ..... Características de los componentes del palangre utilizado por la flota "Tiburón".	<b>41</b>
<b>Tabla 9.</b> ..... Resultados de captura y esfuerzo de las operaciones de pesca del barco palangrero "Tiburón III", durante el período 1992-1995.	<b>42</b>
<b>Tabla 10.</b> ..... Parámetros de ajuste de las curvas de respuesta al gradiente de la temperatura superficial.	<b>47</b>
<b>Tabla 11.</b> ..... Variables utilizadas para el cálculo de la profundidad teórica de operación de los anzuelos de los anzuelos en una sección del palangre.	<b>54</b>
<b>Tabla 12.</b> ..... Datos calculados y medidos (con CTD) de la profundidad de operación de los anzuelos del palangre y la Prueba de ji cuadrado ( $\chi^2$ ) para los tres niveles de operación del palangre.	<b>56</b>
<b>Tabla 13.</b> ..... Resultados del ANDEVA para un Diseño Completo Aleatorizado ( $P \leq 0.05$ ) aplicado al valor promedio de organismos capturados por especie, por cada mil anzuelos <u>en los tres niveles teóricos de operación del palangre.</u>	<b>59</b>
<b>Tabla 14.</b> ..... Resultados del ANDEVA para un Diseño Completo Aleatorizado ( $P \leq 0.05$ ) aplicado al valor promedio de organismos capturados por especie, por cada mil anzuelos <u>en cada uno de los anzuelos del palangre.</u>	<b>60</b>

## INDICE DE FIGURAS

	<b>pag.</b>
<b>Figura 1</b> .....	<b>9</b>
Representación gráfica del Modelo de Respuesta al Gradiente de una Variable Ambiental.	
<b>Figura 2.</b> Area de estudio.....	<b>18</b>
<b>Figura 3.</b> Sección de un palangre con cinco anzuelos.....	<b>28</b>
<b>Figura 4.</b> Barco palangrero.....	<b>35</b>
<b>Figura 5.</b> Palangre de deriva.....	<b>39</b>
<b>Figura 6.</b> Deriva de los extremos del palangre.....	<b>40</b>
<b>Figura 7.</b> Recinal y sus componentes.....	<b>41</b>
<b>Figura 8.</b> .....	<b>43</b>
Dispersión absoluta ( $\pm 1DE$ ) para cada intervalo de temperatura superficial para el <b>pez espada</b> ( <i>Xiphias gladius</i> )	
<b>Figura 9.</b> .....	<b>43</b>
Dispersión absoluta ( $\pm 1DE$ ) para cada intervalo de temperatura superficial para el <b>marlin rayado</b> ( <i>Tetrapturus audax</i> ).	
<b>Figura 10.</b> .....	<b>44</b>
Dispersión absoluta ( $\pm 1DE$ ) para cada intervalo de temperatura superficial para el <b>pez vela</b> ( <i>Istiophorus platypterus</i> )	
<b>Figura 11.</b> .....	<b>45</b>
Representación de la abundancia de <b>pez espada</b> en función de la temperatura superficial.	
<b>Figura 12.</b> .....	<b>45</b>
Representación de la abundancia de <b>marlin rayado</b> en función de la temperatura.	
<b>Figura 13.</b> .....	<b>46</b>
Representación de la abundancia de <b>pez vela</b> en función de la temperatura superficial.	
<b>Figura 14.</b> Agrupación de especies por Análisis de Correspondencia.....	<b>48</b>
<b>Figura 15.</b> Agrupación de cruceros por Análisis de Correspondencia.....	<b>49</b>
<b>Figura 16.</b> .....	<b>49</b>
Agrupación de las temperaturas promedio registradas en cada crucero, por Análisis de Correspondencia.	
<b>Figura 17.</b> .....	<b>53</b>
Representación esquemática de las variables utilizadas para el cálculo de la profundidad de operación de los anzuelos del palangre.	
<b>Figura 18.</b> Representación de un elemento de longitud " $\Delta \ell$ " en función de las variables "X" y "Y".....	<b>53</b>
<b>Figura 19.</b> .....	<b>55</b>
Profundidades registradas con CTD durante los cruceros realizados en marzo y abril de 1995.	

<b>Anexo 1.-</b> Forma de bitácora para registrar información de los barcos palangreros.....	<b>77</b>
<b>Anexo 2.</b> .....	<b>78</b>
Forma para registro del número de anzuelo en que se obtiene la captura de determinada especie	
<b>Anexo 3.</b> .....	<b>79</b>
Desarrollo matemático para obtener la ecuación que representa la profundidad de teórica de operación de los anzuelos en una sección de palangre	
<b>Anexo 4.</b> .....	<b>82</b>
Estructura básica de un programa de cómputo para calcular la profundidad de operación de los anzuelos en una sección de palangre	
<b>Anexo 5a.</b> .....	<b>83</b>
Grados de libertad considerados en el ANDEVA para un diseño Completo Aleatorizado ( $P \leq 0.05$ ), aplicado a los datos de CPUE obtenidas por crucero <u>en cada uno de los anzuelos del palangre.</u>	
<b>Anexo 5b.</b> .....	<b>83</b>
Grados de libertad considerados en el ANDEVA para un diseño Completo Aleatorizado ( $P \leq 0.05$ ), aplicado a los datos de CPUE obtenidas por crucero <u>en cada nivel teórico de operación de los anzuelos del palangre.</u>	
<b>Anexo 6.</b> .....	<b>84</b>
Tabla de resultados del Análisis de Varianza para diseño Completo Aleatorizado ( $P \leq 0.05$ ), aplicado a los datos de CPUE obtenidas por crucero <u>en cada uno de los anzuelos del palangre</u> , aplicado a datos de los cruceros realizados durante el periodo marzo de 1993 - abril de 1995.	
<b>Anexo 7.</b> .....	<b>87</b>
Tabla de resultados del Análisis de Varianza para diseño Completo Aleatorizado ( $P \leq 0.05$ ), aplicado a los datos de CPUE obtenidas por crucero <u>en los tres niveles teóricos de operación de los anzuelos del palangre</u> , aplicado a datos de los cruceros realizados durante el periodo marzo de 1993 - abril de 1995.	



## RESUMEN

La temperatura es un factor ambiental fácil de determinar. Una gran cantidad de investigadores han intentado correlacionar el comportamiento de los peces con la temperatura del agua y sus fluctuaciones (Hela y Laevastu, 1962). Por su parte Lokkeborg y Bjordal (1992), manifiestan que existen varios factores que influyen en la selectividad específica. Entre éstos, sobresalen la estrategia de pesca relativa a la distribución vertical y horizontal de las especies de acuerdo con la época del año. Con información procedente de registros de las operaciones de la flota palangrera que operó en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) del Pacífico Mexicano durante el período 1980 a 1990 y datos obtenidos durante 10 cruces del barco palangrero "Tiburón III", se relacionan los indicadores de abundancia de las especies con la temperatura superficial, se propone un método práctico para determinar la profundidad de operación de los anzuelos del palangre y se analizan las profundidades de ocurrencia de las especies que conforman las capturas. Los resultados indican que: 1) La relación entre la abundancia y el gradiente de la temperatura superficial, coinciden con la relación unimodal concebida por Gauch y Whittaker (1972). Sin embargo, no se presenta el comportamiento simétrico de la curva normal. 2) La capturas obtenidas por la flota palangrera que opera en la ZEE del Pacífico Mexicano varió en su composición específica, dependiendo de la temporada y el área de operación de los barcos. 3) La profundidad de trabajo de los anzuelos tiene influencia en el porcentaje de captura obtenida de especies como el tiburón zorro (*Alopias vulpinus*) y el pez espada (*Xiphias gladius*). Sin embargo, para especies como el marlin rayado (*Tetrapturus audax*) y el pez vela (*Istiophorus platypterus*) no es significativa, posiblemente debido a los hábitos alimenticios de estos organismos. 4) La profundidad de operación calculada en base al método propuesto, estima la profundidad máxima de operación de los anzuelos, y las diferencias entre los valores calculados y observados en los tres niveles de operación podrían atribuirse a tensiones provocadas por efectos de corrientes y organismos capturados previamente.

## ABSTRACT

Temperature is an environmental factor easy to determine. Many researchers have tried to correlate fish behavior with water temperature and their oscillations (Hela and Laevastu, 1962). Lokkeborg and Bjordal (1992), pointed out that there are several factors influencing the specific selectivity. Among them, fishing strategy related to horizontal and vertical species distribution according to the season of the year are the most remarkable factors. With information of longline fleet's logbooks operated in the Mexican Pacific Economic Exclusive Zone (EEZ) during 1980 to 1990 and data from 10 trips of the longline ship "Tiburón III", species abundance indicators were correlated with sea surface temperature. Also, a practical method was proposed to determine longline's hook operation depth and then, depth at which species occurred were analyzed. The results indicated that: 1) The correlation between the abundance and the sea surface temperature gradient coincide, according to Gauch and Whittaker (1972), with the unimodal distribution. However, the symmetric normal curve shape was not presented. 2) Captures obtained by longline fleet operating in the Mexican Pacific EEZ varied in their specific composition depending on the season and the ships' operation zone. 3) The depth at which hooks work have influence in the percentage of capture obtained in species like thresher shark (*Alopius vulpinus*) and the swordfish (*Xiphias gladius*). However, to species like striped marlin (*Tetrapturus audax*) and sailfish (*Istiophorus platypterus*) are not significant probably due to their feeding behavior. 4) The proposed method estimates the Hook's maximum operation depth. The difference between calculated and observed values of the three operation levels may be attributed to tension by current effects and fish caught previously.

## 1.- INTRODUCCION

La temperatura es el factor ambiental más fácil de determinar. Un gran número de investigadores han intentado correlacionar el comportamiento de los peces con la temperatura del agua y sus fluctuaciones. Tales fluctuaciones en el ambiente oceánico, frecuentemente se deben a variaciones provocados por otros factores como corrientes, surgencias, mareas, etc., cuya influencia puede ser considerable; en algunos casos el efecto de la temperatura por sí misma suele ser relativamente limitado. En muchos otros casos la temperatura puede ser un factor útil como indicador de las condiciones prevalecientes y de las variaciones ecológicas. Cuando se usa la temperatura como un indicador directo o indirecto no sólo debe tomarse en cuenta la distribución de los valores existentes con sus intervalos de variación, sino también los gradientes horizontal y vertical y sus cambios espaciales (Hela y Laevastu, 1962).

Según Shapiro (1950), en el análisis sobre la correlación de datos sobre áreas de mejor captura de atunes en la pesquería palangrera japonesa, la disponibilidad de información sobre "temperaturas superficiales óptimas", configuración del fondo de los océanos y tipo de corrientes, fueron de gran utilidad para indicarle a los Capitanes de barcos pesqueros, las condiciones bajo las cuales los palangres podrían ser operados con mejores resultados.

En México, a partir de la década de los ochentas, la flota palangrera inició sus operaciones como respuesta a los compromisos contraídos por el establecimiento de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) en 1976. Los barcos que se utilizaron fueron de origen japonés, usando el palangre de deriva el cual

consiste de una línea principal o línea madre, a partir de la cual penden líneas secundarias llamadas reinales. Cada reinal incluye un anzuelo cebado con pescados enteros de 15 a 25 cm de longitud total. Estos se distribuyen en secciones limitadas por dos líneas verticales con flotadores en los extremos, llamadas orinques. La cantidad de reinales que operan en cada sección, también conocida como "canasta", varía entre 4 y 15 dependiendo de las especies objetivo. El número de reinales utilizado es, entre otros, uno de los factores que determinan la profundidad de operación de los anzuelos (Ueyanagi, 1974; Miyabe y Bayliff, 1980). En el caso de la flota palangrera mexicana se utilizaron cinco reinales por sección o canasta.

Como uno de los resultados del monitoreo y análisis de las operaciones de la pesca palangrera, a través de las bitácoras del periodo 1983-1990, Macías (1992) determinó que la proporción de las capturas estuvieron compuestas por 45% de tiburones (*Alopias vulpinus*, *Prionace glauca*, *Carcharhinus limbatus* y *Sphirna lewini* principalmente), 40% de pez vela (*Istiophorus platypterus*), 6% de dorado (*Coryphaena hippurus*), 5% de marlin (*Tetrapturus audax*, *Makaira mazara* y *Makaira indica*), 3% de pez espada (*Xiphias gladius*), y 1% de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*).

En cuanto a la selectividad del palangre, debe diferenciarse el concepto de selectividad de especies respecto al de tallas; por lo regular la selectividad de especies en los palangres de altura depende más del estrato de operación real y del tipo de carnada que del tamaño de la misma, ya que ésta es determinada por la estrategia de pesca con respecto a la distribución vertical y horizontal de las especies objetivo, tales como la zona de pesca y la profundidad de operación (Lokkeborg y Bjordal, 1992).

Los métodos que existen actualmente para determinar la profundidad de operación de los anzuelos de un palangre son por lo regular tan sofisticados que casi la totalidad de los Técnicos Pesqueros o Capitanes de los barcos palangreros tienen problemas para aplicarlos, de tal manera que sus apreciaciones contienen sesgos que provocan deficiencias sobre la determinación precisa de este factor y, consecuentemente, en la escasa eficiencia y selectividad del arte de pesca.

En el presente trabajo se relacionan los indicadores de abundancia de las especies con la temperatura superficial, se propone un método práctico para determinar la profundidad teórica de operación de los anzuelos del palangre y se analizan las profundidades de ocurrencia de las principales especies que conforman las captura.

## 2. ANTECEDENTES

Las condiciones ambientales y sus cambios periódicos y/o estacionales tienen una gran influencia sobre la ocurrencia estacional y las migraciones de los peces. Con el propósito de localizar agregaciones, así como predecir sus migraciones y abundancia es necesario conocer detalladamente el comportamiento en diferentes condiciones hidrográficas y la combinación de condiciones físicas y biológicas óptimas del ambiente en que los peces prosperan. El conocimiento general de las temperaturas óptimas es necesario para la predicción de concentraciones de peces. Con tal conocimiento, la predicción de las temperaturas pueden usarse para inferir la abundancia estacional de una existencia o "stock" dado de

peces. Muchos peces hacen migraciones estacionales desde latitudes ecuatoriales hacia los polos durante el verano y hacia el ecuador en invierno. Puede ser que estas migraciones estén influenciadas directa o indirectamente por el efecto de la temperatura sobre la abundancia de alimento. Al igual que las migraciones estacionales, las agregaciones relacionadas con el desove, alimentación, etc., pueden estar influenciadas también por este factor (Hela y Laevastu *op. cit.*).

De acuerdo con Bull (1952) citado por Hela y Laevastu *op. cit.*, la percepción de la temperatura en los peces parece estar bien desarrollada. A partir de sus experimentos concluyó que los peces teleosteos perciben y reaccionan a cambios de temperatura del agua hasta de 0.03°C. De la misma forma, Sullivan (1954), resumió los hallazgos de varios investigadores sobre el efecto de la temperatura en el movimiento de los peces y la influencia de ésta sobre su distribución en la naturaleza, discutió el papel del mecanismo receptor del sistema nervioso central en respuesta a la temperatura, de esta manera, estableció que los peces seleccionan cierta temperatura debido a sus efectos en las actividades fisiológicas y concluyó que los cambios de temperatura pueden actuar en el pez como: (1) Un estímulo nervioso; (2) un modificador en los procesos metabólicos y (3) un modificador en la actividad corporal.

Según Sylva (1990), los peces están intrínsecamente asociados con su ambiente físico-químico, especialmente las especies epipelágicas como los picudos de la familia *Istiophoridae* y los atunes, los cuales tienen preferencia por temperaturas definidas, lo cual se deduce por su ocurrencia dentro de intervalos de temperatura relativamente cortos. Esta cualidad estenotermal ha sido considerada en el

campo de la "oceanografía pesquera" y los peces pelágicos son buscados y pescados con base a las temperaturas óptimas que satisfacen los requerimientos propios de su comportamiento.

De acuerdo con Sylva *op cit.*, se ha acreditado a los científicos japoneses, quienes por lo menos durante 50 años han estudiado el ambiente marino, para predecir la ocurrencia y abundancia de peces. Estos estudios incluyen trabajos de naturaleza descriptiva de las áreas de pesca, relación entre la salinidad y el número de peces capturados y la "temperatura óptima" para la mejor captura. Las fluctuaciones en las capturas han sido relacionadas a condiciones ambientales y se han hecho pronósticos sobre la relación de volúmenes de captura y temperatura del agua. Los japoneses también han realizado estudios específicos sobre las condiciones ambientales relacionadas con la abundancia de los atunes, lo cual ha dado pie a la denominada "oceanografía del atún". Ellos han considerado que los picudos y los atunes tienen el mismo comportamiento desde el punto de vista ecológico.

Según Margalef, 1972, la explotación de la caza, la pesca y los bosques, así como la práctica de la agricultura y la ganadería, han contribuido mucho a la ecología como ciencia. Las poblaciones de peces y de plagas forestales han inspirado pacientes operaciones de censo. Sin embargo, no siempre se han resuelto satisfactoriamente los problemas prácticos planteados, pero las cifras acumuladas han conducido a la expresión o aproximación cuantitativa en el estudio de poblaciones y ecosistemas. Toda interacción entre el hombre y la naturaleza posee el valor de un experimento ecológico que permite avanzar algo en su conocimiento. De esta manera las talas, movimientos de tierras, construcción de embalses, y en nuestro caso la explotación de los

recursos pesqueros, representan estupendos experimentos que ningún laboratorio o Universidad sería capaz de repetir por sus limitados recursos. En este mismo orden de ideas plantea que los estudios fisiológicos acerca de como influyen los diversos factores ambientales sobre los organismos son trasladables al aire libre, y, que de hecho, muchos de los experimentos de laboratorio fueron sugeridos por observaciones hechas en la naturaleza. De esta forma, la ecología se convierte en una ciencia experimental, en la que es posible cuantificar la relación entre causas y efectos. Sin embargo, un análisis apropiado requiere variar un factor o unos pocos factores cada vez, lo cual conduciría a proponer muchos experimentos para hacer un poco de justicia a la infinidad de condiciones que pueden presentarse en la naturaleza. Unos factores se prestan mas que otros al estudio cuantitativo, y, probablemente, el que ha merecido mayor atención es la temperatura. El mismo Reaumur, introductor de la escala termométrica que lleva su nombre, a principios del s. XVIII analizó como varía la velocidad de desarrollo de los organismos en relación con la temperatura, de una manera poco diferente de la que es usada en la ecología actual.

Una vía de introducción de las técnicas matemáticas en la ecología se originó del estudio de las poblaciones humanas. El condicionamiento de unos procesos por otros y la interacción entre el aumento posible de una población y la variación de los recursos de que depende son temas insistentes. La aplicación del análisis matemático a este aspecto de los procesos ecológicos, fue introducido por V. Volterra a principios del siglo XX. Actualmente la disponibilidad de ordenadores ha conducido a su uso cada vez más frecuente en ecología, ya sea para el manejo de grandes

cantidades de datos, o para dar forma concreta a modelos conceptuales, simulando con las computadoras el funcionamiento ideal del ecosistema y viendo si los resultados previstos por la hipótesis concuerdan con las observaciones hechas en la naturaleza.

Una de las teorías más difundidas y aceptadas en ecología sobre la abundancia entre las especies y el ambiente abiótico, parece ser de la relación unimodal (Odum, 1971; Gauch, 1982; Pielou, 1984 y Jongman *et al.*, 1987). Según la "Ley" de tolerancia de Shelford (Odum, *op. cit.*), las especies deben presentar un máximo de abundancia para un determinado valor de la variable ambiental y para valores más altos y más bajos la abundancia debe disminuir progresivamente.

La curva de distribución normal (Fig. 1), también denominada curva de Gauss, fue popularizada por Gauch y Whittaker (1972) como un modelo simple y atractivo para describir la relación unimodal que teóricamente debe existir entre la abundancia de una especie con una determinada variable ambiental (TerBraak y Prentice, 1988). El empleo de la curva normal es un ajuste de un modelo teórico a un conjunto de datos de abundancia de una especie, en un conjunto de sitios obtenidos mediante muestreo.



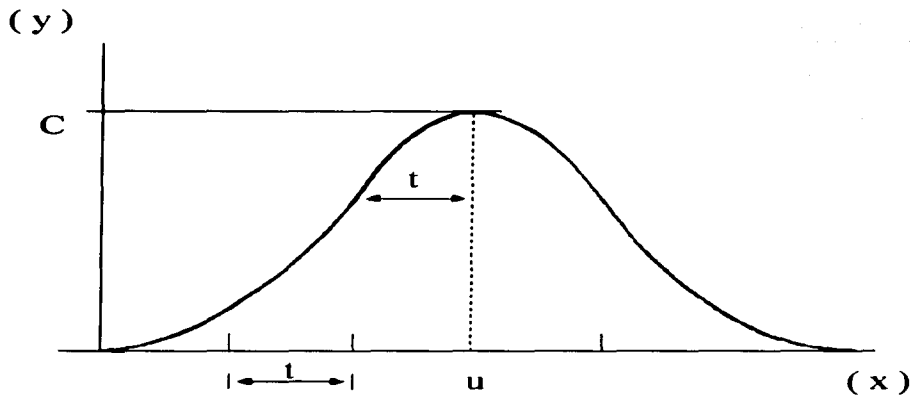


Fig. 1.- Representación gráfica del modelo de respuesta de una especie al gradiente de una variable ambiental (Gauch y Whittaker, 1972).

Este modelo se describe por la relación:

$$E_{y_i k} = C_K e^{-1/2(x_i - u_K)^2 / t_K^2}$$

en donde:

$E_{y_i k}$  = Valor esperado de la abundancia de la especie k en el sitio i.

$x_i$  = Valor de la variable ambiental.

$C_k$  = Máximo de la curva para la especie k.

$u_k$  = Optimo de la especie k. Es el valor de x para el cual se alcanza el máximo  $C_k$ .

$t_k$  = Tolerancia de la especie, que es una medida de la amplitud (dispersión) de la curva.

Con base en los conceptos planteados, se ha introducido por Hill (1973) el Análisis de Correspondencia (AC) el cual es posiblemente el método más extendido para el ordenamiento en ecología, utilizando el algoritmo de promediación recíproca ("Reciprocal averaging"), el cual a su vez es una extensión del método de promedios ponderados. Uno de sus más fuertes atractivos es que a través de este análisis se obtienen simultáneamente la ordenación de las especies y de las unidades de muestreo, permitiendo a los ecólogos examinar las interacciones ecológicas entre las unidades de muestreo o sitios y las especies en un simple análisis.

En lo que respecta a la pesquería palangrera de pelágicos mayores que incluye a especies de tiburones, atunes, especies de pico y dorados, principalmente, ésta se desarrolló a nivel mundial de manera tecnificada a partir de los años 40's. Aunque los palangres de deriva se originaron en Japón en el siglo XVIII, fue hasta hace cuatro décadas que los países altamente tecnificados en materia pesquera incrementaron sus flotas y su poder de pesca en los mares tropicales, incluso en zonas costeras de los países americanos en el área del Océano Pacífico Oriental (OPO).

Los primeros palangres de altura fueron utilizados con fines prospectivos en el OPO por embarcaciones japonesas antes de 1950, pero a partir de 1956 se inició la explotación comercial en aguas ecuatoriales, extendiéndose la operación de flotas hacia el norte y sur incrementándose el esfuerzo pesquero durante la década de los 60's (Kume & Joseph, 1969; Shingu *et al.*, 1974; Miyabe y Bayliff, 1987). Esta región contiene importantes caladeros donde ocurren concentraciones de recursos asociados a zonas de alimentación, frentes oceánicos y corrientes de convergencia a lo largo de todo el año, con algunas variaciones estacionales de densidad, que sin embargo, se

obtuvieron capturas superiores entre 3 y 5 veces comparadas con las que se obtuvieron en otras regiones del Océano Pacífico (SEPESCA, 1982).

Las actividades de la flota japonesa en el Océano Pacífico mexicano se ajustaron a un convenio con Japón sobre pesca en aguas contiguas al Mar Territorial estableciéndose su operación hasta fines de 1972, aunque la flota realmente operó durante la década de los 70's en áreas de la actual Zona Económica Exclusiva (ZEE)<sup>1</sup> de México afuera de las 12 millas de Mar Territorial obteniendo altos rendimientos ya que de acuerdo a sus propias estadísticas hasta un 50% de las capturas de marlin rayado y pez vela fueron obtenidas en aguas de la ZEE aplicando el 8% del esfuerzo registrado para todo el Océano Pacífico Oriental (aproximadamente 75 millones de anzuelos por año).

Durante el periodo 1970-1980 el rendimiento fluctuó entre 6.5 y 39 individuos por cada mil anzuelos, con un promedio anual de 21.5, mientras que en el resto del Océano pacífico los rendimientos no sobrepasaron los 5 individuos por cada mil anzuelos. En las capturas obtenidas las proporciones de atunes fluctuaron entre 5 y 20% y las de picudos entre 80 y 95% del total, lo que indica la alta presencia de especies de pico y la escasa selectividad de especies por parte del sistema de pesca con palangre de deriva, aunque conviene aclarar que no se tienen registros de las capturas de tiburones obtenidas por esta flota (SEPESCA, 1982).

---

<sup>1</sup> La Zona Económica Exclusiva de México fue decretada por el Ejecutivo Federal en el año de 1976.

Las proporciones de atunes y picudos capturados en la ZEE son diferentes a las obtenidas por la misma flota en el resto del Océano Pacífico Oriental, proporciones cercanas al 50% entre 1962 y 1976, mientras que entre 1977 y 1980 las capturas de atunes fueron del 85% del total, dando una proporción general de 69% de atunes y 31% de picudos. Según Polanco *et al.* (1987) en el Océano Pacífico Norte, entre 1962 y 1980 se capturaron las siguientes proporciones: 87% de atunes y 13% de picudos, mientras que en el Océano Pacífico Sur la proporción fue de 94% y 6% respectivamente, de tal forma que las incidentalidades de especies en operaciones dirigidas a la captura de otros recursos no son equivalentes, incluso se puede afirmar que las flotas pesqueras enfocaron sus esfuerzos a la captura de pelágicos mayores sin diferenciación de especies objetivo.

Los registros de la pesquería mexicana con palangre en la década de los 80's indican las siguientes proporciones anuales: tiburones 47%; pez vela 35%, marlin rayado, marlin azul y marlin negro 7%; pez espada 3%; dorado 6% y atún 2%. Sin embargo, es importante señalar que las capturas de pez vela tuvieron fluctuaciones temporales a lo largo de un ciclo anual, debido a que la flota se retiraba de la zona de abundancia de esta especie cuando se presentaban condiciones meteorológicas adversas como los "Nortes" del Golfo de Tehuantepec. (Santana, 1989). Según Macías, (1993) estas fluctuaciones también estuvieron relacionadas con la presencia de los efectos del fenómeno de "El Niño". Debido a lo anterior, la proporción de pez vela fluctuó durante los meses de febrero-abril entre 5% y 10%, y durante junio-agosto entre 85% y 90% del total de la captura.

En lo que se refiere a los trabajos realizados sobre la selectividad de palangres, Lokkeborg y Bjordal (1992) y Anónimo (1977), encontraron que existen varios factores que influyen tanto en la selectividad específica como en el tamaño de los peces. Entre estos factores los más importantes son la estrategia de pesca, la cual está basada en la distribución horizontal y vertical de las especies de acuerdo con la época del año. Los pescadores utilizan su experiencia para enfocar sus operaciones de pesca aún antes de la salida del puerto, considerando las especies objetivo. Una vez en el área seleccionada tienden sus palangres sobre sustratos y profundidades específicas. Otros aspectos que consideran son el tipo y tamaño de carnada y anzuelo.

De acuerdo con Bjordal (1988), el éxito de captura del sistema de pesca con palangre depende de una complicada interacción entre factores bióticos y abióticos. En este sentido, se ha documentado que especies altamente migratorias como los atunes y picudos, están asociados con factores físicos como la termoclina, profundidad de mezcla y oxígeno disuelto. En estudios más detallados sobre la distribución vertical de la pesca de atunes, con datos de tiempo y estratos de área, mostraron que una serie de condiciones oceanográficas complicadas están asociadas con interacciones biológicas (Gong *et al.*, 1989).

En estudios realizados por Holts y Bedford (1990) mediante Telemetría Acústica, se observaron movimientos verticales del marlin rayado (*Tetrapturus audax*) con desplazamientos periódicos que ocurrieron durante el día y la noche como una respuesta a parámetros ambientales como la temperatura

superficial y la intensidad de iluminación. Este comportamiento del marlín rayado asociado a la capa superficial del agua, particularmente durante las primeras horas del día y al atardecer fue muy evidente.

Por otro lado, Carey y Francis (1981) y Block (1992) realizaron estudios con el mismo método antes mencionado, aplicado al pez espada (*Xiphias gladius*) y encontraron que éste realiza movimientos verticales durante ciclos diarios en los cuales se presentó en la superficie durante la noche, regresando a aguas profundas superiores a los 300 m durante el día. Durante estos movimientos verticales en forma de "U" se observó un comportamiento de acuerdo con la intensidad de iluminación y una permanencia prolongada en la capa superior de la columna de agua.

Como resultado de estudios fisiológicos realizados en las especies de pico, se concluyó que estos peces emplean extraordinarias especializaciones fisiológicas que los hacen capaces de permanecer en la cumbre de los depredadores oceánicos. Esta novedosa estrategia térmica los hace tener ciertos límites de independencia térmica (Block, 1990). Antes de estos hallazgos los picudos estaban clasificados como peces exotérmicos o de sangre fría, incluyéndolos junto a varios de los más grandes peces teleósteos de los océanos. Los estudios realizados concluyeron que los peces del género *Makaira*, *Tetrapturus*, *Istiophorus* y *Xiphias* tienen órganos calentadores o termogénicos, modificados de los músculos extraoculares localizados abajo de su cerebro. El calentador es derivado de células musculares poco comunes que tienen desconectadas la producción de fuerza de los órganos de generación de energía. Los calentadores parecen tener principios de operación similares en todas las especies de la familia *Istiophoridae*, y la producción de calor es el

resultado de un ciclo deficiente del consumo de Trifosfato de Adenosina (ATP) regulado por los movimientos de calcio. El pez espada (*Xiphias gladius*) tiene el órgano calentador más grande, lo cual parece estar correlacionado con la capacidad de este pez para soportar los gradientes térmicos y tolerancia fisiológica más amplios entre todas las especies de pico, esta capacidad es especialmente importante por proteger el sistema nervioso central del pez espada sobre el rápido cambio de temperatura experimentado durante sus excursiones a través de la termoclina (Carey y Robinson, 1981 citado por Block, 1990). En general, este calentador les permite a los picudos mantener una temperatura del cerebro y de los ojos relativamente constante, lo que les protege el sistema nervioso sobre los efectos perjudiciales que podrían ser producidos durante las fluctuaciones de la temperatura del agua.

Por otro lado, es importante mencionar que para pescar especies de pico, en México existen serias restricciones debido a que la Ley de Pesca establece que estas especies están reservadas para uso exclusivo de la pesca deportivo-recreativa. Sin embargo, en el caso particular del pez espada, su accesibilidad a la pesca con caña y carrete no es tan representativa como en la pesca realizada con palangres o redes, ya que su comportamiento tiene que ver con migraciones verticales en función de la intensidad de iluminación, encontrándose en grandes profundidades durante el día y en capas someras durante la noche (Carey y Francis *op. cit.* y Block *op. cit.*).

En cuanto a la distribución horizontal y vertical de otras especies que normalmente se han capturado en la pesquería palangrera, así como sus respectivas fluctuaciones en función de la temporalidad,

parámetros químicos, temperatura superficial y a diferentes niveles de profundidad, existe información bibliográfica procedente de diversas fuentes nacionales y extranjeras. Los estudios realizados sobre estos aspectos se han obtenido tanto en observaciones de las actividades pesqueras comerciales de los barcos palangreros y en la pesca deportiva. Los autores de referencia son los siguientes: Compagno (1984), para los casos del tiburón zorro (*Alopias vulpinus*), el tiburón azul (*Prionace glauca*), tiburón volador (*Carcharhinus limbatus*) y la cornuda común (*Sphyrna lewini*); Holts (1988) para *A. vulpinus*; Block, (1992) para marlin azul (*Makaira nigricans*); Collete y Nauen (1983) para el atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y Merret (1968) para el caso del pez vela (*Istiophorus platypterus*). Estos autores han encontrado, de manera general, los intervalos de distribución vertical y horizontal de las diferentes especies mencionadas.

### 3. OBJETIVOS

- 1.- Determinar la relación que existe entre los indicadores de abundancia de las especies de pico con la temperatura superficial.
- 2.- Proponer un método práctico para determinar la profundidad teórica de operación de los anzuelos del palangre de deriva.
- 3.- Analizar la profundidad de ocurrencia de las principales especies que conforman la captura del palangre de deriva.



#### **4. AREA DE ESTUDIO**

El área considerada comprende la Zona Económica Exclusiva del Pacífico Mexicano entre los 10°00' a 30°00' de Latitud N y 89°00' a 120°00' de Longitud O. Aunque la flota palangrera mexicana operó en casi toda la ZEE del Pacífico Mexicano, la mayor concentración de las operaciones fueron en el Golfo de Tehuantepec, frente a los Estado de Sinaloa y Baja California Sur, así como en una franja por fuera de las cincuenta a cien millas náuticas del litoral mexicano, entre los Estados de Chiapas y Sinaloa.

#### **5. METODOLOGIA**

##### **5.1 FUENTES DE INFORMACION**

La información utilizada para la realización del presente trabajo fue obtenida a través del Comité Técnico Consultivo de la Pesquería de Picudos y Especies Afines, quienes proporcionaron una base de datos de las operaciones de la flota palangrera con bandera mexicana, y a través del Departamento de Administración de Pesquerías de la Delegación Federal de Pesca en el Estado de Colima, quienes proporcionaron las bitácoras de los barcos palangreros que tenían como base el Puerto de Manzanillo, Colima durante el periodo 1983-1990. Las bitácoras mencionadas contienen información referente a: Fecha, posición geográfica del inicio y fin del lance, número de anzuelos calados, número y peso de las especies capturadas, temperatura superficial y datos meteorológicos como estado del mar, vientos, nubosidad y temperatura ambiental (en el Anexo 1 se presenta el formato de las bitácoras).

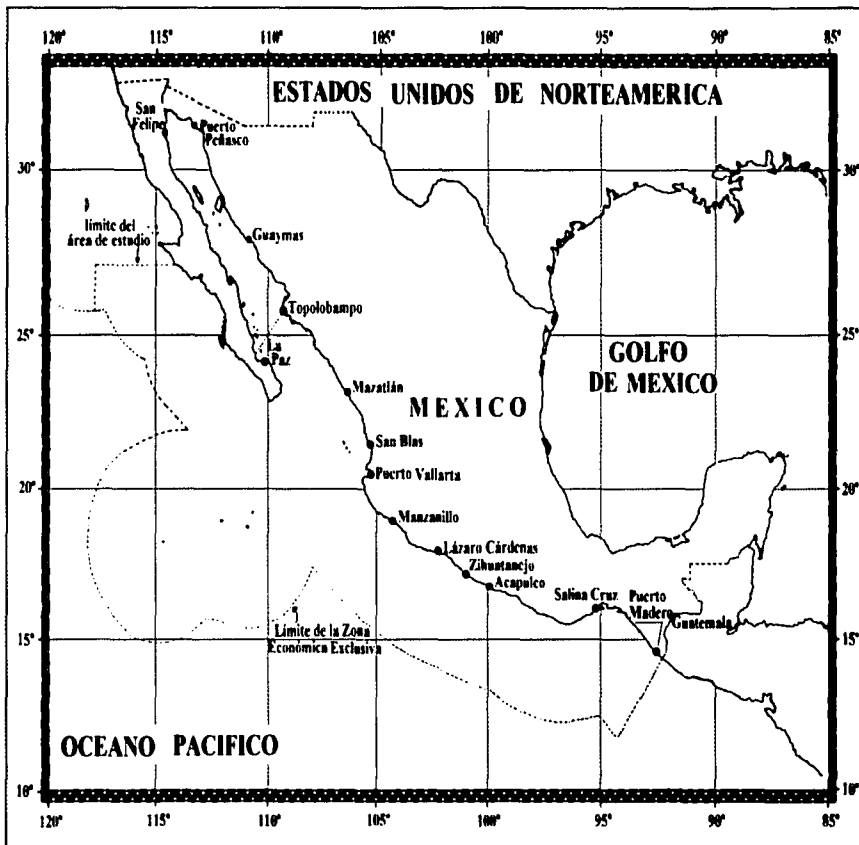


Fig. 2.- AREA DE ESTUDIO.

Las temperaturas fueron tomadas por medio de termómetros de origen japonés (Meiko Electric Co., LTD) con intervalos de 0°C a 35°C y precisión de 0.1°C. Los sensores se encuentran colocados en el casco de los barcos a una profundidad aproximada de 3 metros, con carátulas de lectura dispuestas en el puente de mando. También se utilizaron datos muestreados directamente de diez cruceros de pesca a bordo del barco palangrero "Tiburón III", los cuales fueron realizados por la empresa "Organización Pesquera Internacional S.A. de C.V." en coordinación con el Instituto Nacional de la Pesca, mediante un programa de prospección denominado "Pesca Exploratoria con Palangre de Altura, en el Pacífico Mexicano", durante el período noviembre de 1992 a abril de 1995. Cabe mencionar que en éstos cruceros las temperaturas superficiales fueron tomadas con un termómetro marca BRANNAN con intervalos de medición de 0°C a 100°C y precisión de 0.1°C, procurando que las lecturas se realizaran entre las 11:00 y las 13:00 horas.

En el análisis de la información procedente de las bitácoras, se agruparon los barcos en función de sus nombres, ya que la coincidencia entre éstos implicó generalmente una administración y una estrategia operativa común (Macías, 1992). De esta forma la flota se dividió en cuatro grupos denominados: "Alianza", "Copemapro", "Tiburón" y "Otros". Este último grupo, incluyó a aquellas embarcaciones con características no agrupables en los anteriores.

## 5.2 SELECCION DE DATOS

Considerando que la proporción del esfuerzo pesquero aplicado en número de anzuelos, por los barcos correspondientes a los grupos "Tiburón" y "Copemapro" sumó el 85% durante el período

analizado, se aplicó un diseño completamente aleatorizado de Análisis de Varianza, (ANDEVA)<sup>2</sup> y Mínimas Diferencias Significativas (MDS)<sup>1</sup>, a los datos de las Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) obtenidos de pez vela, por ser esta especie una de las más representativas dentro del área de estudio, y cuyos estudios han sugerido una distribución latitudinal en función de la temperatura superficial (Santana, 1987; Macías, 1993).

Se consideró como factor de abundancia (CPUE) el número de peces capturados por cada mil anzuelos operados (Kume y Joseph, 1969) y al gradiente de temperatura reportado en las bitácoras analizadas como valor mínimo 17°C y como máximo el de 30°C. Se eligieron 13 intervalos de temperatura representados por cada intervalo, cuyo valor representa como límite inferior a todas las fracciones que fueron superiores a éste.

En el ANDEVA se planteó la Hipótesis Nula ( $H_0$ ) de que la distribución de la CPUE correspondiente a cada intervalo de temperatura es aleatorio; por lo tanto la Hipótesis Alternativa sobre la distribución de la CPUE en cada intervalo, podría ser explicada como la preferencia de los individuos a determinado valor de ésta.

Los valores de temperatura registrados fueron comparados con los reportes de la National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) durante el periodo comprendido entre 1981 a 1989, con el fin de confrontar los intervalos y distribución de las isotermas en el área de operación de la flota palangrera.

---

<sup>2</sup>ANDEVA es un término utilizado en idioma español compuesto por las primeras dos letras de Análisis De Varianza.

Con el fin de estimar el desplazamiento del palangre o “deriva” desde sus posiciones originales de lance hasta sus posiciones de cobrado, durante los 29 lances realizados en los cruceros del mes de marzo y abril de 1995, se tomaron las cuatro posiciones geográficas correspondientes a los extremos al inicio y final de cada maniobra, es decir las Latitudes y la Longitudes del inicio de lance, fin de lance, inicio de cobrado y fin de cobrado, utilizando un posicionador GPS (Global Position System) marca Magellan. Las derivas fueron analizadas considerando, que el inicio de cobrado se realizó siempre a partir de la posición del fin de lance, aplicando la fórmula matemática para la determinación de la distancia en un sistema de coordenadas:

$$d = \sqrt{(Lat_1 - Lat_2)^2 + (Long_1 - Long_2)^2}$$

en donde:

$d$  = deriva del extremo inicial y del extremo final.

$Lat_1$  = Latitud correspondiente al inicio de lance para el extremo 1, (o fin de lance para la deriva del extremo 2).

$Lat_2$  = Latitud correspondiente al final del cobrado o inicio de lance para el extremo 1, (o inicio de cobrado para el extremo 2).

$Long_1$  = Longitud correspondiente al inicio de lance para el extremo 1, (o fin de lance para la deriva del extremo 2).

$Long_2$  = Longitud correspondiente al final del cobrado para el extremo 1, (o inicio de cobrado para el extremo 2).

### 5.3 MODELOS DE RESPUESTA

En la identificación de la CPUE correspondiente a cada intervalo de temperatura de 1°C, se usaron programas de cómputo en lenguaje QBASIC, desechando los valores de CPUE correspondientes a las

---

<sup>3</sup> MDS se utilizará frecuentemente para sustituir las palabras Mínimas Diferencias Significativas.

temperaturas en que no se realizaron al menos cinco lances. Esto con el fin de evitar los sesgos por escasa representatividad (Kume y Joseph, *op. cit.*). De la misma manera se realizó un análisis sobre la dispersión de los valores de CPUE obtenidos en cada intervalo de temperatura.

Los valores de los parámetros (a, b y c) de ajuste para las curvas se obtuvieron con la técnica de Mínimos Cuadrados (Spiegel, 1991). Para obtener los parámetros de mejor ajuste de las curvas obtenidas, se aplicó una técnica iterativa incluida en la hoja electrónica de cálculo EXCEL, utilizando como criterio de optimización la minimización de la suma de cuadrados residual, es decir, el cuadrado de la diferencia entre los valores observados y los valores calculados.

#### 5.4 ORDENACION DE LAS ESPECIES Y CRUCEROS

Los datos de CPUE obtenidos en los diez cruceros realizados por el barco palangrero "Tiburón III" durante el periodo comprendido entre diciembre de 1992 y abril de 1995, se ordenaron en una base de datos en forma de matriz (Tabla. 1), en donde se consideró a cada crucero como una unidad de muestreo y a los individuos de cada especie capturados por cada mil anzuelos, como un indicador de la abundancia para cada unidad de muestreo. La matriz fue analizada mediante un paquete estadístico denominado MVSP (Multivariate Statistical Package) elaborado por el Dr. Warren L. Kovach (1990) del Instituto de Estudios de la Tierra del University College of Wales, Aberystwyth, Wales SY23 3DB, Great Britain, aplicable a ecología de comunidades.

En particular se utilizó el Análisis de Correspondencia (AC) como método de ordenamiento, aplicando el algoritmo de promediación recíproca el cual surge de la aplicación alternada y repetida (iteración) de regresiones y calibraciones calculadas por el método de promedios ponderados a una matriz de datos primarios integrada por m especies y n unidades de muestreo. Se asume que las especies presentan un modelo de respuesta unimodal con respecto a las variables que describen el ambiente abiótico. El término puntaje ("score") se usa para designar tanto el valor de  $U_k$  (óptimo de la especie k) como de  $X_i$  (valor de una variable ambiental hipotética que describe el efecto del ambiente en la unidad de muestreo que representa el sitio i). (Jongman et al., *op. cit.*, y Braak y Prentice, 1987.).

**Tabla 1. Datos de CPUE (número de individuos por cada mil anzuelos) de los diez cruceros realizados por el barco palangrero "Tiburón III" durante el periodo 1992-1995, utilizados para el Análisis de Correspondencia (exceptuando la temperatura superficial promedio).**

CRUCERO	T°C MEDIA	TIBURÓN ZORRO	TIBURÓN AZUL	MARLIN RAYADO	TIBURÓN VOLADOR	ATÚN A.A.	PEZ ESPADA	PEZ VELA	TIBURÓN MARTILLO	DORADO
DIC/92	25.8	32.9	22.26	4.09	6.86	0.92	2.28	8.00	1.67	1.64
MAR/93	24.0	30.26	19.07	6.60	6.09	2.90	2.49	1.75	1.85	0.26
MAR/94	24.0	25.02	13.13	6.60	0.53	2.58	9.03	1.62	0.29	1.81
MAY/94	30.0	6.70	6.50	1.40	35.10	14.16	0.34	73.43	0.57	7.82
JUN/94	30.5	6.58	0.00	0.44	22.68	2.31	0.00	63.20	0.79	6.96
AGO/94	28.5	4.97	2.89	1.54	5.00	1.57	0.12	31.47	0.24	1.02
OCT/94	30.0	10.44	1.64	0.47	4.30	0.51	1.33	53.23	0.35	1.68
DIC/94	27.0	31.22	7.98	1.38	3.91	1.53	0.15	22.06	0.19	4.49
MAR/95	23.0	5.70	18.26	18.73	0.99	0.34	3.30	12.34	0.21	1.84
ABR/95	24.0	20.39	15.03	23.67	0.38	0.09	2.25	4.60	0.00	1.97

El proceso de iteración se puede resumir como sigue:

**Paso 1:** Comenzar con puntajes ( $X_i$ ) arbitrarios, pero desiguales, para los sitios (muestras, unidades de muestreo).

**Paso 2:** Calcular nuevos puntajes ( $U_k$ ) para las especies mediante promedios ponderados

$$Est(U_k) = \left[ \sum_i (Y_{ki} X_i) \right] / Y_{k+}$$

donde:

$U_k$  = Optimo de la especie k.

$Y_{ki}$  = Abundancia de la especie k en el sitio i.

$X_i$  = Valor de la variable abiótica X en el sitio i.

$Y_{k+}$  = Abundancia total de la especie k en todos los sitios muestreados.

**Paso 3:** Calcular nuevos puntajes ( $X_i$ ) para los sitios (muestras, unidades de muestreo) mediante promedios ponderados:

$$Est(X_i) = \left[ \sum_{kl} (Y_{ki} U_k) \right] / Y_{k+i}$$

donde ahora:

$Y_{k+}$  = Suma de las abundancias de todas las especies en el sitio i.

**Paso 4:** Remover la arbitrariedad en la escala de los puntajes, estandarizando los valores de los mismos a media cero y varianza unidad:



$$X_{i,nuevo} = (X_{i,viejo} - Z) / S \quad \text{donde:}$$

$$Z = \sum_i Y_{..} X_i / Y_{..} \quad (\text{Media})$$

$$S = \sum_i (X_i - Z)^2 / Y_{..} \quad (\text{Varianza})$$

Si hay convergencia (los valores de  $U_k$  y  $X_i$  se estabilizan) detener el proceso. En caso contrario volver al paso 2.

Durante cada ciclo la varianza de los puntajes de las especies aumenta, al igual que la desviación típica de los puntajes de las muestras que a la vez se aproximan al valor de la varianza de los puntajes de las especie. Sin contar el primer ciclo, en el cual todavia no se han estandarizado los puntajes de las muestras.

“El AC corregido es popular entre los ecólogos de campo prácticos, presumiblemente porque este método provee una solución aproximada y efectiva al problema de ordenamiento para un modelo de respuesta unimodal en dos o más dimensiones dados en que los datos sean representativos de secciones de gradientes ambientales subyacentes” (Braak y Prentice *op cit.*).

Una parte esencial del AC (corregido) es la representación gráfica de los resultados. Normalmente se grafican los puntajes de las especies y los sitios (unidades de muestreo) con respecto a los ejes de ordenamiento primero y segundo, formando un diagrama de dispersión conjunto (“joint plot”). En este diagrama los puntajes de los sitios se localizan en el centro de gravedad de las especies que aparecen en los mismos. Se puede entonces tener una idea de la composición por especies en un sitio particular observando las especies que se ubican cerca de este sitio. Asimismo, como los puntajes de las especies son aproximadamente iguales a los óptimos de las mismas, se puede asumir que la abundancia o probabilidad de aparición de las especies tiende a disminuir con la distancia desde el punto que representa este máximo en el diagrama.

Durante el proceso mencionado lo que hace la promediación recíproca es estimar el valor óptimo de cada especie ( $U_k$ , puntaje final de cada especie) en una variable ambiental compleja hipotética. Además, estima los valores de esa variable ambiental para cada sitio o muestra ( $X_i$ , puntaje final de cada sitio).

Los puntajes obtenidos constituyen el primer eje de ordenamiento. Este eje se puede interpretar como una variable ambiental abiótica hipotética que describe un gradiente complejo, resultante de la interacción de un número indefinido de variables ambientales reales. A lo largo del gradiente definido por este eje, se colocan los puntajes de las especies que como ya se ha dicho, son estimados de los valores óptimos en las curvas de respuesta unimodal. Estos puntajes tienen una dispersión máxima a lo largo de este eje (o variable hipotética latente). La dispersión a lo largo del eje mencionado, es mayor que la dispersión de un eje representado por cualesquiera de las variables abióticas consideradas por separado.

Los resultados del AC se representan mediante la graficación de los puntajes del primer eje con respecto del segundo eje. De hecho, esta es una representación de las muestras y de las especies en un espacio de dos dimensiones o un plano, con lo cual se logra el objetivo de reducir la dimensionalidad de los espacios originales.

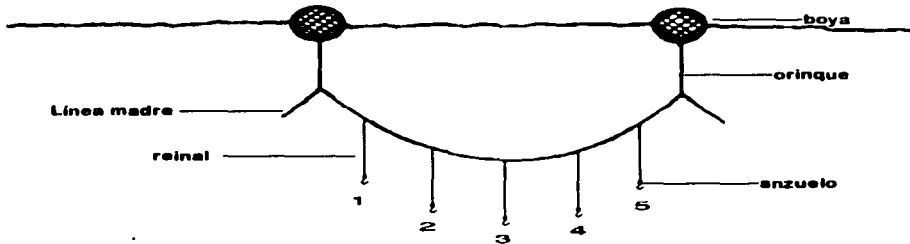
En general, la hipótesis sobre la cual se fundamenta la utilización del Análisis de Correspondencia y cualquier otro tipos de Análisis multivariado en la detección de patrones en ecología de comunidades, frecuentemente involucra probar que la distribución del número de individuos por unidad de muestreo es aleatorio. Si esta hipótesis es rechazada, entonces la distribución puede ser interpretada como agregaciones. Si la tendencia es hacia una dispersión agregada, se puede probar cierto índice de dispersión con base en las proporciones de las relaciones de varianza a media, las cuales pueden ser utilizadas como una medida del grado de agregación o índice de dispersión de las especies (Ludwig y Reynolds, 1988).

## 5.5 PROFUNDIDAD DE OPERACION DEL PALANGRE

En consideración a que en las operaciones de la flota palangrera mexicana, se observó que la mayoría de los pescadores no conocen la profundidad de trabajo de los anzuelos, y que solo en algunos casos utilizan métodos empíricos fundamentados en la aplicación de factores de conversión, que a su vez están en función de variables conocidas como la velocidad del barco, longitudes de: línea madre, orinque, entre boyas y reinal; y considerando que no se encontró literatura apropiada para determinar

las profundidades de operación, se desarrolló un método por medio del cual se calcula la profundidad teórica en la que se encuentran los anzuelos.

A partir de que la relación que existe entre la longitud de la línea madre y la distancia entre las dos boyas permite que la línea esté sujeta a una tensión, provocando que la catenaria sea más o menos pronunciada, lo cual afecta la profundidad de operación de los anzuelos correspondientes a una sección del palangre (Fig. 3), esto es, el anzuelo del centro operará a mayor profundidad y conforme se aproximan a la línea vertical que sostiene la línea madre, los anzuelos operarán a menor profundidad .



**Fig. 3. Sección de un palangre con 5 anzuelos.**

En virtud de que para la aplicación del método propuesto se requiere del conocimiento preciso de la longitud de la línea madre dentro de una sección o "canasta" y la distancia entre las dos boyas del orinque que la limitan durante los lances de pesca, durante nueve cruceros realizados por el Barco "Tiburón III" (Marzo/1993-Abril/1995), se sistematizaron las observaciones sobre las características de los componentes del equipo de pesca y maniobras de tendido: longitud del reinal, longitud del orinque, velocidad de salida de la línea madre en la maquinilla de popa, velocidad del barco durante la operación y posición de los reinales en los que se obtuvieron las capturas de los diferentes variables de operación que determinan la profundidad en que operarán los diferentes anzuelos en cada sección del palangre. Estas observaciones se registraron para su posterior análisis.

Con el objeto de validar las estimaciones hechas través del método propuesto, se realizaron operaciones en las que se sujetó un CTD (Conductivity-Temperature-Depth), marca Ocean Sensor, modelo OS200 al reinal, en las posiciones de trabajo en donde se ubicaría un anzuelo, compensando el peso del instrumento con un flotador de poliuretano. El CTD se programó para que realizara registros de temperatura y profundidad cada 10 minutos durante las aproximadamente 8 horas que duró el palangre en operación. Este procedimiento se realizó en 10 lances de los cruceros marzo y abril de 1995, procurando que las pruebas fueran representativas para cada una de los niveles de operación de los anzuelos.

Con los valores de profundidad obtenidos por los dos métodos, se diseñó un experimento estadístico que consistió en realizar una prueba de  $\chi^2$  (ji cuadrado) en donde se consideraron los valores mínimo, promedio y máximo de las profundidades registradas por el CTD en cada nivel de operación.

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^t \frac{(o_j - e_j)^2}{e_j}$$

en donde:

$\chi^2$  = (ji cuadrado) es la medida de la discrepancia entre los valores observados y los esperados.

$O_j$  = Valores de la profundidad registrados con el CTD.

$E_j$  = Valores de la profundidad obtenidos con el método propuesto.

El contraste de ji cuadrado se calculó sobre la base de una Hipótesis nula ( $H_0$ ) bajo un nivel de significación 0.05, con el fin de concluir si los valores observados tuvieron diferencias significativas con los valores esperados.

## 5.6 DISTRIBUCION VERTICAL DE LAS ESPECIES

En el análisis de la distribución vertical de las especies, se utilizaron los datos registrados durante cada lance, agrupando las especies por número de anzuelo, tomando en orden ascendente, conforme van subiendo al barco (del 1 al 5) los reinales de cada sección del palangre; después se agruparon por nivel de operación, suponiendo que los anzuelos No. 1 y No. 5 trabajan en el primer nivel (el nivel más somero); los anzuelos No. 2 y No. 4 en en el nivel intermedio y el anzuelo No. 3 en el tercer nivel (el nivel más profundo). El formato de registro se presenta en el Anexo 2.

Los datos de captura por número de anzuelo obtenidos durante los nueve cruceros, fueron capturados en una base de datos y procesados con la técnica de análisis de bloques completos aleatorizados de ANDEVA y MDS utilizando como criterio un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  (Steel y Torrie, 1988 Y Daniel, 1991). Se planteó la Hipótesis Nula ( $H_0$ ) en que la distribución del número de individuos por especie en cada posición de los anzuelos o niveles de operación es aleatorio; por lo tanto en caso de que la  $H_0$  fuera rechazada, entonces la distribución podría ser explicada como la agregación de los individuos por especie en cada posición de los anzuelos o niveles de operación. De esta manera, los datos fueron analizados agrupando las especies por crucero, primero con los cinco anzuelos de cada una de las secciones del palangre y posteriormente considerando cada nivel de operación teórico (Nivel 1: Anzuelos 1 y 5; Nivel 2: Anzuelos 2 y 4; Nivel 3: Anzuelo 3).

## 6. RESULTADOS.

### 6.1 SELECCIÓN DE LA INFORMACION

Como un primer resultado del análisis descriptivo de de las bitácoras de la flota palangrera se obtuvo que durante el período comprendido entre 1980 y 1990, se registraron 23 barcos palangreros que realizaron 7,344 lances en la ZEE del Pacífico Mexicano y áreas adyacentes, arrojando un esfuerzo pesquero aplicado de 6'738,695 anzuelos, de los cuales 3'369,173 (49%) correspondieron al grupo de los barcos "Tiburón"; 2'323,500 (34.48%) al grupo "Copemapro" y los restantes 1'046,022 anzuelos (15.52%), por los grupos "Alianza" y "Otros".

Otra observación realizada durante el primer análisis fue el hecho de que sólo las especies conocidas com “picudos” (pez vela, marlin y pez espada), aparecían debidamente reportadas, y que las especies de tiburón fueron muy difíciles de separar por especie. Esta observación fue muy importante en la toma de decisiones sobre cuales especies manejar en el análisis. Otras especies como el dorado y el atún no se consideraron por su escasa representatividad a lo largo del gradiente de temperatura considerado.

En el proceso de selección de la información realizado mediante ANDEVA con datos de CPUE de pez vela y la temperatura superficial para cada uno de los grupos de embarcaciones, se obtuvo el mayor valor de la razón de varianza para el grupo “Tiburón”. El análisis de MDS estableció que los indicadores de abundancia, para este grupo, fueron significativamente diferentes, incluso para valores de temperaturas contiguas; por ejemplo, la CPUE obtenida para una temperatura de 28°C es diferente de la CPUE obtenida para temperaturas de 27° y 29°C (Tablas 2 y 3).

**Tabla 2a.- Análisis de Varianza de los datos de captura y esfuerzo del pez vela en la flota palangrera Copem apro.**

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza
Entre	11203.31	13	861.79	6.83
Dentro	142795.78	1131	126.26	$P \leq 0.05$
Total	153999.09	1144		F de Tablas = 2.31



**Tabla 2b.- Mínimas diferencias significativas de los datos de captura y esfuerzo del pez vela en la flota palangrera Copemapro.**

	(Temperaturas en °C)
18 es diferente que:	23, 22, 24, 21
29 es diferente que:	23, 22, 24, 17, 21, 25, 26, 20, 28, 27
19 es diferente que:	23, 22, 24, 21, 25, 26
27 es diferente que:	23, 22, 24, 21
28 es diferente que:	23, 22, 24, 21
20 es diferente que:	23, 22, 24
26 es diferente que:	23, 22, 24
25 es diferente que:	23, 22

**Tabla 3a.- Análisis de varianza de los datos de captura correspondientes al pez vela en la flota palangrera Tiburón.**

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza
Entre	1401223.88	14	100087.42	95.02
Dentro	1705252.50	1619	1053.28	$P \leq 0.05$
Total	3106476.50	1633		F de Tablas = 2.13

**Tabla 3b.- Mínimas diferencias significativas de los datos de captura correspondientes al pez vela en la flota palangrera Tiburón.**

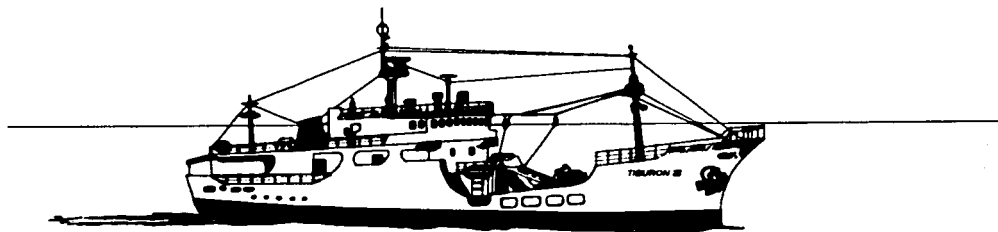
(Temperaturas en °C)

33 es diferente que:	22, 23, 24, 25,
32 es diferente que:	19, 20, 21, 22, 23, 24, 25
30 es diferente que:	19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28
31 es diferente que:	19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28
29 es diferente que:	19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28
28 es diferente que:	19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26
27 es diferente que:	19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26
26 es diferente que:	19, 20, 21, 22, 23, 24, 25
25 es diferente que:	19, 20, 21, 22, 23, 24
24 es diferente que:	20, 21, 22, 23
23 es diferente que:	20, 21

Con base a los resultados obtenidos y a comentarios de algunos tripulantes sobre el hecho de que varios barcos de las flotas que se componían por una alta proporción de tripulación japonesa, no reportaron las capturas de especies con bajo valor comercial como el pez vela y gran mayoría de las especies de tiburones, se eligieron los datos de los barcos de la flota "Tiburón" como los más adecuados para el análisis de la relación entre la temperatura superficial y la abundancia de las especies de pico.

## 6.2 SISTEMA DE PESCA

La pesca con palangre de deriva para la captura de pelágicos mayores en la ZEE del Pacífico mexicano se ha realizado con embarcaciones mayores con esloras de 40 metros o más y máquinas propulsoras con potencias superiores a 900 HP. Casi la totalidad de las maniobras de cubierta han sido sistematizadas con avances tecnológicos adecuados y cuentan con cuartos de congelación rápida, bodega de almacenamiento con temperaturas de  $-40^{\circ}\text{C}$  y capacidades de 120 a 200 toneladas. La autonomía es superior a los 50 días o 1000 horas efectivas. El prototipo de barco se presenta en la Fig. 4.



**Fig. 4.- Barco palangrero.**

El sistema de conservación utilizado en estos barcos consta de tres etapas: (1) Eviscerado de los organismos capturados; (2) Congelación rápida con una duración aproximada a 6 horas; (3)

**Almacenamiento en compartimentos de la bodega principal que permiten la separación de las especie capturadas y donde permanecerán hasta su descarga en el puerto.**

**Considerando a Manzanillo, Colima como Puerto base de operaciones, las zonas de pesca más alejadas se encuentran a cuatro días de navegación y las más cercanas a 7 horas. Los viajes de pesca de los cuatro barcos que integran la flota "Tiburón", han tenido una duración aproximada de 30 a 40 días, durante los cuales se han realizado entre 23 y 35 lances de pesca.**

**La tripulación se ha integrado normalmente por 20 personas con diferentes grados de responsabilidad, siendo éstos un Patrón pescador (Capitán), dos Oficiales de navegación, un Jefe de máquinas, dos Oficiales de máquinas, un Oficial de cubierta (Contramaestre), un Oficial de cocina y doce Marineros. En virtud de que las maniobras concernientes a las operaciones de pesca requieren de una actividad constante que cubre las 24 horas del día, el personal de las diferentes áreas: Puente de mando, Cubierta y Máquinas debe distribuirse en tres cuadrillas cada una, con el fin de cubrir las actividades correspondientes. El tiempo utilizado en cada operación o "lance" se distribuye de la siguiente manera: calado del palangre 4 a 5 horas; deriva del palangre 6 a 8 horas; cobrado del palangre 8 a 12 horas; exploración de nuevas áreas de pesca o deriva del barco de 2 a 6 horas.**

**Tabla 4. Características catastrales de los barcos palangreros de la flota "Tiburón" (adaptada de Macías, 1992).**

BARCO	TON. NETO	TON. BRUTO	CAP. BODEGA	ESLORA (m)	FECHA CONST.	POT. (HP)	No. LANCES	ANZ. PROM.
TIBURON I	108.6	309.7	120	44.7	1980	900	487	1216
TIBURON II	83.2	300.0	120	44.7	1982	900	424	1268
TIBURON III	83.6	300.0	83	44.7	1981	900	419	1324
TIBURON IV	83.2	300.0	120	44.7	1982	900	665	1248

**Tabla 5. Características complementarias de los barcos.**

CASCO	ACERO
MANGA	8.00 m
PUNTAL	3.20 m
AUTONOMIA	1025 HORAS
MOTOR	MARCA NIIGATA
R.P.M.	680
VEL. MAX.	12 NUDOS

**Tabla 6. Características del equipo electrónico**

EQUIPO	MARCA	CAP. O ALCANCE
ECOSONDA	FURUNO	1000 BRAZAS
NAVEGADOR OMEGA	FURUNO	FOM-3AR
RADAR	FURUNO	72 MILLAS
RADIO VHF	FURUNO	50 MILLAS
RADIO SSB	FURUNO	500 MILLAS
RADIOGONIOMETRO	FURUNO	EO-120
NAV. POR SATELITE	FURUNO	FAC-118
FACSIMIL	FURUNO	FAC-180

COBRALINEAS

7.5 HP

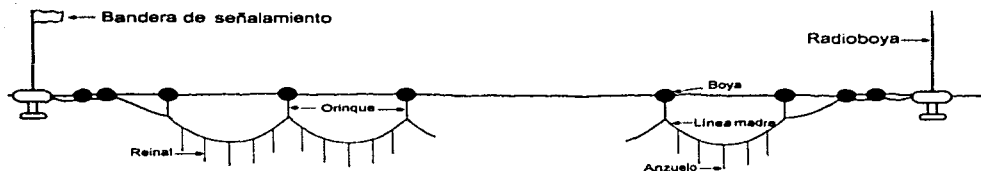
0-1720 RPM 440 VOLTS

Gran parte de las operaciones que se realizarían manualmente, son sustituidas con un alto grado de eficiencia por las máquinas tiralineas y cobralineas. La primera se encuentra ubicada en la popa del

barco, lo que permite que el lance de pesca se desarrolle a velocidades similares a la de navegación normal (7 a 10 Nudos), y el cobrado de acuerdo con la frecuencia de las capturas obtenidas.

En las operaciones de pesca generalmente se utiliza como carnada a organismos que son atractivos tanto por su coloración como por su consistencia para permanecer enganchadas en el anzuelo y se procura que formen parte de las preferencias alimenticias de las especies objetivo. En los cruceros realizados por el "Tiburón III", la carnada utilizada consistió generalmente en lebrancha (*Mugil curema*), con excepción de los primeros dos cruceros realizados durante noviembre-diciembre de 1992 y marzo-mayo de 1993, en los que se utilizó macarela (*Scomber japonicus*). La carnada es obtenida antes de la salida via la pesca y se conserva congelada en un compartimento de la bodega principal, la cual deberá sacarse a descongelar aproximadamente cuatro horas antes del siguiente lance. En muestreos realizados sobre la longitud de la carnada, se encontró que en el caso de la lisa, el intervalo de la longitud total fue de 20 a 30 cm y en la macarela de 25 a 30 cm.

El palangre ("longline") es un arte de pesca de origen japonés que consta de una línea principal o línea madre de la que se derivan líneas secundarias con anzuelos. Para su mejor localización e indicación marítima se utilizan boyas con lámparas, banderolas, boyas forradas con mallas de cabo y radioboyas, las cuales son distribuidas estratégicamente a lo largo del palangre (Fig. 5).



**Fig. 5.- Palangre de deriva.**

La línea madre está constituida de un material denominado cremona; material sintético derivado de cloruro de polivinilo (PVC) de alta resistencia y fácil manejo, con una longitud que puede variar entre 70 y 85 kilómetros. Durante la operación esta línea se encuentra dividida en secciones de aproximadamente 250 a 300 m limitadas por "orinques" de 11 a 12 m cuya función es sostener la línea madre con una boya de acrílico de 30 cm de diámetro. Cada sección contiene por lo regular 5 reinales, aunque en algunos casos se han utilizado seis reinales por sección. Los anzuelos utilizados son tipo japonés del número 3.8, encarnados cada uno con macarela o lisa de una longitud total entre 20 y 30 cm. Cada reinal está constituido por un broche, gaza, línea, destorcedor, alambrada y anzuelo (Fig. 7), dando una longitud total aproximada de 22 metros. El número total de anzuelos utilizados por la flota "Tiburón" en cada lance ha variado entre 1300 y 1550, siendo el promedio utilizado de 1360 anzuelos. La eficiencia de pesca expresada en el número total de individuos por cada cien anzuelos obtenida durante los diez cruceros minuciosamente muestreados del barco "Tiburón III" fue de 7.88. Las capturas obtenidas en número de individuos por especie de cada crucero se presentan en la Tabla 9.

Como resultado de las observaciones realizadas sobre la deriva del palangre, que fueron calculadas con las posiciones observadas con GPS durante los cruceros correspondientes a los meses de marzo y abril de 1995, se obtuvo que los extremos de este arte de pesca, una vez tendido en posición de trabajo, rara vez se desplazaron a distancias superiores de 60 millas náuticas (MN), con un promedio en la deriva de 19.32 MN en el extremo inicial y 15.50 MN en el extremo final (Fig. 6).

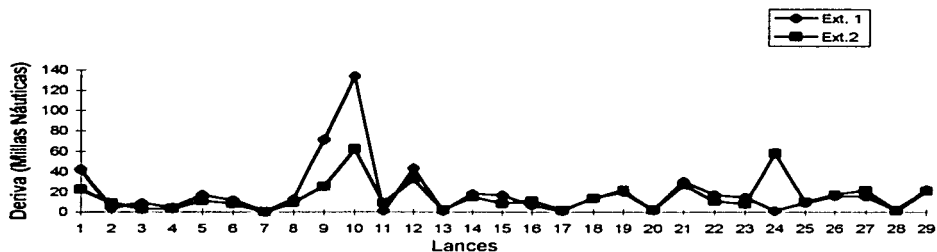


Fig. 6.- Deriva de los extremos del palangre durante los cruceros marzo y abril de 1995.

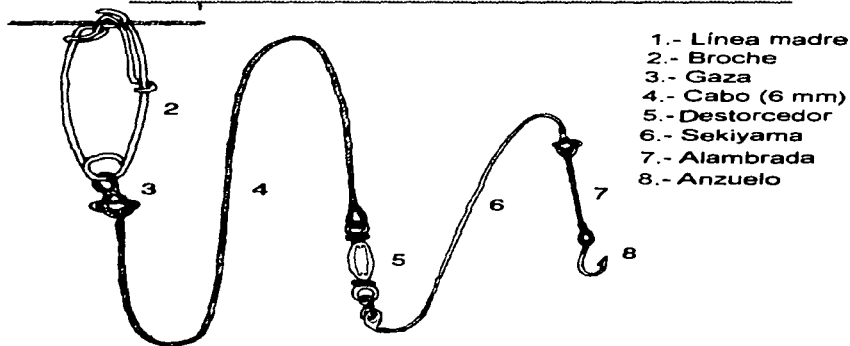


Tabla 7.- Componentes del palangre utilizado por la flota “Tiburón”.

SECCION	CANTIDAD	UNIDAD	MATERIAL
Línea madre <sup>4</sup>	80,000	Metro	Cremona
Reinales	1,500	Pieza	Varios
Orinque	300	Pieza	Cremona
Boya	300	Pieza	Acrílico

Tabla 8.- Características de los componentes del palangre.

COMPONENTE	MEDIDAS
Longitud de los reinales	19 a 22 m
Longitud de los orinques	11 a 12 m
Longitud entre reinales	50 a 55 m
Diámetro de las boyas	30 cm
Diámetro de la línea madre	6 mm



- 1.- Línea madre
- 2.- Broche
- 3.- Gaza
- 4.- Cabo (6 mm)
- 5.- Destorcedor
- 6.- Sekiyama
- 7.- Alambrada
- 8.- Anzuelo

Fig. 7<sup>5</sup>.- Reinal y sus componentes.

<sup>4</sup> La longitud de la línea madre en cada operación, depende del número de reinales utilizados y la distancia que los separa.

<sup>5</sup> La figura del reinal no está a una escala determinada del original.

Con las características antes mencionadas, los resultados de las operaciones obtenidos en los 10 cruceros realizados por el barco "Tiburón III" durante el período 1992-1995 se presentan en la Tabla 9.

**Tabla 9.- Resultados de captura (número de individuos) y esfuerzo (número de anzuelos) de las operaciones de pesca del barco palangrero "Tiburón III", durante el período 1992-1995.**

Número de crucero	Fecha del crucero	Número de lanzas	Número de anzuelos	Tiburón zorro	Tiburón azul	Marlin rayado	Tiburón volador	Atún	Pez espada	Pez vela	Tiburón martillo	Dorado	Captura total
1	dic/92	21	28119	925	626	115	193	26	64	225	47	46	2267
2	mar/93	23	31360	949	598	207	191	91	78	55	58	8	2235
3	mar/94	15	20940	524	275	126	11	54	189	34	6	38	1257
4	jun/94	28	38633	259	251	54	1356	547	13	2837	22	302	5641
5	jul/94	22	31615	208	0	14	717	73	0	1998	25	220	3255
6	ago/94	25	33210	165	96	51	166	52	4	1045	8	34	1621
7	sep/93	22	31615	330	52	15	136	16	42	1683	11	53	2338
8	dic/94	19	26070	814	208	36	102	40	4	575	5	117	1901
9	mar/95	21	23330	133	426	437	23	8	77	288	5	43	1440
10	abr/95	10	10645	217	160	252	4	1	24	49	0	21	728

### 6.3 MODELOS DE RESPUESTA

Para representar los resultados del análisis sobre la dispersión de los índices de captura para cada especie de pico por intervalo de temperatura, se elaboraron gráficas de los valores de la media y  $\pm 1$  desviación estándar (DE), observándose la existencia de valores muy pequeños y muy altos dentro de este intervalo (Fig. 8, 9 y 10).

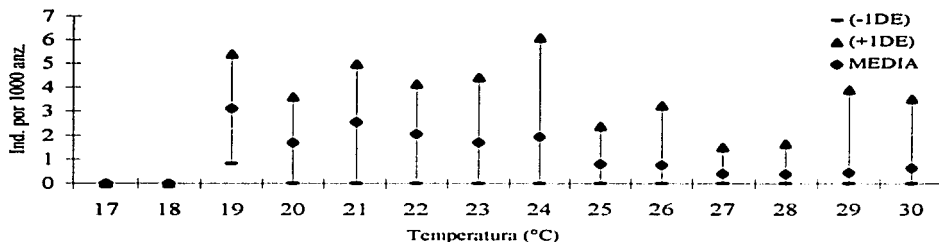


Fig. 8.- Dispersión absoluta ( $\pm 1DE$ ) para cada valor de temperatura superficial en el pez espada

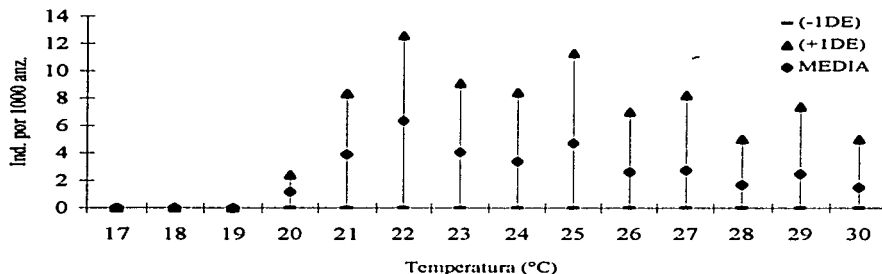


Fig. 9.- Dispersión absoluta ( $\pm 1DE$ ) para cada valor de temperatura superficial en el marlin rayado

Los datos de abundancia de marlin rayado y pez espada se ajustaron mediante dos tipos de curvas: la normal y una curva asimétrica utilizada por Ricker (1954 citado por Sparre, 1989) en los textos de biología pesquera, para representar las relaciones parentela-progenie (Fig. 11 y 12).

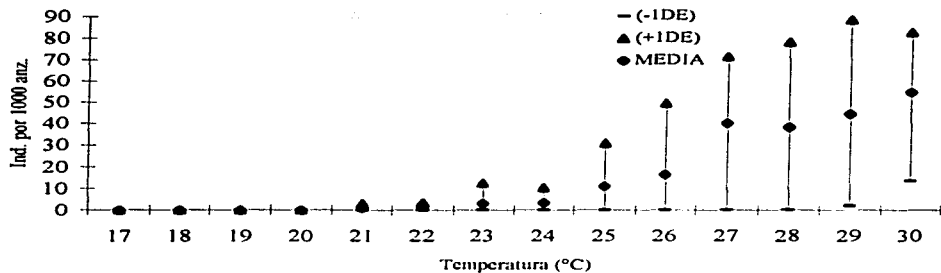


Fig. 10.- Dispersión absoluta ( $\pm 1$  DE) para cada valor de temperatura superficial en el pez vela.

El ajuste al modelo de la curva unimodal normal es de acuerdo a la relación:

$$N = \frac{b}{\sqrt{2 \pi a}} e^{-\frac{(T - c)^2}{2 a^2}}$$

y el modelo de la curva unimodal asimétrica es de acuerdo a la relación:

$$N = a (T - c) e^{-b T}$$

El modelo de la curva logística mediante el cual se ajustaron los datos del el pez vela es:

$$N = \frac{c}{1 + e^{-a - b T}}$$

en donde:

N=Indicador de abundancia (CPUE).

T=Temperatura en grados centígrados en la cual se obtuvo la se efectuaron los lances de pesca.

a,b,c=Parámetros de ajuste de la curva.

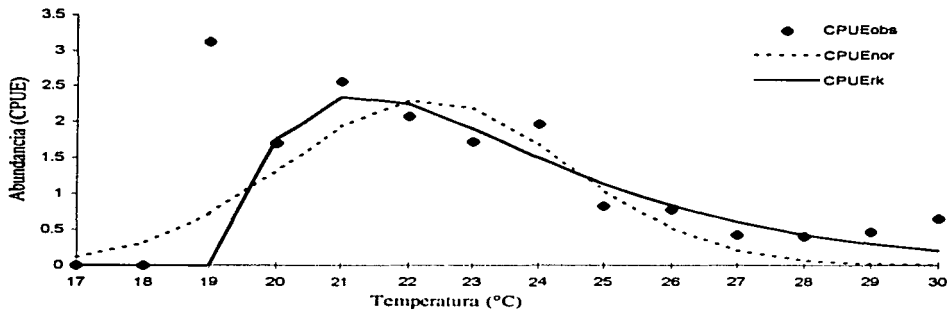


Fig. 11.- Abundancia de pez espada (individuos por mil anzuelos) en función de la temperatura superficial

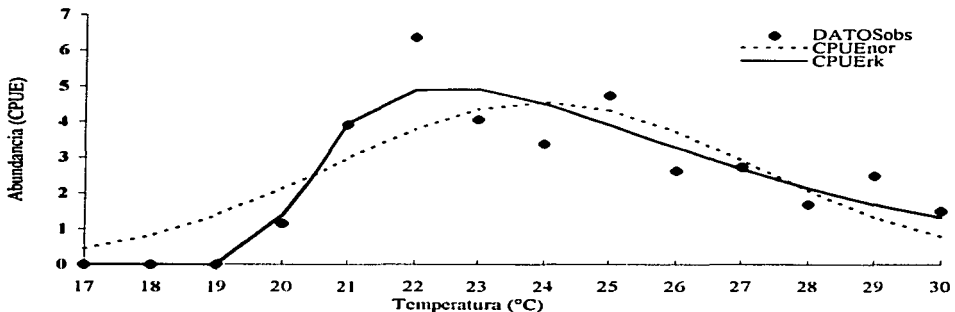


Fig. 12.- Abundancia de marlin (individuos por mil anzuelos) en función de la temperatura superficial.

Para el caso particular del pez vela, se observó que el índice de abundancia se incrementaba conforme la temperatura también se incrementaba, coincidiendo los valores más altos de abundancia con los

máximos valores de temperatura. Este comportamiento sugirió la utilización de la curva logística para describir esta relación (Fig. 13).

Los valores correspondientes a los parámetros de cada una de las curvas por especie se presentan en la tabla 15.

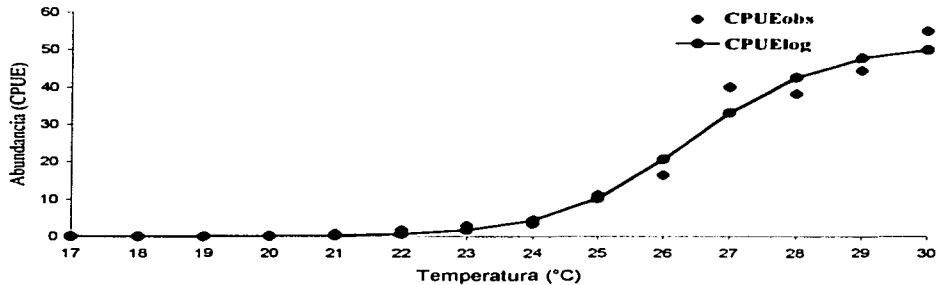


Fig. 13. Abundancia de pez vela (individuos por mil anzuelos) en función de la temperatura superficial

Cabe aclarar que en este caso las curvas no representan una distribución de probabilidad, como es habitual en los textos de estadística matemática, sino una función de respuesta. De hecho se trata de un problema de regresión, en el cual hay que ajustar un modelo teórico a conjuntos de datos obtenidos mediante muestreo, es decir, la abundancia de una especie en un conjunto de sitios, muestras o unidades de muestreo, de acuerdo a los términos que se quieran usar.

**Tabla 10. Parámetros de las curvas de respuesta al gradiente de temperatura superficial.**

Parámetros	Pez espada		Marlin rayado		Pez vela
	Curva normal	Curva asimétrica	Curva normal	Curva asimétrica	curva logística
a	2.1470	21538.8197	3.2167	4677.7973	26.3045
b	12.4507	-0.4652	36.6669	-0.3504	-0.9964
c	22.2804	19.1007	23.9658	19.6754	51.2780

En este sentido, los indicadores de abundancia para el pez espada presentaron una tendencia ascendente a partir de 19°C y una cúspide entre 21° y 22°C, descendiendo sensiblemente conforme la temperatura superficial aumentó. Para este caso, el comportamiento de la abundancia tuvo un mejor ajuste al modelo unimodal no simétrico (Fig. 11).

Para el caso del marlin rayado, la tendencia fue ascendente a partir de la temperatura de 19°C con un incremento a los 22°C, disminuyendo suavemente conforme aumentó la temperatura superficial. Igual que el pez espada, los datos se ajustaron mejor al modelo no simétrico que a la curva normal (Fig. 12.)

En el caso del pez vela, el comportamiento de los indicadores de abundancia con respecto a la temperatura superficial se manifestaron de manera ascendente, incrementándose conforme aumentaron los valores de la temperatura. La mejor aproximación de este comportamiento se obtuvo con la curva logística (Fig. 13.).

#### 6.4 ORDENACION DE LAS ESPECIES Y CRUCEROS

En relación al análisis de correspondencia aplicado a los datos de indicadores de abundancia de las nueve principales especies capturadas durante diez cruceros, se obtuvieron dos grupos integrados por cuatro especies asociadas: el primero por el pez vela, tiburón volador, dorado y atún, y otro por el tiburón zorro, tiburón martillo, tiburón azul y pez espada. Por su parte, el marlin rayado se separó como una especie independiente de los grupos antes mencionado (Fig. 14).

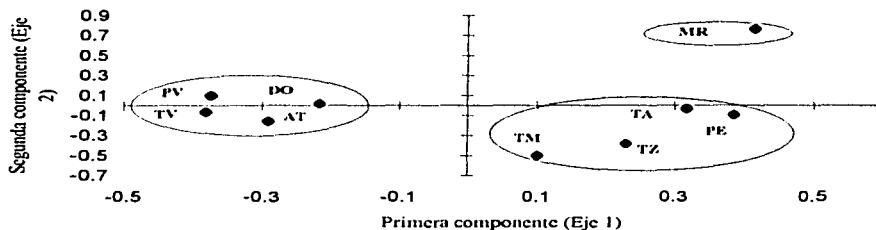


Fig. 14.- Agrupación de especies por Análisis de Correspondencia.

**(TZ=tiburón zorro; MR=marlin rayado; TA=tiburón azul; TV=tiburón volador; AT=atún aleta amarilla; PE=pez espada; PV=pez vela; TM=tiburón martillo; DO=dorado).**

En cuanto a la agrupación de los cruceros (unidades de muestreo), se separaron tres grupos: el primero integrado por los cruceros Mayo-Junio/94, Junio-Julio/94, Agosto-septiembre/94 y Octubre-Noviembre/94. El segundo grupo se integró por los cruceros Diciembre/92, Marzo/93, Marzo/94 y Diciembre/94 y el tercero por Marzo/95 y Abril/95 (Fig. 15). Esta agrupación de las unidades de



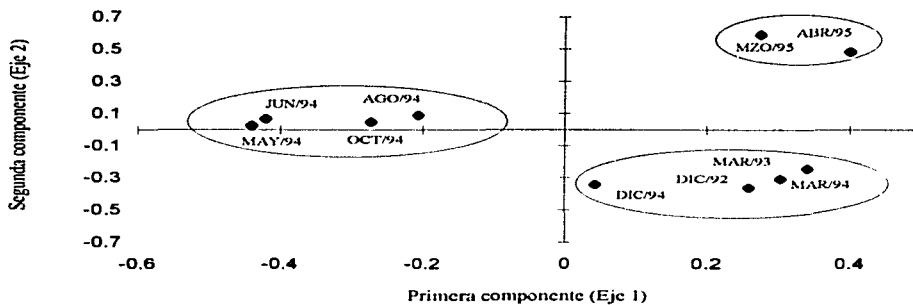


Fig. 15.- Agrupación de cruceros por Análisis de Correspondencia.

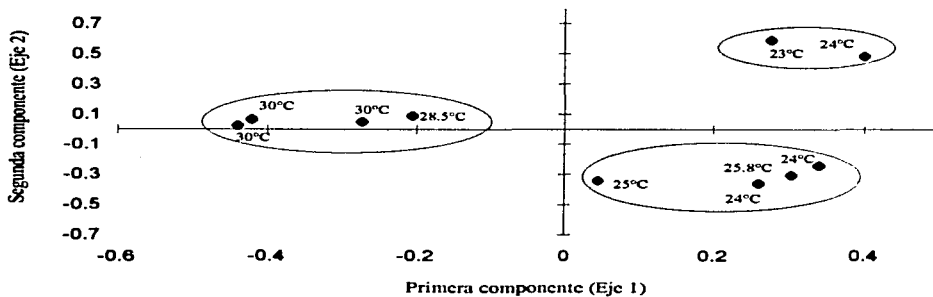


Fig. 16.- Agrupación de temperaturas promedio para cada crucero por Análisis de Correspondencia.

muestreo o cruceros, fue coincidente con los promedios de temperatura registrados durante las operaciones de pesca . (Fig. 16).

Cabe mencionar que durante los cruceros Jun-Jul/94 y Ago-Sep/94 en los que prevalecieron temperaturas de 32°C, 29°C y 29°C respectivamente, se colectaron 11 especímenes juveniles de pez vela con longitudes totales entre 79 y 218 mm. Estos organismos fueron colectados con redes de cuchara de 50 cm de diámetro y longitudes de malla estirada de 1" y 3/4", durante las derivas nocturnas, en áreas frente al Golfo de Tehuantepec, Oax.; Mazatlán, Sin. y Cabo Corrientes, Jal.

#### 6.5 PROFUNDIDADE OPERACIÓN DEL PALANGRE

El modelo para determinar las profundidades teóricas de operación de los anzuelos del palangre, como ya se dijo anteriormente, están fundamentados en que la línea madre en una sección, adquiere la forma de una parábola . De la misma manera, las distancias entre los dos orinques y la línea madre utilizada entre éstos, estarán en función de la relación que existe entre la velocidad de expulsión de la línea madre y la velocidad de navegación del barco durante el proceso de tendido. Estas distancias, permiten que la línea esté sujeta a una tensión provocando que la catenaria sea más o menos pronunciada, afectando así la profundidad de operación de los anzuelos correspondientes a una sección del palangre (Fig. 14.). Esto es, el anzuelo del centro operará a mayor profundidad, y conforme se aproximen al orinque, los anzuelos operarán a menor profundidad .

Bajo estos supuestos, una sección del palangre puede ser descrita para fines prácticos por la función:

$$Y = aX^2$$

en donde "Y" y "X" son respectivamente las variables dependiente e independiente, y "a" es una constante.

Al dividir la longitud de la línea madre  $\ell$  (Fig. 17) en elementos de longitud ( $\Delta\ell$ ) lo suficientemente pequeños para suponerlos rectos (Fig. 18), se tiene:

$$\Delta\ell = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$$

De forma que la sumatoria de todos los elementos de longitud " $\Delta\ell$ " será igual a la longitud " $\ell$ " de la línea madre.

$$\ell = \sum_{i=1}^n \Delta\ell_i = \sum_{i=1}^n \sqrt{\Delta X_i^2 + \Delta Y_i^2}$$

si hacemos los incrementos infinitamente pequeños, esto es, llevamos al límite la sumatoria, resulta:

$$\ell = \int_{-d/2}^{d/2} dl = \int_{-d/2}^{d/2} \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$$

relación que al integrarse entre los límites se obtiene (ver el desarrollo en el anexo 3):

$$\ell = \frac{d}{2} \sqrt{a^2 d^2 + 1} + \frac{1}{4a} \ln \left( \frac{ad + \sqrt{a^2 d^2 + 1}}{-ad + \sqrt{a^2 d^2 + 1}} \right)$$

Esta relación representa la longitud de la línea madre en función del parámetro "a" de la ecuación de la parábola y de la distancia "d" entre boyas en la superficie.

Dado que la longitud " $\ell$ " entre boya y boya se conoce, y la distancia "d" en la superficie también se conoce, sería de utilidad obtener una fórmula explícita para el parámetro "a" en función de las variables "d" y " $\ell$ " conocidas, de forma que cada punto de la curva pudiera ser determinado.

Sin embargo, la complejidad de la ecuación impide despejar el parámetro "a", por lo que fue necesario desarrollar un método iterativo para conocer el valor correspondiente a cada uno de los valores "d" y " $\ell$ " dados.

Con este objetivo se utilizó el algoritmo de la bisección descrito por Burden y Faires (1985), para elaborar un programa de cómputo en lenguaje QBASIC, el cual calcula el valor de "a" y la profundidad en la que operan un número dado de reinales que penden de la línea madre, una vez que se conocen las variables " $\ell$ " y "d". En el anexo 4. se presenta un listado de la estructura básica del programa.

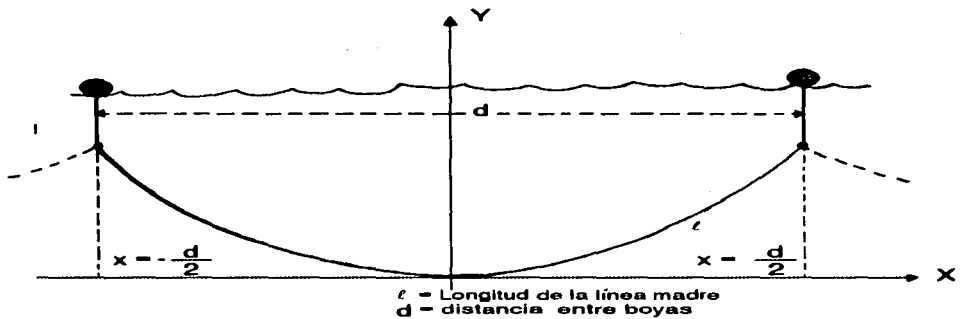


Fig. 17.- Representación esquemática de las variables utilizadas para el cálculo de la profundidad de operación de una sección de palangre.

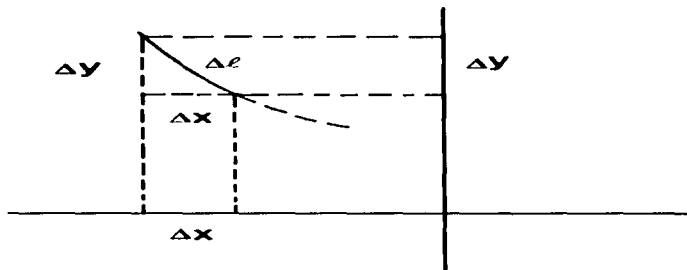


Fig. 18. Representación de un elemento de longitud  $\Delta\ell$  en función de las variables "X" y "Y".

Para aplicar este procedimiento en el cálculo de las profundidades de operación, se consideraron las variables observadas en los cruceros realizados por el Barco "Tiburón III" durante el periodo diciembre de 1992-abril de 1995, siendo las siguientes:

**Tabla 11.- Variables utilizadas para el cálculo de la profundidad teórica de operación del palangre**

<b>VARIABLE</b>	<b>MEDIDA</b>
Velocidad del barco	7-8 Kn (Nudos)
Velocidad de la máquina tiralineas <sup>6</sup>	5.25-6 m/seg
Longitud del reinal	19-22 m
Longitud del orinque	10 -12 m

Con la información anterior y aplicando el método desarrollado para calcular las profundidades teóricas de operación de los anzuelos se obtuvieron los resultados que se presentan en la Tabla 12 como profundidades calculadas.

Los cálculos obtenidos, fueron comparados con los valores de profundidad obtenidos con el CTD en las diferentes posiciones de los anzuelos. En la Fig. 18 se presentan las mediciones realizadas con el CTD durante los cruceros de marzo y abril de 1995.

<sup>6</sup>La velocidad de la máquina tiralineas o salida de la línea madre, se obtuvo midiendo durante varios lances la longitud de una sección, dividiéndola entre el tiempo utilizado en el lance de la misma expresada en metros por segundo (m/seg.).



Fig. 19.- Profundidades registradas con CTD durante los Crucero de marzo y abril de 1995.

El valor crítico  $\chi^2_{0.95}$  para dos grados de libertad considerados fue de 5.99 por lo tanto, considerando los valores de la prueba de ji cuadrado para los diferentes niveles presentados en la Tabla 12, la  $H_0$  sólo se rechaza en los valores máximos de profundidad registrados por el CTD, correspondiendo éstos a la profundidad máxima a la que operarían los anzuelos del palangre. En este sentido, las profundidades calculadas serían una estimación de la profundidad a la que operarían los anzuelos bajo condiciones ideales, esto es, sería la profundidad de operación en ausencia de fuerzas ajenas a la gravedad, que provocan la deformación de la parábola formada por la línea madre. Los cambios de profundidad observados en las medidas hechas con el CTD, podrían ser debidos a factores como el efecto de corrientes y tensiones provocadas por los organismos capturados, que al parecer, de manera sesgada tienden a provocar que la operación del equipo sea más superficial.

Tabla 12. Datos calculados y medidos de la profundidad de operación de los anzuelos del palangre, y la prueba de ji cuadrado ( $\chi^2$ ) para los tres niveles (calculados y observados).

NIVEL ANZUELOS		PROF. <sup>7</sup>	PROFUNDIDAD MEDIDA CON CTD			JI
CUADRADO		CALC.	Minima	Promedio	Máxima	$\chi^2_{0.95}$
1	Anz. 1 y 5	77 m	53.7 m	61.4 m	66.2 m	55.63
2	Anz. 2 y 4	103 m	43.6 m	76.4 m	98.4 m	8.99
3	Anz. 3	111 m	57.3 m	87.4 m	108.7 m	0.845

### 6.5 DISTRIBUCION VERTICAL DE LAS ESPECIES

Los ANDEVA y MDS aplicados a los datos obtenidos sobre la ocurrencia de las especies en cada uno de los niveles de operación, y para los cinco anzuelos, presentaron los resultados que se resumen en las Tablas 15 y 16. En el Anexo 5 se presentan los grados de libertad utilizados en los ANDEVA's y en las Tablas 6 y 7 los resultados obtenidos durante el análisis.

En el caso del tiburón zorro el ANDEVA por nivel de operación, presentó diferencias significativas de ocurrencia ( $P \leq 0.05$ ) hacia el nivel más profundo (anzuelo No. 3) en siete de los nueve cruceros muestreados y en dos cruceros (Marzo de 1995 y Abril de 1995) los valores más altos de abundancia se presentaron en el segundo nivel de operación. Por número de anzuelo, las diferencias significativas se presentaron cuatro veces, con los valores más altos de abundancia en el tercer anzuelo y cinco veces en el cuarto anzuelo. Cabe mencionar que en la mayoría de los casos los valores más bajos se

<sup>7</sup>Los datos sombreados corresponden a la profundidad calculada y a la profundidad máxima registrada por el CTD en cada uno de los tres niveles de operación.



presentaron en los anzuelos 1 y 5, los cuales representan asimismo el nivel más bajo de operación de los anzuelos.

Por su parte, con el tiburón azul el ANDEVA presentó en cuatro ocasiones diferencias significativas de ocurrencia con los valores más altos en el segundo nivel de operación y dos veces hacia el tercero. En el análisis por número de anzuelo presentó diferencias significativas de ocurrencia en seis ocasiones, correspondiendo los valores más altos dos ocasiones para los anzuelos 2, 3 y 4 respectivamente. Al igual que con el tiburón zorro los valores más bajos se registraron en los anzuelos más someros.

El Marlin rayado presentó cuatro veces diferencias significativas con los más altos valores de abundancia hacia el tercer nivel y dos veces hacia el segundo nivel. En el análisis por número de anzuelo las diferencias significativas se observaron cinco veces, de las cuales tres veces se presentaron los más altos valores en el anzuelo número cuatro y dos en el anzuelo número tres.

En el tiburón volador se obtuvieron diferencias significativas en cinco ocasiones correspondiendo los valores más altos de ocurrencia, tres veces al tercer nivel y dos al segundo. En el análisis por número de anzuelo se obtuvieron diferencias significativas en cinco ocasiones correspondiendo tres veces los valores más altos de abundancia al anzuelo número tres y tres veces al anzuelo número cuatro.

El atún aleta amarilla presentó diferencias significativas cuatro veces, en tres de ellas los más altos valores se obtuvieron en el tercer nivel y uno en el segundo. En el análisis por número de anzuelo, se

presentaron diferencias significativas en siete ocasiones correspondiendo los más altos valores de abundancia cuatro veces en el anzuelo número tres, dos al anzuelo número dos y uno al número cuatro.

En el pez espada el ANDEVA rechazó la  $H_0$  en cinco ocasiones, tres de las cuales presentaron los valores más altos de abundancia en el tercer nivel y uno al segundo. En el análisis por número de anzuelo se presentaron diferencias significativas en cuatro ocasiones, de los cuales dos veces correspondieron al anzuelo número tres, una vez al anzuelo número dos y uno al anzuelo número cuatro.

En el pez vela, el ANDEVA por nivel de operación presentó diferencias significativas de preferencias en cuatro ocasiones, correspondiendo dos veces los más altos valores de abundancia hacia el nivel dos y dos veces en el nivel tres. Por número de anzuelo las diferencias significativas se presentaron en siete ocasiones, correspondiendo tres al anzuelo número tres, tres al anzuelo número cuatro y uno al anzuelo número cinco.

Para el caso del tiburón martillo, el ANDEVA por nivel de operación no presentó diferencias significativas en ningún caso. Sin embargo, por número de anzuelo se obtuvieron diferencias significativas en una ocasión, con máximos valores de abundancia en los anzuelos número dos y número tres.

En el análisis de los datos del dorado por nivel de operación se obtuvieron diferencias significativas en dos ocasiones, encontrándose los más altos promedios, una vez en el nivel dos y una el nivel tres. En el

análisis por número de anzuelo las diferencias significativas se encontraron en tres ocasiones, una vez en el anzuelo número tres, una en el anzuelo número cuatro y otra en el anzuelo número cinco.

Tabla 13. Análisis de Varianza para un diseño completo aleatorizado ( $P \leq 0.05$ ) aplicado al número promedio de organismos capturados de cada especie por cada mil anzuelos (CPUE) en los tres niveles de operación.

Crucero	Tiburón zorro			Tiburón azul			Marlín rayado			Tiburón volador			Atún		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Mar-May/93	4.47	6.06	<b>7.97</b>	3.16	3.90	<b>4.73</b>	0.94	1.38	<b>1.81</b>	0.87	1.41	<b>1.74</b>	0.53	0.54	0.70
Mur/94	4.58	5.68	<b>6.20</b>	1.96	2.61	2.56	0.89	1.02	<b>1.65</b>	0.04	0.12	0.24	0.22	0.49	0.57
May-Jun/94	1.07	1.63	<b>1.72</b>	1.48	1.62	1.99	0.22	0.29	0.38	3.06	3.46	3.80	0.95	1.38	<b>1.74</b>
Jun-Jul/94	0.84	1.75	<b>2.12</b>	0.00	0.00	0.00	0.05	0.08	0.19	4.10	5.36	<b>5.72</b>	0.19	<b>0.53</b>	0.46
Ago-Sep/94	0.95	1.58	<b>1.70</b>	0.64	<b>1.04</b>	1.03	0.41	0.55	0.59	1.71	1.45	1.79	0.55	0.63	0.69
Oct-Nov./94	8.86	29.45	<b>33.66</b>	0.97	<b>3.94</b>	2.81	0.97	1.37	<b>3.49</b>	5.11	<b>13.31</b>	11.52	0.76	0.88	<b>3.26</b>
Dic/94	19.90	24.13	29.54	5.32	<b>15.25</b>	14.74	0.21	3.97	<b>4.30</b>	1.53	<b>8.27</b>	7.84	0.36	4.11	<b>4.79</b>
Mar/95	2.38	<b>14.80</b>	10.99	11.18	<b>24.71</b>	23.39	11.54	<b>31.63</b>	20.89	0.30	2.15	<b>3.38</b>	0.02	0.35	1.67
Abr/95	5.31	<b>29.30</b>	22.02	4.23	13.91	<b>16.87</b>	11.59	<b>26.01</b>	25.66	0.37	0.73	1.11	0.00	0.38	0.00

...continuación de la Tabla 13.

Crucero	Pez espada			Pez vela			Tiburón martillo			Dorado		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Mar-May/93	0.13	0.56	<b>0.97</b>	0.33	0.32	0.49	0.29	0.34	0.29	0.02	0.04	0.00
Mur/94	1.36	2.30	<b>3.08</b>	0.28	0.40	0.38	0.03	0.06	0.09	0.33	0.20	0.16
May-Jun/94	0.03	0.07	0.10	12.67	12.59	13.67	0.05	0.13	0.20	0.20	0.38	<b>0.58</b>
Jun-Jul/94	0.00	0.00	0.00	11.55	14.35	16.21	0.17	0.09	0.21	1.00	<b>2.09</b>	1.97
Ago-Sep/94	0.05	0.09	0.15	9.54	9.59	9.91	0.09	0.06	0.03	0.67	0.67	0.61
Oct-Nov./94	1.03	5.25	<b>4.71</b>	16.70	<b>28.95</b>	34.90	0.15	0.15	0.30	0.74	0.81	0.60
Dic/94	0.09	0.17	0.35	14.87	27.84	<b>28.30</b>	0.00	0.56	0.53	1.03	0.64	0.81
Mar/95	0.43	7.13	<b>7.36</b>	6.41	<b>18.95</b>	13.98	0.04	0.52	0.00	0.16	0.15	0.08
Abr/95	0.60	<b>4.64</b>	3.90	2.24	7.71	<b>11.22</b>	0.00	0.00	0.00	0.25	0.35	0.35

Nota: Los números sombreados indican valores altos con diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

Tabla 14. Análisis de Varianza para un diseño completo aleatorizado ( $P \leq 0.05$ ) aplicado al Número promedio de organismos capturados de cada especie por cada mil anzuelos (CPUE) en cada uno de los anzuelos del palangre.

Crucero	Tiburón zorro					Tiburón azul					Marlin rayado				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Mar/93	3.80	5.66	7.97	6.46	5.15	3.28	3.64	4.73	4.15	3.04	0.84	1.14	1.81	1.62	1.03
Mar/94	3.77	5.11	6.20	6.26	5.40	2.15	2.57	2.56	2.66	1.78	1.01	1.02	1.65	1.01	0.77
May/94	0.82	1.22	1.72	2.04	1.31	1.56	1.45	1.99	1.79	1.39	0.17	0.24	0.38	0.33	0.28
Jun/94	0.78	1.17	2.12	2.34	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.06	0.19	0.10	0.07
Ago/94	0.93	1.40	1.70	1.76	0.96	0.54	1.00	1.03	1.09	0.75	0.32	0.44	0.59	0.66	0.50
Oct/94	15.25	26.16	33.66	32.74	2.47	1.85	5.37	2.81	2.50	0.08	1.88	2.43	3.49	0.30	0.06
Dic/94	37.16	24.05	29.54	24.22	2.65	10.04	14.76	14.74	15.75	0.59	0.35	2.07	4.30	5.87	0.08
Mar/95	4.32	16.14	11.56	15.01	0.69	20.31	27.10	23.39	22.32	2.06	20.19	31.04	20.89	32.26	2.90
Abr/95	7.99	28.16	22.02	30.45	2.64	6.52	5.66	16.87	22.15	1.95	20.67	24.15	25.66	27.87	2.51

Crucero	Tiburón volador					Atún					Pez espada				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Mar/93	1.03	1.10	1.74	1.71	0.70	0.46	0.26	0.70	0.81	0.60	0.09	0.52	0.97	0.60	0.18
Mar/94	0.04	0.15	0.24	0.09	0.04	0.39	0.72	0.57	0.26	0.05	1.32	2.28	3.08	2.32	1.41
May/94	2.92	3.23	3.80	3.69	3.20	1.03	1.31	1.58	1.45	0.88	0.03	0.15	0.10	0.00	0.02
Jun/94	3.03	4.73	5.72	5.99	5.18	0.17	0.63	0.46	0.46	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ago/94	1.47	1.50	1.79	1.39	1.95	0.39	0.67	0.69	0.59	0.71	0.05	0.12	0.15	0.06	0.05
Oct/94	8.74	13.50	11.52	13.31	1.48	1.51	1.03	5.26	0.73	0.00	2.00	6.45	4.78	4.06	0.07
Dic/94	2.62	6.58	7.84	9.96	0.44	0.46	3.34	5.29	4.87	0.26	0.35	0.35	0.35	0.00	0.04
Mar/95	0.43	2.66	3.38	1.64	0.17	0.00	0.35	1.67	0.35	0.03	0.35	5.91	7.26	8.35	0.52
Abr/95	0.74	1.46	1.11	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.96	4.22	3.90	5.16	0.24

Crucero	Pez vela					Tiburón martillo					Dorado				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Mar/93	0.25	0.25	0.49	0.39	0.40	0.23	0.46	0.29	0.22	0.36	0.00	0.03	0.00	0.04	0.03
Mar/94	0.44	0.49	0.38	0.31	0.11	0.05	0.12	0.09	0.00	0.00	0.34	0.26	0.16	0.15	0.31
May/94	12.85	11.84	13.67	13.34	12.49	0.07	0.20	0.26	0.05	0.03	0.18	0.41	0.59	0.34	0.22
Jun/94	10.64	12.97	16.21	15.74	12.45	0.20	0.10	0.21	0.08	0.13	0.74	1.85	1.97	2.53	1.26
Ago/94	8.41	8.69	9.91	10.60	10.67	0.16	0.13	0.03	0.00	0.03	0.64	0.78	0.61	0.56	0.69
Oct/94	29.95	38.60	34.90	39.30	3.44	0.30	0.30	0.30	0.00	0.00	0.88	1.12	0.60	0.51	0.60
Dic/94	26.89	31.14	38.40	24.53	2.86	0.00	1.11	0.53	0.00	0.00	1.10	0.59	0.81	0.69	0.96
Mar/95	11.15	18.28	13.98	19.62	1.67	0.00	0.35	0.00	0.70	0.09	0.00	0.21	0.11	0.21	0.42
Abr/95	3.33	3.92	11.22	11.50	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.22	0.44	0.19

Nota: Los números sombreados indican valores altos con diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ).

## 7. DISCUSION

En los estudios de la pesca palangrera, se ha empleado como índice de capturas (CPUE) la cantidad de individuos capturados por cada 100 o 1000 anzuelos, como una de las medidas de abundancia relativa de los peces. De acuerdo con Shingu et al. 1974, ésto significa que la CPUE refleja muy bien los cambios en la abundancia, por lo menos en las poblaciones accesibles, aunque este método es bastante empírico. Si la accesibilidad de los peces sucede de una manera aleatoria, la medida de la CPUE obtenida de los datos durante un periodo largo de tiempo, seria una buena estimación del promedio de la abundancia relativa. Cuando la accesibilidad y la distribución de los peces o el esfuerzo cambian por áreas, el error sistemático o sesgo que resulta en la abundancia relativa, puede reducirse, al estratificar las regiones de pesca. En este sentido, la información utilizada en los diferentes procesos de análisis de este trabajo, se considera que son robustos, ya que las comunidades de peces analizados, proceden de una área específicamente delimitada y con un periodo de tiempo suficientemente representado.

Por otro lado, la temperatura superficial del mar es un parámetro que ha sido utilizado por los pescadores de los barcos palangreros como un indicador de la abundancia de especies pelágicas como picudos y atunes con muy buenos resultados. La relación de la temperatura con las agregaciones de peces podrían ser tanto directas como indirectas, provocadas por actividades ecofisiológicas propias de cada una de las especies. Otro factor que debe tomarse en cuenta sobre la relación existente en las agrupación de peces es su distribución vertical, puesto que las migraciones en la columna de agua dependen de la tolerancia a los cambios de temperatura que se producen conforme aumenta la profundidad. La distribución vertical de las especies analizadas en el presente trabajo fluctúan entre la

superficie y profundidades superiores a los 100 m. Existen suficientes evidencias de que algunas de las especies pelágicas como el pez vela, marlin rayado y el pez espada, tienen contacto con la parte superficial de la columna de agua o en la capa de mezcla, durante gran parte de su tiempo, aunque en el caso del pez espada, existen diferencias en cuanto a su accesibilidad a artes de pesca como la caña y el carrete utilizado en la pesca deportiva; este podría ser mejor explicado complementando los conocimientos ya obtenidos, con estudios sobre hábitos alimenticios, ya que sobre sus movimientos verticales y aspectos fisiológicos ya se tienen suficientes pruebas con base en estudios de telemetría acústica y rastreo (Holts y Bedford, 1990; Carey y Francis, 1981 y Block, 1990, 1992).

Nakamura (1985), encontró que la distribución de las isotermas de 28° a 31°C en la ZEE del Pacífico Mexicano, tienen una relación directa con los movimientos latitudinales del pez vela hacia áreas en las que el marlin y el pez espada se obtenían en mínimas cantidades. En el caso de las áreas de más altos índices de captura de pez espada y marlin, ocurre el caso inverso, en donde las capturas de pez vela disminuyen sensiblemente. Las colectas de juveniles de pez vela obtenidas en áreas con altas temperaturas, podría ser un indicador de condiciones favorables para la reproducción de esta especie.

De acuerdo con Squire (1972), las más grandes capturas de marlin rayado obtenidas por la pesca deportiva frente a San Diego, California se obtuvieron cuando se presentaron temperaturas de 20°C a 21°C, consideradas como los más altos registros de temperaturas del ciclo anual en esta región. La separación del marlin rayado del resto de las especies, obtenida mediante el Análisis de Correspondencia, podría ser explicada como producto de los elevados índices de abundancia obtenidos como resultado de las operaciones realizadas en los cruceros Marzo/95 y Abril/95, los cuales

coincidieron también con los promedios de temperatura superficial más bajos, de 23°C y 24°C respectivamente.

De acuerdo con Hela y Laevastu (1992), no se pueden establecer reglas generales para predecir las agregaciones de peces de acuerdo con la temperatura, no obstante puede ser de gran utilidad su relación entre las concentraciones de diferentes pesquerías comerciales para su localización. Partiendo de que otros factores pueden estar involucrados en el comportamiento de una especie, las predicciones no siempre pueden ser esperadas como precisas. Podría esperarse un mejoramiento en la predicción de las capturas, si se satisfacen las siguientes condiciones: 1) El comportamiento de una especie a lo largo de un gradiente debe ser conocido, incluyendo la "temperatura óptima" y la temperatura de desove. 2) La distribución de la temperatura en un momento dado, debe ser conocida así como la predicción de su futura distribución y 3) Es necesario asumir que los gradientes de temperatura horizontal y vertical son lo suficientemente robustos, puesto que los cambios de gradientes de temperatura superficiales ocurren en determinadas áreas de convergencia oceanográfica. Estas zonas de mezcla de las masas de agua son muy ricas en agregaciones de peces pelágicos. La predicción en los movimientos de estas zonas son de gran importancia para las pesquerías.

Por su parte, el análisis de correspondencia aplicado a los datos obtenidos por crucero, confirma la hipótesis de que la temperatura tiene una fuerte relación con la abundancia de las especies de pico, puesto que la agrupación de los cruceros, de acuerdo con sus componentes por especie, coinciden con temperaturas afines. Sin embargo, cabe mencionar que la variable ambiental en función de la cual se encontraron las agregaciones, representa a una variable ambiental compleja que resulta de aquellas

variables ambientales subyacentes en los datos. De la misma forma, esta herramienta estadística puede ayudar a determinar otras variables ambientales, tomadas durante las operaciones de pesca, que podrían hacer más explícitas las causas que originan la asociación de las diferentes especies en las diferentes zonas. De acuerdo con Quin y Dunham , (1983) las agrupaciones de especies, conocida también como “asociaciones interespecíficas” y “asociaciones de especies”, sugieren que éstas se agregan en las áreas más favorables propias de su hábitat y que ésto puede ser debido a comportamientos gregarios, heterogeneidad ambiental, hábitos reproductivos, entre otros. De esta manera, muchos otros patrones de interacción, bióticos y abióticos, pueden contribuir a la existencia de estos patrones. Los procesos que contribuyen a patrones espaciales de las especies, pueden ser considerados tanto intrínsecos: reproductivos, sociales y coactivos, resultado de interacciones intraespecíficas como la competencia; o extrínsecos: que resultan de la acción de fuerzas externas como el viento, las corrientes, la intensidad de la luz y la temperatura.

Las observaciones realizadas sobre las profundidades reales de operación de los anzuelos con el CTD durante los tres últimos cruceros, permitieron conocer las variaciones de las profundidades en que operan durante el tiempo que permanecen sumergidos y expuestos a las corrientes predominantes en las áreas de trabajo. La fuerza de estas corrientes hace que los supuestos niveles 2 y 3 se traslapen, ocasionando que por lo menos los tres anzuelos centrales de cada sección, en estas condiciones, operen casi a la misma profundidad. Partiendo de esta observación, podría suponerse que algunas especies que presentaron suficiente evidencia estadística de ocurrencia en los niveles de operación 2 y 3 o anzuelos 2, 3 y 4, y que fueron diferentes a los anzuelos 1 y 5, los cuales teóricamente operan en las capas más someras, tengan cierta tendencia a evadir las en determinadas circunstancias.



Por otro lado, la profundidad de operación de los anzuelos tiene un gran efecto en la composición de las capturas. Sin embargo, los pescadores no conocen con precisión la profundidad de operación del palangre, sino que son estimadas por experiencia y asumidas en base a las variables que la determinan. No obstante las consideraciones respecto a la profundidad de operación de los anzuelos, los cálculos obtenidos pueden ser diferentes en la práctica. En este sentido, se coincide con Boggs (1992), en que la profundidad calculada y la real pueden variar considerablemente debido al efecto de corrientes o por deformaciones de la supuesta parábola. Sin embargo, con una serie de muestreos realizados sistemáticamente con equipos similares al CTD, correlacionados con muestreos oceanográficos y meteorológicos como corrientes, vientos, etc. podrían ser determinados algunos factores de conversión que nos indicarían la profundidad, con muy poco sesgo, en la que los anzuelos del palangre estarían operando.

De acuerdo con las clasificaciones de profundidad de operación de los anzuelos del palangre hechas por Miyabe y Bayliff (1980) y Gong et al. (1989), los palangres utilizados por los barcos de la flota "Tiburón", podrían caer dentro de la clasificación de palangres regulares.

En el análisis sobre la distribución vertical de las especies, el tiburón zorro se obtuvo en el anzuelo más profundo en donde la profundidad teórica calculada fue de 111 m. Los índices de captura de esta especie disminuyeron significativamente ( $p \leq 0.05$ ) hacia los anzuelos que operaron en aguas más someras. Estos resultados coinciden con lo encontrado por Compagno (1984), quien menciona que la

distribución vertical de esta especie ocurre entre la superficie y profundidades que se aproximan a 300 m.

Los más altos índices de captura de tiburón azul se presentaron en los niveles 2 y 3 (anzuelos 2, 3 y 4) con sensibles disminuciones hacia los anzuelo 1 y 5, en donde los ANDEVA presentaron mínimas diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) por nivel de operación en los tres últimos y por número de anzuelo en los últimos cuatro cruceros. En el resto de los cruceros los ANDEVA y MDS no manifestaron diferencias significativas, sin embargo, existe un aparente gradiente de densidad, incrementándose ésta conforme aumenta la profundidad. Compagno (1984), manifiesta que esta especie ocurre desde la superficie hasta profundidades de hasta 152 m, de preferencia en mar abierto y que prefiere aguas relativamente frías entre 7 ° a 17 °C. En aguas más cálidas tiende a encontrarse a mayor profundidad. La sensible disminución de los indicadores de abundancia en áreas con altas temperaturas (29-32°) y a la estratificación vertical de las temperaturas de preferencia, sugieren que el hábitat de esta especie está relacionado con las aguas templadas.

Existe suficiente evidencia estadística a través del ANDEVA y MDS de que el marlin rayado ocurra al anzuelo 3 y 4 del palangre. Las observaciones realizadas por Holts y Bedford (1988) y Boggs (1992) sobre el comportamiento de esta especie, así como los resultados del ANDEVA, el marlin tiende a morder la carnada en movimiento, preferentemente durante el cobrado del equipo de pesca. La separación de esta especie de los demás grupos mediante el análisis de correspondencia, pudo ser debida a que sus indicadores de abundancia no presentaron un patrón definido con respecto a las supuestas variables ambientales ya que en los dos últimos cruceros analizados, los indicadores de

abundancia fueron bastante altos con respecto a los que se obtuvieron en la misma temporada de años anteriores. Esto sugiere un análisis particular en donde se involucren muestreos oceanográficos correspondientes al período y área que en que se obtuvieron estos indicadores de abundancia.

En lo que se refiere al tiburón volador, el ANDEVA y MDS presentaron suficiente evidencia estadística sobre su preferencia a los niveles de operación 2 y 3. Una observación adicional que podría ser considerada como relevante fue su preferencia a las aguas que se encuentran cerca de las islas y en el Golfo de Tehuantepec, en donde fue capturado en mayores cantidades comparado con otras zonas de operación.

El atún aleta amarilla es una especie que ha sido objeto de varios estudios, algunos realizados por Collete y Nauen (1983) relacionados con parámetros ambientales, principalmente en lo que se refiere a temperatura superficial y profundidad, obteniéndose los límites termales de ocurrencia entre 18° a 31°C y su distribución vertical influenciada directamente por la estratificación termal de la columna de agua. Es probable que debido a estas características, el atún aleta amarilla sea más vulnerable a la captura con redes de cerco a profundidades menores de los 100 m

Los análisis sobre la estratificación vertical de las capturas en el caso del pez espada, concuerdan con los resultados obtenidos en estudios de telemetría acústica desarrollados por autores como Carey, *op. cit.*; Block (1992), y sobre las publicaciones de Ueyanagi (1974), en cuanto a las operaciones nocturnas del palangre. Esta especie realiza grandes migraciones verticales superiores a los 300 m, lo que podría

explicar su preferencia en los anzuelos más profundos y su fuerte disminución hacia los anzuelos que operan en el nivel más somero (anzuelos 1 y 5).

En cuanto a la distribución del pez vela dentro de la columna de agua, no se declaró un patrón definido en las diferentes etapas del ANDEVA y MDS. Las observaciones realizadas por Merret (1968), sobre la indiferente frecuencia de captura en todos los anzuelos del palangre comprendidas entre la superficie y los 160 m pueden ser debidas al igual que el marlin, a que esta especie tiende a alimentarse con la carnada en movimiento, de ahí su ocurrencia hacia los anzuelos 3, 4 y 5 los cuales en el momento de cobrado del palangre, tienen el tiempo suficiente para atraer la atención de estas especies. Las observaciones de Boggs *op. cit.*, cuando se utilizó TDR's (Time-Depth Recorders) colocados en los reinales, para verificar el instante en que las especies capturadas mordieron la carnada, encontró que el pez vela y el marlin rayado se obtuvieron precisamente cuando el palangre se encontraba en movimiento, es decir cuando el palangre se está tendiendo o cuando se está cobrando.

El tiburón martillo, fue otra especie que no presentó evidencia estadística sobre su ocurrencia a ninguna de las profundidades de operación de los anzuelos del palangre. Sobre este respecto, Compagno *op. cit.*, reportó que el tiburón martillo tiende a agruparse en aguas someras. Sin embargo, esta especie puede también encontrarse a profundidades de hasta 275 m. Por otro lado, cabe mencionar que los datos de captura de esta especie son muy escasos para poder obtener una conclusión definitiva.

En cuanto al dorado, las observaciones realizadas sobre los niveles de captura, no tienen una secuencia que pueda servir para determinar su preferencia a ciertas profundidades, sin embargo durante los

cruceiros, se observó a individuos de esta especie en agregaciones alrededor de objetos flotantes y alrededor de las boyas de los orinques del palangre, lo que sugiere que las capturas fueron obtenidas preferentemente cuando se realizaron las maniobras de cobrado.

Lokkeborg y Bjordal, 1992 y Anónimo (1977), manifiestan que en la selectividad del palangre son determinantes la estrategia de pesca en cuanto a la distribución vertical y horizontal de las especies y que los pescadores toman en cuenta estos aspectos desde antes de salir de su puerto base de operación. Estas afirmaciones son aplicables a las operaciones de la flota "Tiburón". Sin embargo, existen también aspectos importantes en los resultados obtenidos, relacionados al estado físico de los barcos y a las condiciones de mantenimiento de los equipos auxiliares para la navegación y maniobras a bordo. Éstos son factores determinantes en la eficiencia de captura y selectividad. Gran parte de los equipos de los barcos que conforman la flota "Tiburón" se encuentran en un alto grado de deterioro u obsoletos, tal es el caso del equipo electrónico para la navegación y sondeo, indispensables para la exploración de nuevas áreas de pesca y la aplicación de métodos selectivos para la captura de especies como el atún ojo grande (*Thunnus obesus*), cuyos hábitats son las aguas profundas relacionadas con las termoclinas de profundidades superiores a los 150 m , las cuales se encuentran relativamente alejadas con respecto a las que tradicionalmente han operado los barcos de esta flota..

## 8. CONCLUSIONES

A partir del análisis del esfuerzo pesquero aplicado por la totalidad de la flota palangrera; las gráficas que representan los indicadores del éxito de pesca en función del gradiente de temperatura superficial de 17 a 31°C y los resultados del ANDEVA y MDS aplicados a los indicadores de abundancia de pez vela obtenidos por los barcos de los grupos “Copemapro” y “Tiburón”, se concluye que éste último es el más representativo en cuanto a capturas y áreas de operación.

Los resultados indican que para las especies de pico: pez vela, marlín y pez espada, la relación entre la abundancia y la temperatura superficial, coincide con la relación unimodal concebida por Gauch y Whitaker (1972). Sin embargo, el comportamiento simétrico de la curva normal no necesariamente se presenta. De esta manera, la relación de los indicadores de abundancia de estas especies con respecto a la temperatura superficial, pueden ser utilizadas para predeterminar las áreas en que éstas pueden encontrarse.

Con base a los resultados obtenidos sobre la agrupación, o asociación de especies, por Análisis de Correspondencia, se puede concluir que la composición de las capturas obtenidas por la flota palangrera puede variar en su composición interespecífica, dependiendo de la temporada y el área de operación de los barcos. Sin embargo, los preceptos ecológicos en que se fundamenta este tipo de análisis, sugieren que éstas asociaciones son debidas a muchos procesos de interacción de carácter biótico y abiótico.

La presencia de juveniles de pez vela en las áreas en que se registraron temperaturas superiores a los 29°C, sugiere que la agregación de esta especie ante la presencia de altas temperaturas, puede obedecer a un comportamiento asociado a sus hábitos reproductivos, entre otros motivos.

La profundidad de trabajo de los anzuelos puede tener una gran influencia en la captura de especies como el tiburón zorro y el pez espada. Sin embargo, para especies como el marlin rayado y el pez vela no son tan importantes, debido al comportamiento de alimentarse de presas en movimiento.

Las profundidades de operación calculadas con base a la parábola formada por la línea madre en una sección del palangre, difiere de la profundidad real, misma que fue confrontada con mediciones realizadas con CTD. Sin embargo, en el análisis de éstas profundidades de operación calculadas, con respecto a las profundidades de operación medidas, resultó que la profundidad máxima registrada con el CTD en la que operan los anzuelos de cada sección, presentaron suficiente evidencia estadística de igualdad, sugiriendo que la aplicación del programa de cómputo para calcularlas podrían ser útiles en la práctica. Y que los cálculos obtenidos sobre las profundidades podrían ser utilizados para estimar factores de conversión complementados con observaciones de tipo meteorológico y oceanográfico.

## 9. RECOMENDACIONES

Se recomienda dar seguimiento a los estudios sobre los factores ambientales que determinan las agregaciones de especies y la interacción de éstas. La participación con observadores a bordo de los barcos pesqueros, es una gran oportunidad para realizar estudios sobre la ecología de comunidades.

Utilizar equipo electrónico como los TDR's (Time and Depth Recorders), con el fin de determinar, con precisión, el momento y la profundidad en que los organismos muerden el anzuelo, lo cual evitaría especulaciones sobre las profundidades reales de ocurrencia de las especies y se incrementándose así el conocimiento sobre su comportamiento.

Sistematizar las observaciones relacionadas con perfiles de temperatura, profundidad y oxígeno disuelto con CTD (Conductivity, Temperature and Depth), con el fin de estar en condiciones de determinar los factores ambientales que propician la distribución vertical de las especies capturadas.

Realizar estudios conducentes a optimar la capturabilidad del palangre, ya que se ha observado que durante su operación se suscitan una considerable cantidad de escapes de organismos por desprendimientos de los anzuelos, debido a dos causas principales: 1) Rotura de los reinales y 2) Resistencia de los individuos enganchados a ser izados a bordo del barco, cuando aún están vivos. Este último aspecto podría solucionarse con la instalación de una canastilla hidráulica para alzar los organismos, sin correr riesgos de producirse desgarres bucales, por efecto de los estiramientos.



## 10. LITERATURA CITADA

- Anónimo. 1977. Central Institute of Fisheries Nautical and Engineering Training. **Hand Book on Tuna Long Lining**. Erstwhile Central Institute of Fisheries Operatives. Government of India.
- \_\_\_\_\_. 1987. Diario Oficial de la Federación; Organo del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos 28 de agosto de 1987.
- \_\_\_\_\_. 1987. Informe final de Análisis de la pesquería de picudos, Comité Técnico Consultivo de la Pesquería de picudos y Especies Afines. INP. SEPESCA. (Documento Interno)
- \_\_\_\_\_. 1987. Pesquerías Mexicanas: Estrategias para su administración. Primera Edición. ISBN 968-817-113-1
- Beardsley, G. L., Jr., N. R. Merret and W. J. Richards 1975. Synopsis of the sailfish, *Istiophorus platypterus* (Shaw and Nodder, 1791). NOAA Tech Rep NMFS (Spec Sci Rep, Fish Ser), 675 (2): 95-120 Pacific.
- Bjoridal, A., 1989. Recent development in longline fishing - catching performance and conservation aspects. In: Proceeding world Symposium on fishing gear and fishing vessel design, Marine Inst., St. John's, Newfoundland, Canada 1988., p. 19-24.
- Block, B. A. 1990. Physiology and ecology of brain and eye heaters in billfishes. In **Planning the future of billfishes**. Proceedings of the International Billfish Symposium Kailua-Kona, Hawai. August 1-5, 1988 Part 2. Contributed Papers. p. 123-136.
- Block, B. A., D. T. Booth and F. C. Carey 1992. Depth and temperature of the blue marlin, *Makaira mazara*, observed by acoustic telemetry. *Marine Biology* 114: 175-182.
- Boggs C. H. 1992. Depth, capture time, and hooked longevity of longline-caught pelagic fish: timing bites of fish with chips. *Fish. Bull.*, U.S. 90:642-658.
- Burden, L. R. y J. D. Faires, 1985. Análisis numérico. Tercera Edición. PWS, Boston, E.E.U.A. 1985. Vers. en Esp., Trad. por Simon Mochon., Harvard University y Esc. Sup. de Físicomatemáticas-IPN. p. 40-45.
- Carey, G. F., 1990. Further Acoustic Telemetry Observations of Swordfish. In **Planning the future of billfishes**. in **Planning the future of billfishes**. Proceedings of the International Billfish Symposium Kailua-Kona, Hawai. August 1-5, 1988 Part 2. Contributed Papers. p. 31-45.

- Collete, B.B. and C.E. Nauen, 1983 FAO species catalogue. Vol. 2. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. FAO Fish. Synop., (125) Vol. 2: 137 p.
- Compagno, L. J. V., 1984 FAO species catalogue. Vol. 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Part. 1 and Part. 2. Hexanchiformes to lamniformes and Carcharhiniformes. FAO Fish. Synop., 655 p.
- Daniel W.W. 1991. Bioestadística 3a. De. Limusa. México. 667 p.
- Gauch, H.G. y R.H. Whittaker. 1972. Coenocline simulation. *Ecology* 53: 446-451.
- Gauch, H.G., 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge, University Press, 298 p.
- Gong, Y., Lee, J.U., Kim, Y.S. and Yang, W.S., 1989. Fishing efficiency of Korean regular and deep longline gears and vertical distribution of tunas in the Ocean. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 22:86-94.
- Hela, I. y Laevastu, 1962. The influence of temperature on the behaviour of fish. *FAO Fish. Biol. Tech. Pap.* 22: 83-104.
- Holts, B. D. 1988 Review of U.S. West Coast Commercial Shark Fisheries. Southwest Fisheries Center, National Marine Fisheries Service. NOAA, La Jolla, Ca. 92038. 8 p.
- Holts, D. and D. Bedford, 1990. Activity Patterns of striped marlin in the Southern California Bight. in planning the future of billfishes Part 2. Proceedings of the International Billfish Symposium Kailua-Kona, Hawaii. Contribute Papers 1-5 August 1988. p 81-93.
- Jolley, J.W.jr. 1974. On the biology of Florida east coast Atlantic Sailfish (*Istiophorus platypterus*) In. R.S. Shomura and F. Williams (eds.), Proceedings of the International Billfish Symposium Kailua-Kona, Hawaii, 9-12 August 1972, Part 2 Review and Contributed Papers. U.S. Dep. Commer., NOAA. p. 81-88
- Jongman, R.H., C.J.F. ter Braak y O.F.R. Van Togerren. 1987. Data analysis in community and landscape ecology. Pudoc, Wageningen, xvii + 299.
- Kovach, W.L. 1990. Multivariate Statistical Package. Institute of Earth Studies, University College of Wales. Aberystwyth, Wales SY23 3DB U.K.
- Kume, S. & J. Joseph. 1969a La pesca japonesa con palangre de atunes y peces espada en el océano Pacífico oriental al Este de los 130°W, 1964-1966. *Inter. Amer. Trop. Tuna Comm, Bull* 13 (2): 277-418.

- Lokkeborg, S. and Bjordal, A. 1992. Species and size selectivity in longline fishing: a review. *Fish. Res.*, 13: 311-322.
- Ludwig, J. A. & J. F. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology; a primer on methods and computing*. San Diego State University. John Wiley & Sons. 337 p.
- Macias, Z. R., 1992. Relaciones entre la pesca deportiva y comercial del pez vela (*Istiophorus platypterus*) en el Pacífico Mexicano. Tesis de maestría CICIMAR-IPN La Paz, BCS, México. 71 p.
- Margalef, R. 1981. *Ecología*. Edit. Planeta., S.A. Barcelona España. pp. 25-27.
- Merret, N.R. 1971 Aspects of the biology of billfish (Istiophoridae) from the equatorial western Indian Ocean. *Journal of Zoology*, Vol:163, Part 3: 351-395.
- Merret, N.R. 1968. Tuna Longline Survey in the Equatorial Western Indian Ocean. *East Afr. Agric. for J.* In: Beardsley *et al.* 1975. 34: 17-65.
- Miyabe, N. & W. H. Bayliff. 1987 Un examen de la pesca palangrera japonesa de atunes y peces espada en el océano Pacífico oriental, 1971-1980. *Bull. Inter. Amer. Trop. Tuna Comm.*, 19 (1): 123-159.
- Nakamura, I. 1985. *FAO Species Catalogue. Billfishes of the World. An annotated and illustrated catalogue of marlins, sailfishes, spearfishes and swordfishes known to date. FAO Fish. Synop.*, (125) Vol. 5: 65.
- NOAA, 1981-1989. U.S. Department of Commerce. *Oceanographic Monthly Summary 1981-1989*. Smolarsky P. (Ed).
- Odum, E. P. 1971. *Fundamentals of ecology*. 3rd edition. Saunders. Philadelphia.
- Palko, B. J., G. L. Beardsley and W. J. Richards. 1981 *Synopsis of the Biology of the Sword fish, Xiphias gladius Linnaeus*. NOAA Tech.Rep.NMFS, circ. 441, 21 p.
- Pielou, E. C. 1984. *The interpretation of ecological data. A primer on clasification an ordination*. Wiley, New York, 263 p.
- Santana, H.H., 1989. Distribución y abundancia relativa, espacio temporal de las especies capturadas por la pesquería palangrera en la Zona Económica Exclusiva del Pacífico Mexicano. Tesis de Licenciatura. UAN. 53 p.
- TerBraak, C.J.F. y I.C. Prentice. 1988. A theory of gradient analysis. *Advances in Ecological Research* 18: 271-317.

- Shiohama, T. 1969. A note on the Marlin Caught by Tuna Longline Fishery in the Eastern Pacific Ocean East of the 130°W. *Bull. Far Seas Fish. Res. Lab.* march 1969 (1): 5-34.
- Shingu, C., P. K. Tomlinson and C. L. Peterson. 1974 Un examen de la pesca palangrera japonesa de atunes y peces espada en el Océano Pacífico oriental, 1969-1970. *Inter. Amer. Trop. Tuna Comm. Bull* 16 (2): 97-230.
- Sparre, P.; Ursin, E.; Venema, S. C. 1989. Introduction to Tropical Fish Stock Assessment. Part 1, Manual. FAO Fisheries Technical Paper, No. 306.1 Rome, FAO 1989. 337 p
- Spiegel M. R., 1991. Estadística. McGraw-Hill/Interamericana de México (Segunda Edición). 556 p.
- Squire, J. L., 1974. Catch distribution and related sea surface temperature for striped marlin (*Tetrapturus audax*) caught off San Diego, California. en Shomura, R. S. y F. Williams (editors), *Proceeding of the Int. Billfish Symp., Kailua-Kona, Hawaii, 9-12 August 1972. Pat. 2. Review and contributed papers.* NOAA Tech. Rep. NMFS-675:188-193.
- Steel, G. R., y H. J. Torrie. 1988 Principios y Procedimientos de Bioestadística 2a. ed. Mc. Graw Hill Interamericana. México. 622 p.
- Suda, A., and M.B. Schaefer. 1965. General Review of the Japanese Tuna Longline Fishery in the Eastern Tropical Pacific Ocean 1956-1962. *Inter-Am. Trop. Tuna Comm.,Bull.* 9(6).
- Suzuki, Z., and S. Kume. 1982. Fishing efficiency of deep longline for bigeye in the Atlantic as inferred from operations in the Pacific and Indian Oceans. *Inter. Comm. Cons. Atl. Tunas, Collets. Vol. Sci. Pap.*, 18(2): 471-486.
- Sylva, D. P. 1990. Distributional changes in Billfishes (*Istiophoridae*) and sea surface temperature - a possible early warning system to monitor global greenhouse climate warming. in *Planning the future of billfishes. Proceedings of the International Billfish Symposium Kailua-Kona, Hawaii. August 1-5, 1988 Part 2. Contributed Papers.* p. 103:121.
- Ueyanagi, S. 1974. A review of the world commercial fisheries for billfishes. In: R. S. Shomura and S. Williams (eds.). *Proceedings of the International Billfish Symposium Kailua-Kona, Hawaii. 9-12 August 1972. Part 2. Review and Contribute.* NOAA Tech. Rep., NMFS SSRF-675: 1-11.
- Williams F. 1970 The Sport Fishery for Sailfish at Malindi Kenya, 1958-1968 with some biological notes. *Bull. Mar. Sci.* 20:830-852.

ANEXO I. Forma de bitácora para registrar información de los barcos palangreros.

No DE LANCE	FECHA	ZONAS DE PESCA			OPERACIÓN DE PESCA			ANZUELOS CALADOS	PROFUNDIDAD DE OPERACIÓN DEL PALANGRE	TEMPERATURA DEL AGUA EN °C		METEOROLOGÍA							
		POSICION GEOGRAFICA DEL LUGAR DE OPERACIONES		TIEMPO DE OPERACIÓN DE PESCA		DEL INICIO DEL LANCE	DEL FINAL DEL LANCE			DEL INICIO DEL LANCE	DEL FINAL DEL LANCE	POSICION DEL BARCO	VIENTO		ESTADO DEL TIEMPO	PRESION ATMOSFERICA	TEMPERATURA		ESTADO DEL MAR
		AL INICIO DEL LANCE	AL TERMINO DEL LANCE	HORA DE INICIO DE CALADO	HORA DE TERMINO DE RECUBRO								DIRECCION	VELOCIDAD			AIRE	AGUA	
R E S U L T A D O D E L A S O P E R A C I O N E S D E P E S C A																			
CAPTURA	ATUN ALETA AMARILLA	ATUN ALETA AZUL	ATUN PATUDO	OTROS ATUNES	MARLIN	PEZ ESPADA	PEZ VELA	PEZ AGUA CURTA	DORADO	PEZ GALLO	TIBURON THRESHER	TIBURON AZUL	TIBURON MARTILLO	TIBURON ZORRO	TIBURON CULLIDO	TIBURON			
KILOGRAMOS																			
No DE PECES																			

OBSERVACIONES:

No DE LANCE	FECHA	ZONAS DE PESCA			OPERACIÓN DE PESCA			ANZUELOS CALADOS	PROFUNDIDAD DE OPERACIÓN DEL PALANGRE	TEMPERATURA DEL AGUA EN °C		METEOROLOGÍA							
		POSICION GEOGRAFICA DEL LUGAR DE OPERACIONES		TIEMPO DE OPERACIÓN DE PESCA		DEL INICIO DEL LANCE	DEL FINAL DEL LANCE			DEL INICIO DEL LANCE	DEL FINAL DEL LANCE	POSICION DEL BARCO	VIENTO		ESTADO DEL TIEMPO	PRESION ATMOSFERICA	TEMPERATURA		ESTADO DEL MAR
		AL INICIO DEL LANCE	AL TERMINO DEL LANCE	HORA DE INICIO DE CALADO	HORA DE TERMINO DE RECUBRO								DIRECCION	VELOCIDAD			AIRE	AGUA	
R E S U L T A D O D E L A S O P E R A C I O N E S D E P E S C A																			
CAPTURA	ATUN ALETA AMARILLA	ATUN ALETA AZUL	ATUN PATUDO	OTROS ATUNES	MARLIN	PEZ ESPADA	PEZ VELA	PEZ AGUA CURTA	DORADO	PEZ GALLO	TIBURON THRESHER	TIBURON AZUL	TIBURON MARTILLO	TIBURON ZORRO	TIBURON CULLIDO	TIBURON			
KILOGRAMOS																			
No DE PECES																			

OBSERVACIONES:

Anexo. 2.

CRUCERO TIBURON III/ \_\_\_/199\_\_.

LANCE NUMERO:

FECHA:

ESPECIE	ANZ 1	ANZ 2	ANZ 3	ANZ 4	ANZ 5	TOTAL
TIB ZORRO						
PEZ VELA						
TIB VOLADOR						
MARLIN RAY						
TIB AZUL						
PEZ ESPADA						
ATUN A.A.						
MARLIN AZUL						
MARLIN NEGRO						
TIB MARTILLO						
DORADO						
OTROS TIB						
OTRA ESPECIE						

### Anexo 3.- Desarrollo matemático para obtener la ecuación que representa la profundidad de teórica de operación de los anzuelos en una sección de palangre.

Bajo el supuesto que la forma de la catenaria producida por la línea madre en una sección se aproxima a una parábola y puede ser descrita para fines prácticos por la función:

$$Y = aX^2$$

en donde "Y" y "X" son respectivamente las variables dependiente e independiente y "a" es una constante.

Al dividir la longitud de la línea madre en una sección " $\ell$ " (Fig. 2) en elementos de longitud " $\Delta\ell$ " lo suficientemente pequeños para suponerlos rectos, se tiene:

$$\Delta\ell = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$$

de forma que la sumatoria de todos los elementos de longitud " $\Delta\ell$ " será igual a la longitud " $\ell$ " de la línea madre:

$$\ell = \sum_{i=1}^n \Delta\ell_i = \sum_{i=1}^n \sqrt{\Delta X_i^2 + \Delta Y_i^2}$$

si los incrementos se hacen infinitamente pequeños, ésto es, llevar al límite la sumatoria resulta:

$$\ell = \int_{-d/2}^{d/2} d\ell = \int_{-d/2}^{d/2} \sqrt{dX^2 + dY^2}$$

Aplicando la suposición de que la ecuación que describe la forma de la línea madre es la de una parábola.

$$Y = aX^2$$

$$\Rightarrow dy = 2aXdX$$

Sustituyendo y desarrollando:

$$l = \int_{-d/2}^{d/2} \sqrt{dX^2 + (2aXdX)^2}$$

$$l = \int \sqrt{dX^2 + 4a^2 X^2 dX^2}$$

$$l = \int \sqrt{(1 + 4a^2 X^2) dX^2}$$

$$l = \int \sqrt{1 + 4a^2 X^2} dX$$

Haciendo un cambio de variable e integrando:

$$u = 2aX$$

$$du = 2adX$$

$$dX = \frac{du}{2a}$$

$$l = \int \sqrt{1 + u^2} \frac{du}{2a}$$

$$l = \frac{1}{2a} \int \sqrt{u^2 + 1} du$$

$$l = \frac{1}{2a} \left[ \frac{u}{2} \sqrt{u^2 + 1} + \frac{1}{2} \ln(u + \sqrt{u^2 + 1}) \right]$$

Sustituyendo la variable original:



$$\ell = \frac{1}{2a} \left[ \frac{2aX}{2} \sqrt{4a^2 X^2 + 1} + \frac{1}{2} \ln(2aX + \sqrt{4a^2 X^2 + 1}) \right]$$

$$\ell = \left[ \frac{X}{2} \sqrt{4a^2 X^2 + 1} + \frac{1}{4a} \ln(2aX + \sqrt{4a^2 X^2 + 1}) \right] \Big|_{X=-\frac{d}{2}}^{X=\frac{d}{2}}$$

Evaluando entre los límites desde  $X = -\frac{d}{2}$  hasta  $X = \frac{d}{2}$

$$\ell = \left[ \frac{\frac{d}{2}}{2} \sqrt{4a^2 \frac{d^2}{4} + 1} + \frac{1}{4a} \ln \left( 2a \frac{d}{2} + \sqrt{4a^2 \frac{d^2}{4} + 1} \right) \right] - \left[ \frac{-\frac{d}{2}}{2} \sqrt{4a^2 \frac{d^2}{4} + 1} + \frac{1}{4a} \ln \left( -2a \frac{d}{2} + \sqrt{4a^2 \frac{d^2}{4} + 1} \right) \right]$$

$$\ell = \frac{d}{4} \sqrt{a^2 d^2 + 1} + \frac{1}{4a} \ln(ad + \sqrt{a^2 d^2 + 1}) + \frac{d}{4} \sqrt{a^2 d^2 + 1} - \frac{1}{4a} \ln(-ad + \sqrt{a^2 d^2 + 1})$$

$$\ell = \frac{d}{2} \sqrt{a^2 d^2 + 1} + \frac{1}{4a} \left[ \ln(ad + \sqrt{a^2 d^2 + 1}) - \ln(-ad + \sqrt{a^2 d^2 + 1}) \right]$$

$$\ell = \frac{d}{2} \sqrt{a^2 d^2 + 1} + \frac{1}{4a} \ln \left( \frac{ad + \sqrt{a^2 d^2 + 1}}{-ad + \sqrt{a^2 d^2 + 1}} \right)$$

Esta expresión representa la longitud de la línea madre en función del parámetro "a" de la ecuación de la parábola y de la distancia "d" entre boyas en la superficie.

#### Anexo 4.- Estructura básica de un programa de cómputo para calcular la profundidad de operación de los anzuelos en una sección de palangre.

**ENTRADA:** Longitud de orinque: **ORINQUE** (en metros), longitud de reinal: **REINAL** (en metros), número de anzuelos: **ANZUELOS**, tiempo transcurrido entre la salida de un reinal y otro (en segundos) **T**, velocidad de la máquina tiralineas: **MAQ** (metros/segundo), velocidad del barco: **KN** (en nudos).

**SALIDA:** Profundidad de operación de los anzuelos

- Paso 1.**            tomar  $vel = KN * 0.514$   
                       $L1 = T * MAQ$   
                       $L2 = T * MAQ * (ANZUELOS + 1)$   
                       $d = T * vel * (ANZUELOS + 1)$   
                       $P1 = 0$   
                       $P2 = 10$
- Paso 2.**            Para  $i = 1, 2, 3, \dots, 1000$
- Paso 3.**            tomar  $a = p1 + (p2 - p1) / 2$   
                       $u = \text{SQR}(a^2 * d^2 + 1)$   
                       $t1 = (4 * a * (L2 - (u * d / 2)))$   
                       $t2 = \text{LOG}((u + a * d) / (u - a * d))$
- Paso 4.**            Si el valor absoluto de  $(t2 - t1) < .00001$  entonces **SALIDA**  
  
                      **PARAR**
- Paso 5.**            Si  $(t2 - t1) < 0$  entonces tomar  $p1 = a$ , si no tomar  $p2 = a$
- Paso 6.**            Tomar  $i = i + 1$
- Paso 7.**            **SALIDA** (Se realizaron  $i$  iteraciones)  
                      Para  $j = -d/2, \dots, d/2$  en pasos de  $d / (\text{anzuelos} + 1)$   
                      tomar  $anz = anz + 1$   
                      profundidad =  $\text{profmax} - (a * x^2) + \text{orinque} + \text{reinal}$   
                      imprimir anzuelo, profundidad  
                      tomar  $j = j + 1$

**Anexo 5a.- Grados de libertad considerados en el ANDEVA para un diseño Completo Aleatorizado ( $P \leq 0.05$ ), aplicado a los datos de CPUE obtenidas por crucero en cada uno de los anzuelos del palangre.**

CRUCERO	Grados de libertad de los tratamientos	Grados de libertad de los bloques	Grados de libertad de los residuos
Mar-May/93	4	22	88
Mar/94	4	14	56
May-Jun/94	4	27	108
Jun-Jul/94	4	21	84
Ago-Sep/94	4	24	96
Oct-Nov/94	4	21	84
Dic/94	4	18	72
Mar/95	4	18	72
Abr/95	4	8	32

**Anexo 5b.- Grados de libertad considerados en el ANDEVA para un diseño Completo Aleatorizado ( $P \leq 0.05$ ), aplicado a los datos de CPUE obtenidas por crucero en cada nivel teórico de operación de los anzuelos del palangre.**

CRUCERO	Grados de libertad de los tratamientos	Grados de libertad de los bloques	Grados de libertad de los residuos
Mar-May/93	2	22	44
Mar/94	2	14	28
May-Jun/94	2	27	54
Jun-Jul/94	2	21	42
Ago-Sep/94	2	24	48
Oct-Nov/94	2	21	42
Dic/94	2	18	36
Mar/95	2	18	36
Abr/95	2	8	16

Anexo 6.- Tabla de resultados del Análisis de Varianza para diseño Completo Aleatorizado ( $P \leq 0.05$ ), aplicado a los datos de CPUE obtenidas por crucero en cada uno de los anzuelos del palangre, aplicado a datos de los cruceros realizados durante el periodo marzo de 1993 - abril de 1995. Los datos sombreados representan los más altos índices de captura en que el ANDEVA presentó diferencias significativas.

#### TIBURON ZORRO

CRUCERO	ANZ. No. 1	ANZ. No. 2	ANZ. No. 3	ANZ. No. 4	ANZ. No. 5	R. de VAR.	F. de TABLAS
Mar-May/93	3.80	5.66	7.97	6.46	5.15	8.10	2.480
Mar/94	3.77	5.11	6.20	6.26	5.40	6.86	2.510
May-Jun/94	0.82	1.22	1.72	2.04	1.31	8.64	2.370
Jun-Jul/94	0.78	1.17	2.12	2.34	0.90	14.80	2.490
Ago-Sep/94	0.93	1.40	1.70	1.76	0.96	5.65	2.450
Oct-Nov/94	15.25	26.16	33.66	32.74	2.47	12.50	2.480
Dic/94	37.16	24.05	29.54	24.22	2.65	8.35	2.480
Mar/95	4.32	16.14	11.56	15.01	0.69	9.73	2.480
Abr/95	7.99	28.16	22.02	30.45	2.64	7.62	2.610

#### TIBURON AZUL

CRUCERO	ANZ. No. 1	ANZ. No. 2	ANZ. No. 3	ANZ. No. 4	ANZ. No. 5	R. de VAR.	F. de TABLAS
Mar-May/93	3.28	3.64	4.73	4.15	3.04	4.32	2.480
Mar/94	2.15	2.57	2.56	2.66	1.78	1.43	2.510
May-Jun/94	1.56	1.45	1.99	1.79	1.39	1.36	2.370
Jun-Jul/94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----	-----
Ago-Sep/94	0.54	1.00	1.03	1.09	0.75	3.36	2.450
Oct-Nov/94	1.85	5.37	2.81	2.50	0.08	5.14	2.480
Dic/94	10.04	14.76	14.74	15.74	0.59	11.76	2.480
Mar/95	20.31	27.10	23.39	22.32	2.06	12.43	2.480
Abr/95	6.52	5.66	16.87	22.15	1.95	6.58	2.610

#### MARLIN RAYADO

CRUCERO	ANZ. No. 1	ANZ. No. 2	ANZ. No. 3	ANZ. No. 4	ANZ. No. 5	R. de VAR.	F. de TABLAS
Mar-May/93	2	1.14	1.81	1.62	1.03	5.50	2.480
Mar/94		1.02	1.65	1.01	0.77	2.08	2.510
May-Jun/94	0.17	0.24	0.38	0.33	0.28	0.95	2.370
Jun-Jul/94	0.03	0.06	0.19	0.10	0.07	1.09	2.490
Ago-Sep/94	0.32	0.44	0.59	0.66	0.50	1.18	2.450
Oct-Nov/94	1.88	2.43	3.49	0.30	0.06	3.58	2.480
Dic/94	0.35	2.07	4.30	5.87	0.08	8.26	2.480
Mar/95	20.19	31.04	20.89	32.26	2.90	11.38	2.480
Abr/95	20.67	24.15	25.66	27.87	2.51	5.91	2.610

...continuación del Anexo 6.

### TIBURON VOLADOR

CRUCERO	ANZ. No. 1	ANZ. No. 2	ANZ. No. 3	ANZ. No. 4	ANZ. No. 5	R. de VAR.	F. de TABLAS
Mar-May/93	1.03	1.10	1.74	1.71	0.70	3.87	2.480
Mar/94	0.04	0.15	0.24	0.09	0.04	1.39	2.510
May-Jun/94	2.92	3.23	3.80	3.69	3.20	2.80	2.370
Jun-Jul/94	3.03	4.73	5.72	5.99	5.18	12.02	2.490
Ago-Sep/94	1.47	1.50	1.79	1.39	1.95	1.04	2.450
Oct-Nov/94	8.74	13.50	11.52	13.31	1.48	4.70	2.480
Dic/94	2.62	6.58	7.84	9.96	0.44	8.36	2.480
Mar/95	0.43	2.66	3.38	1.64	0.17	3.81	2.480
Abr/95	0.74	1.46	1.11	0.00	0.00	0.82	2.610

### ATUN ALETA AMARILLA

CRUCERO	ANZ. No. 1	ANZ. No. 2	ANZ. No. 3	ANZ. No. 4	ANZ. No. 5	R. de VAR.	F. de TABLAS
Mar-May/93	0.46	0.26	0.70	0.81	0.60	2.65	2.480
Mar/94	0.39	0.72	0.37	0.26	0.05	3.15	2.510
May-Jun/94	1.03	1.31	1.58	1.45	0.88	3.43	2.370
Jun-Jul/94	0.17	0.63	0.46	0.46	0.22	4.64	2.490
Ago-Sep/94	0.39	0.67	0.69	0.59	0.71	1.05	2.450
Oct-Nov/94	1.51	1.03	5.26	0.73	0.00	6.90	2.480
Dic/94	0.46	3.34	5.29	4.87	0.26	4.63	2.480
Mar/95	0.00	0.35	1.67	0.35	0.03	2.37	2.480
Abr/95	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	1.00	2.610

### PEZ ESPADA

CRUCERO	ANZ. No. 1	ANZ. No. 2	ANZ. No. 3	ANZ. No. 4	ANZ. No. 5	R. de VAR.	F. de TABLAS
Mar-May/93	0.09	0.52	0.97	0.60	0.18	6.12	2.480
Mar/94	1.32	2.28	3.08	2.32	1.41	4.33	2.510
May-Jun/94	0.03	0.15	0.10	0.00	0.02	1.69	2.370
Jun-Jul/94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----	-----
Ago-Sep/94	0.05	0.12	0.15	0.06	0.05	0.94	2.450
Oct-Nov/94	2.00	6.45	4.78	4.06	0.07	6.47	2.480
Dic/94	0.35	0.35	0.35	0.00	0.04	0.54	2.480
Mar/95	0.35	5.91	7.26	8.35	0.52	6.63	2.480
Abr/95	0.96	4.22	3.90	5.16	0.24	1.94	2.610

...continuación del Anexo 6

PEZ VELA

CRUCERO	ANZ. No. 1	ANZ. No. 2	ANZ. No. 3	ANZ. No. 4	ANZ. No. 5	R. de VAR.	F. de TABLAS
Mar-May/93	0.25	0.25	0.49	0.39	0.40	1.36	2.480
Mar/94	0.44	0.49	0.38	0.31	0.11	0.88	2.510
May-Jun/94	12.85	11.84	13.67	13.34	12.49	2.92	2.370
Jun-Jul/94	10.64	12.97	16.21	15.74	12.45	13.36	2.490
Ago-Sep/94	8.41	8.69	9.91	10.60	10.67	4.82	2.450
Oct-Nov/94	29.95	38.60	34.90	39.90	3.44	9.87	2.480
Dic/94	26.89	31.14	28.40	24.53	2.86	11.39	2.480
Mar/95	11.15	18.28	13.98	19.62	1.67	6.46	2.480
Abr/95	3.33	3.92	11.22	11.50	1.15	6.46	2.610

TIBURON MARTILLO

CRUCERO	ANZ. No. 1	ANZ. No. 2	ANZ. No. 3	ANZ. No. 4	ANZ. No. 5	R. de VAR.	F. de TABLAS
Mar-May/93	0.23	0.46	0.29	0.22	0.36	0.98	2.480
Mar/94	0.05	0.12	0.09	0.00	0.00	1.00	2.510
May-Jun/94	0.07	0.20	0.20	0.05	0.03	3.78	2.370
Jun-Jul/94	0.20	0.10	0.21	0.08	0.13	1.00	2.490
Ago-Sep/94	0.16	0.13	0.03	0.00	0.03	1.94	2.450
Oct-Nov/94	0.30	0.30	0.30	0.00	0.00	0.57	2.480
Dic/94	0.00	1.11	0.53	0.00	0.00	1.84	2.480
Mar/95	0.00	0.35	0.00	0.70	0.09	1.26	2.480
Abr/95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-----	-----

DORADO

CRUCERO	ANZ. No. 1	ANZ. No. 2	ANZ. No. 3	ANZ. No. 4	ANZ. No. 5	R. de VAR.	F. de TABLAS
Mar-May/93	0.00	0.03	0.00	0.04	0.03	0.59	2.480
Mar/94	0.34	0.26	0.16	0.15	0.31	1.10	2.510
May-Jun/94	0.18	0.41	0.58	0.34	0.22	5.55	2.370
Jun-Jul/94	0.74	1.85	1.97	2.34	1.26	3.34	2.490
Ago-Sep/94	0.64	0.78	0.61	0.56	0.69	0.17	2.450
Oct-Nov/94	0.88	1.12	0.60	0.51	0.60	1.31	2.480
Dic/94	1.10	0.59	0.81	0.69	0.96	1.58	2.480
Mar/95	0.35	0.46	0.35	0.25	0.15	1.58	2.480
Abr/95	0.00	0.38	0.66	0.32	0.66	2.62	2.610

Anexo 7.- Tabla de resultados del Análisis de Varianza para diseño Completo Aleatorizado ( $P \leq 0.05$ ), aplicado a los datos de CPUE obtenidas por crucero en los tres niveles teóricos de operación de los anzuelos del palangre, aplicado a datos de los cruceros realizados durante el período marzo de 1993 - abril de 1995. Los datos sombreados representan los máximos índices de captura en que el ANDEVA presentó diferencias significativas.

#### TIBURON ZORRO

CRUCERO	ANZ. No. 1	ANZ. No. 2	ANZ. No. 3	R. de VAR.	F. de TABLAS
Mar-May/93	4.47	6.06	7.97	12.88	3.180
Mar/94	4.58	5.68	6.20	5.90	3.230
May-Jun/94	1.07	1.63	1.72	9.21	3.110
Jun-Jul/94	0.84	1.75	2.12	17.08	3.150
Ago-Sep/94	0.95	1.58	1.70	9.54	3.100
Oct-Nov/94	8.86	29.45	33.66	16.73	3.150
Dic/94	19.90	24.13	29.54	1.73	3.170
Mar/95	2.38	14.80	10.99	9.47	3.170
Abr/95	5.31	29.30	22.02	8.76	3.400

#### TIBURON AZUL

CRUCERO	ANZ. No. 1	ANZ. No. 2	ANZ. No. 3	R. de VAR.	F. de TABLAS
Mar-May/93	3.16	3.90	4.73	14.99	3.180
Mar/94	1.96	2.61	2.56	2.59	3.230
May-Jun/94	1.48	1.62	1.99	1.66	3.110
Jun-Jul/94	0.00	0.00	0.00	----	----
Ago-Sep/94	0.64	1.04	1.03	4.15	3.100
Oct-Nov/94	0.97	3.94	2.81	5.47	3.150
Dic/94	5.32	15.25	14.74	23.69	3.170
Mar/95	11.18	24.71	23.39	9.05	3.170
Abr/95	4.23	13.91	16.87	4.30	3.400

#### MARLIN RAYADO

CRUCERO	ANZ. No. 1	ANZ. No. 2	ANZ. No. 3	R. de VAR.	F. de TABLAS
Mar-May/93	0.94	1.38	1.81	9.45	3.180
Mar/94	0.89	1.02	1.65	4.44	3.230
May-Jun/94	0.22	0.29	0.38	2.63	3.110
Jun-Jul/94	0.05	0.08	0.19	1.33	3.150
Ago-Sep/94	0.41	0.55	0.59	0.91	3.100
Oct-Nov/94	0.97	1.37	3.49	4.06	3.150
Dic/94	0.21	3.97	4.30	8.41	3.170
Mar/95	11.54	31.65	20.89	13.57	3.170
Abr/95	11.59	26.01	25.66	5.41	3.400

...continuación del Anexo 7.

### TIBURON VOLADOR

CRUCERO	ANZ. No. 1	ANZ. No. 2	ANZ. No. 3	R. de V.A.R.	F. de TABLAS
Mar-May/93	0.87	1.41	1.74	4.93	3.180
Mar/94	0.04	0.12	0.24	1.63	3.230
May-Jun/94	3.06	3.46	3.80	5.54	3.110
Jun-Jul/94	4.10	5.36	5.72	12.32	3.150
Ago-Sep/94	1.71	1.45	1.79	0.92	3.100
Oct-Nov/94	5.11	13.41	11.52	5.93	3.150
Dic/94	1.53	8.27	7.84	11.10	3.170
Mar/95	0.30	2.15	3.38	4.40	3.170
Abr/95	0.37	0.73	1.11	0.21	3.400

### ATUN ALETA AMARILLA

CRUCERO	ANZ. No. 1	ANZ. No. 2	ANZ. No. 3	R. de V.A.R.	F. de TABLAS
Mar-May/93	0.53	0.54	0.70	0.83	3.180
Mar/94	0.22	0.49	0.57	2.14	3.230
May-Jun/94	0.95	1.38	1.58	12.00	3.110
Jun-Jul/94	0.19	0.55	0.46	6.88	3.150
Ago-Sep/94	0.55	0.63	0.69	0.43	3.100
Oct-Nov/94	0.76	0.88	5.26	10.17	3.150
Dic/94	0.36	4.11	5.29	6.21	3.170
Mar/95	0.02	0.35	1.67	2.85	3.170
Abr/95	0.00	0.38	0.00	1.00	3.400

### PEZ ESPADA

CRUCERO	ANZ. No. 1	ANZ. No. 2	ANZ. No. 3	R. de V.A.R.	F. de TABLAS
Mar-May/93	0.13	0.56	0.97	7.93	3.180
Mar/94	1.36	2.30	3.08	4.32	3.230
May-Jun/94	0.03	0.07	0.10	0.80	3.110
Jun-Jul/94	0.00	0.00	0.00	-----	-----
Ago-Sep/94	0.05	0.09	0.15	1.09	3.100
Oct-Nov/94	1.03	5.23	4.78	7.54	3.150
Dic/94	0.09	0.17	0.35	0.20	3.170
Mar/95	0.43	7.13	7.26	8.46	3.170
Abr/95	0.60	4.69	3.90	2.01	3.400



...continuación del Anexo 7.

PEZ VELA

CRUCERO	ANZ. No. 1	ANZ. No. 2	ANZ. No. 3	R. de VAR.	F. de TABLAS
Mar-May/93	0.33	0.32	0.49	1.62	3.180
Mar/94	0.28	0.40	0.38	0.41	3.230
May-Jun/94	12.67	12.59	13.67	3.25	3.110
Jun-Jul/94	11.55	14.35	16.21	21.49	3.150
Ago-Sep/94	9.54	9.59	9.91	0.21	3.100
Oct-Nov/94	16.70	38.95	34.90	7.87	3.150
Dic/94	14.87	27.84	28.40	6.82	3.170
Mar/95	6.41	18.95	13.98	7.04	3.170
Abr/95	2.24	7.71	11.22	10.21	3.400

TIBURON MARTILLO

CRUCERO	ANZ. No. 1	ANZ. No. 2	ANZ. No. 3	R. de VAR.	F. de TABLAS
Mar-May/93	0.29	0.34	0.29	0.10	3.180
Mar/94	0.03	0.06	0.09	0.41	3.230
May-Jun/94	0.05	0.13	0.20	3.35	3.110
Jun-Jul/94	0.17	0.09	0.21	1.22	3.150
Ago-Sep/94	0.09	0.06	0.03	0.83	3.100
Oct-Nov/94	0.15	0.15	0.30	0.25	3.150
Dic/94	0.00	0.56	0.53	0.76	3.170
Mar/95	0.04	0.52	0.00	3.15	3.170
Abr/95	0.00	0.00	0.00	-----	-----

DORADO

CRUCERO	ANZ. No. 1	ANZ. No. 2	ANZ. No. 3	R. de VAR.	F. de TABLAS
Mar-May/93	0.02	0.04	0.00	1.53	3.180
Mar/94	0.33	0.20	0.16	2.98	3.230
May-Jun/94	0.20	0.38	0.58	8.28	3.110
Jun-Jul/94	1.00	2.09	1.97	4.22	3.150
Ago-Sep/94	0.67	0.67	0.61	0.05	3.100
Oct-Nov/94	0.74	0.81	0.60	0.46	3.150
Dic/94	1.03	0.64	0.81	1.85	3.170
Mar/95	0.16	0.15	0.08	0.78	3.170
Abr/95	0.25	0.35	0.35	1.57	3.400