

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO
AGROPECUARIAS
DOCTORADO CLÁSICO**



"EFECTO DE LA COMBINACIÓN DE DOS TIPOS DE ANZUELO Y DOS TIPOS DE CARNADA EN LA PESCA DE TIBURÓN CON PALANGRE DE DERIVA EN EL NOROESTE DEL PACÍFICO MEXICANO".

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS
EN EL ÁREA DE CIENCIA PESQUERA**

PRESENTA:

ILDEFONSO GALEANA VILLASEÑOR

**DIRECTOR DE TESIS
DR. HERIBERTO SANTANA HERNÁNDEZ.**

Tepic, Nayarit, México, junio de 2008.



M. EN C. FRANCISCO DE JESÚS CARO VELARDE
 COORDINADOR DEL POSGRADO EN CIENCIAS
 BIOLÓGICO-AGROPECUARIAS DE LA UNIVERSIDAD
 AUTÓNOMA DE NAYARIT

Los miembros del Consejo Tutoral adscritos a diversas Instituciones del país, nos reunimos el día 26 de mayo de 2008 para examinar la tesis de grado titulada:

"Efecto de la Combinación de Dos Tipos de Anzuelo y Dos Tipos de Carnada en la Pesca de Tiburón con Palangre de Deriva en el Noroeste del Pacífico Mexicano"

Presentada por el alumno:

Ildefonso Galeana Villaseñor

Aspirante al Grado de **DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICO - AGROPECUARIAS** de la Universidad Autónoma de Nayarit, en el área de Ciencias Pesqueras.

Una vez analizada en cuanto a forma y contenido y después de intercambiar opiniones, los miembros del Consejo manifestaron su **APROBACIÓN DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

El Comité Tutoral

Tutor: Dr. Heriberto Santana Hernández

Asesor: Dr. Roberto Gómez Aguilar

Asesor: Dr. Jesús Ponce Palafox

Asesor: Dr. Sergio Castillo Vargasmachuca



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS

CBAP/065/08

Tepic, Nayarit., 27 de Mayo del 2008

C. ING. ALFREDO GONZÁLEZ JÁUREGUI
DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
P R E S E N T E

En base al oficio de fecha 26 de Mayo del presente año, enviado por los CC. **Dr. Heriberto Santana Hernández, Dr. Roberto Gómez Aguilar, Dr. Jesús Ponce Palafox y Dr. Sergio Castillo Vargasmachuca**, donde se nos indica que el trabajo de tesis cumple con lo establecido en forma y contenido, y debido a que ha cumplido con los demás requisitos que pide el Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Nayarit, se está autorizando de nuestra parte que el **C. Ildelfonso Galeana Villaseñor**, continúe ante ustedes con los trámites necesarios para que sea autorizada la presentación del examen de grado de Doctorado Clásico en Ciencias del citado estudiante.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"POR LO NUESTRO A LO UNIVERSAL"


M. en C. FRANCISCO DE JESÚS CARO VELARDE
COORDINADOR DEL POSGRADO CBAP



C.c.p.-Archivo.

DEDICATORIA

A MIS PADRES: Ildelfonso Galeana Ocho† y Fortunata Villaseñor Hernández por darme la oportunidad conocer la vida, haberme sabido orientar y por todo su apoyo brindado para formarme profesionalmente. Con una dedicación especial a la memoria de mi padre, que desafortunadamente ya no se encuentra entre nosotros.

A MI ESPOSA: Eva Espino Ávalos quien ha estado siempre a mi lado dándome todo su amor y ha sido siempre mi apoyo en los momentos difíciles que he pasado, brindándome su comprensión que me ha permitido seguir adelante.

A MIS HIJOS: Obed Daniel, Naara y Mahelet por darme la satisfacción de ser padre, recibir todo su cariño y haberme tolerado durante los momentos difíciles que pasé durante los estudios de doctorado, de quienes estoy profundamente orgulloso.

A MIS NIETOS: Aislinn Tamara, Zabdy y Nnilsia Daniela que con sus travesuras me hacen revivir mi infancia.

A MIS HERMANOS: María Gloria, Juan Fernando, Germán, y Guillermina con quienes he compartido mis éxitos y fracasos.

A MIS AMIGOS DE TODA LA VIDA (en San Blas Nay.): Blanca, Marta y Chitón, Machuy, Rogelio†, Lupe† y Chayito, Raúl, Poncho y Chayito, Belén y Oscar, Delia, Maritoña, Cuquillo y Yaya, Freddy y Mary, Jesús y Gris, por compartir una entrañable amistad de muchos años.

A MI MAESTRO: Cap. Ricardo Thompson Ramírez quien me proporcionó los primeros conocimientos en el campo de la Tecnología de Captura y me brindó la oportunidad de incursionar en el Sistema Educativo Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar.

A MI GRAN MAESTRO: M. en C. Francisco Bucki que gracias a su enseñanza, consejos y recomendaciones, me fue posible formarme como investigador en el área de la Ciencia Pesquera, a quien guardo en mi memoria con un grato recuerdo.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial al Dr. Heriberto Santana Hernández por toda su paciencia, experiencia y su dedicación brindada como Director de mi tesis.

A mis asesores Dres. Elaine Espino Barr, Roberto Gómez Aguilar, Jesús Ponce Palafox, Felipe Galván Magaña y Sergio Castillo Vargasmachuca por sus recomendaciones que permitieron que el trabajo final de tesis fuera mejor.

Al Consejo Nacional de Educación Tecnológica (Cosnet) por el apoyo financiero del proyecto de investigación.

Al Instituto Tecnológico de Mazatlán y en particular a sus directores M. en C. Milton Spanopoulos Hernández y M. en C. Jorge Refugio Reyna de la Rosa por todo su apoyo y facilidades brindadas para mi estancia y culminación del Doctorado.

Al M. en C. Raúl Villaseñor Talavera Director de Normalización de la CONAPESCA, por su valiosa participación en la gestión para vincular el proyecto de investigación con el Sector Pesquero.

A los Dres. Clemente Lemus Flores, Arturo Aguirre Hernández y M. en C. Francisco de Jesús Caro Velarde quienes han fungido como Coordinadores del Doctorado en Ciencias Biológico Agropecuaria de la Universidad Autónoma de Nayarit, por todas las facilidades y apoyo administrativo brindado durante mis estudios de doctorado.

A Los Señores Jaime Andrés Osuna Magaña y J. Jesús Becerra Gutiérrez miembros de la CANAIPESCA por las facilidades brindadas para realizar el estudio a bordo de sus barcos palangreros.

A los Ingenieros Pesqueros Cesar Medina Constantino, Manuel Antonio Frausto Contreras y Leobrando Pérez Jiménez por su participación a bordo de las embarcaciones pesqueras en la realización del experimento. Al Ing. Néstor Fabián Castillo Castellanos por su participación en el procesamiento de los datos de campo.

INDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE DE TABLAS.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
I.1 Hipótesis.....	5
I.2 Objetivos.....	5
II. ANTECEDENTES.....	6
2.1 Recurso: tiburones y rayas.....	6
2.2 Tecnología de captura.....	8
2.2.1 Definición y clasificación de los palangres.....	8
2.2.2 Métodos de calado del palangre.....	11
2.2.3 Viaje y ciclo de las operaciones de pesca del barco palangrero.....	13
2.2.4 Principales parámetros del palangre; relación en su eficiencia de captura y selectividad.....	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
3.1 Sistema de pesca.....	29
3.2 Definiciones.....	32
3.3 Desarrollo del experimento.....	33
IV. RESULTADOS.....	38
4.1 Características de los anzuelos.....	38
4.2 Viaje y ciclo de pesca.....	39

4.3 Composición , esfuerzo y tasa de la captura total.....	42
4.4 Comparación entre el anzuelo circular y el anzuelo recto.....	46
4.5 Comparación entre la carnada de calamar y la carnada de lisa.....	53
4.6 Interacción anzuelo*carnada.....	58
V. DISCUSIÓN.....	63
VI.- CONCLUSIONES.....	72
VII. RECOMENDACIONES.....	74
VIII. LITERATURA CITADA.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1	Principales características de las embarcaciones palangreras utilizadas en el experimento.....	32
2	Número y tipo de tratamientos.....	36
3	Principales dimensiones determinadas de los anzuelos (circular y recto) y el resumen de su análisis estadístico.....	38
4	Composición de las especies capturadas con el palangre de deriva experimental durante el periodo del 8 de marzo de 2005 al 3 de agosto de 2006.....	44
5	Resumen de los valores de Pr>F del Modelo Lineal General para determinar el efecto en las variables: tasa de captura (número/100 anzuelos) forma de retención (por la boca, tracto digestivo o tragado y cuerpo) y peso debido al lance, tipo de anzuelo (circular y recto), tipo de camada (calamar y lisa) y sus interacciones (lance*anzuelo y anzuelo*camada) de la captura total.....	47
6	Resumen de los valores de Pr>F del Modelo Lineal General para determinar el efecto en las variables TAS, BOC, CUR, TAL y PES debido al lance, tipo de anzuelo (circular y recto), tipo de camada (calamar y lisa) y sus interacciones (lance*anzuelo y anzuelo*camada) de las principales especies de tiburón.....	62
7	Resumen de los valores de Pr>F del Modelo Lineal General para determinar el efecto en las variables TAS, BOC, CUR, TAL y PES debido al lance, tipo de anzuelo (circular y recto), tipo de camada (calamar y lisa) y sus interacciones (lance*anzuelo y anzuelo*camada) de las principales especies asociadas a la captura de tiburones.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página	
1	Palangre demersal (calado en el fondo) con ancla (A), orinques (BL), boyas (B), boyas intermedias (IB) y boya de marcación (boyarín) (MB) con lastre (W), vara y bandera. (Tomada de Bjordal y Løkkeborg, 1996).....	11
2	Palangre semipelágico: cerca del fondo, con flotadores alternados (F) y "orinques" (flotadores, cabo (FL) y plomada (S)); y cerca de la superficie con "orinques" alternados y flotadores de superficie (SF). (Tomada de Bjordal y Løkkeborg, 1996).....	12
3	Palangre pelágico. (Tomada de Bjordal y Løkkeborg, 1996).....	12
4	Diseños antiguos de anzuelos: (a) anzuelos de concha, Santa Bárbara California; (b) anzuelo de hueso, Vinda Yugoslavia; (c) anzuelo de piedra, Pitcaim; (d) anzuelo de diente de ballena, Hawai; (e) anzuelo de Japón; (f) anzuelo de Agder, Noruega, considerado que tiene 4000 años de antigüedad. (Tomada de Bjordal y Løkkeborg, 1996).	20
5	Desarrollo de nuevos diseños de anzuelos que muestran el anzuelo tradicional tipo "J" y anzuelos más efectivos con la punta doblada hacia el ojo de la caña. (Tomada de Bjordal y Løkkeborg, 1996).....	23
6	Características de construcción de las secciones del palangre de deriva experimental.....	30
7	Forma esquemática de medir las principales dimensiones de los anzuelos.....	31
8	Ubicación de los 47 lances del palangre de deriva experimental en 4 viajes de pesca, realizados del 8 de marzo de 2005 al 3 de agosto de 2007. Δ lances viaje 1, \bullet lances viaje 2, \square lances viaje 3 y \star lances viaje 4.....	34
9	Forma esquemática de las parcelas grandes, y dentro de ellas las parcelas chicas.....	35
10	Coeficientes de forma de los anzuelos experimentales del palangre de deriva tiburonero. Donde L_t es la longitud total, L_f longitud frontal, A_t anchura total, P_g profundidad de garganta, d diámetro, α ángulo de ataque, β ángulo de inclinación.....	39

11	Diagrama de flujo del viaje de pesca con palangre de deriva y su ciclo de pesca.....	40
12	Distribución del tiempo del ciclo de pesca (tcp) del palangre de deriva en los barcos tiburoneros.....	41
13	Distribución del tiempo empleado en los cuatro componentes del ciclo de pesca (calado, deriva, virado y exploración -preparación) de la embarcación tiburonera para 47 lances del palangre de deriva.....	41
14	Tasa de la captura total (número de organismos /100 anzuelos) y esfuerzo (número de anzuelos) aplicado por temporada de pesca..	45
15	Tasa de la captura total (número de organismos/100 anzuelos) y esfuerzo (número de anzuelos) obtenido en relación a la temperatura superficial del mar.....	46
16	Diferencias en los valores medios (\pm E.S.) de la forma de retención de la captura total entre dos tipos de anzuelos (circular y recto) en: (A) boca, (C) tracto digestivo (tragado). *significativo con $P < 0.05$	48
17	Diferencias en los valores medios (\pm E.S.) de la captura de tiburón azul entre dos tipos de anzuelos (circular y recto) en: (A) boca, (B) cuerpo y (C) talla. *significativo con $P < 0.05$	49
18	Distribución de tallas de tiburón azul <i>Prionace glauca</i> capturado por temporada con dos tipos de anzuelos (circular, recto).....	50
19	Diferencias en los valores medios (\pm E.S.) de la captura total entre dos tipo de carnada (calamar y lisa) en: (A) tasa de captura, (B) boca (C) tragada, (D) cuerpo y (E) peso. **significativo con $P < 0.01$.	54
20	Diferencias en los valores medios (\pm E.S.) de la captura de tiburón azul entre dos tipo de carnada (calamar y lisa) en: (A) tasa de captura, (B) boca y (C) tragado. *significativo con $P < 0.5$ **significativo con $P < 0.01$	55
21	Diferencias en los valores medios (\pm E.S.) de la captura de tiburón jaquetón entre dos tipo de carnada (calamar y lisa) en: (A) tasa de captura, y (B) talla. *significativo con $P < 0.05$	55
22	Distribución de tallas de tiburón jaquetón (<i>C. falciiformis</i>) por tipo de carnada (calamar y lisa) y de su captura total con el palangre de deriva.....	56

23	Diferencias en los valores medios (\pm E.S.) de la captura de dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>) entre dos tipos de carnada (calamar y lisa) en: (A) tasa de captura, (B) boca, (C) talla y D) peso. *significativo con $P < 0.5$ **significativo con $P < 0.01$	57
24	Distribución de tallas de dorado (<i>C. hippurus</i>) por tipo de carnada (calamar y lisa).....	58
25	Resultado de los valores medios del experimento de dos factores, anzuelo y carnada que muestran interacción en: A) retención por la boca de la captura total, B) retención por la boca de tiburón azul y C) retención por el tracto digestivo (tragado) de dorado.....	61

RESUMEN

El efecto del anzuelo y tipo de camada en la tasa de captura, peso, talla y forma de retención (boca, tracto digestivo y cuerpo) de tiburones y otras especies, se determinó en un experimento con palangre de deriva pelágico en cuatro viajes de pesca comercial con un total de 47 lances en el Noroeste del Pacífico mexicano, del 8 de marzo del 2005 al 3 de agosto de 2006. Se investigaron dos tipos de anzuelos, circular plano 16/0 y recto inclinado 9/0 y dos tipos de camada, calamar (*Dosidicus gigas d'Orbigny, 1835*) y juveniles de lisa macho (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758) con un diseño experimental factorial en parcelas divididas con el siguiente modelo estadístico: $y_{ijk} = \mu + L_i + A_j + (LA)_{ij} + C_k + (LC)_{ik} + (AC)_{jk} + (LAC)_{ijk}$. Se capturó un total de 1304 ejemplares de los cuales el 86% fue de tiburones y el restante 13.5% de especies asociadas, siendo el tiburón azul (*Prionace glauca*) la especie predominante. Los resultados mostraron que solo el tipo de camada tiene un efecto significativo en la tasa de captura, encontrándose diferencias significativas en la captura de tiburón azul, tiburón jaquetón, dorado y la captura total donde la camada de calamar resultó con una media superior que la lisa. El tipo de anzuelo tuvo mayor importancia en la forma de retención, principalmente por la boca de las especies objeto de captura, donde el anzuelo circular presentó una media superior que el recto en la retención del tiburón azul y de la captura total, presentándose una interacción con la camada, siendo superior la media de la combinación circular*calamar. Mientras que el anzuelo recto presentó una media superior que el circular en la retención por el tracto digestivo (tragado). El anzuelo interactuó con la camada en la forma de retención por el tracto digestivo del dorado en la que resultó superior la media de la combinación recto*calamar. El tipo de anzuelo también presentó diferencia significativa en la retención por el cuerpo y peso de la captura total y cuerpo y talla de tiburón azul. La camada también afectó significativamente la forma de retención por la boca, tragado, cuerpo y peso de la captura total, boca y tragado del tiburón azul, talla del tiburón jaquetón y en boca, talla y peso de dorado.

ABSTRACT

The effect of hooks and bait types in the catch rate, weight, size and hooking location (mouth-hooked, gut-hooked and body-hooked) on sharks and other species in a pelagic longline fisheries were assessed in an experiment with four fishing trips and 47 sets in the northwest Mexican Pacific from March 2005 to August 2006. We used two type of hooks, 16/0 circle hook and 9/0 J-style 11° offset hook and two type of bait as squid (*Dosidicus gigas* d'Orbigny, 1835) and striped mullet (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758) in a multifactor experiment with a split-plot design following the statistic model: $y_{ijk} = \mu + L_i + A_j + (LA)_{ij} + C_k + (LC)_{ik} + (AC)_{jk} + (LAC)_{ijk}$. A total of 1304 organisms were caught, including 86% of sharks and 13.5% of other species. The Blue shark (*Prionace glauca*) was the main specie in the catch. Only the bait type affected significantly the catch rate, with significantly difference on blue shark, silky shark, dolphinfish and the total number of catch. The squid showed a significantly higher means than striped mullet. The type of hook is more important in the hooking location, mainly for blue shark and the total number of catch mouth-hooked. The circle hook showed a significantly high means than J-style 11° offset hook, which also had interaction with the bait and the combination circle hook*squid, which showed a higher means. While the J-style 11° offset hook showed a high significant means in the gut-hooked location. For other species (dolphinfish, etc), the type of hooks and the type of baits had interaction in the dolphinfish gut-hooked location and the combination J-style 11° offset hook*squid showed a higher means. The hook type also showed differences in the body-hooked location and weight of the total catch. Also the body-hooked location was associated to size and weight of blue shark caught. The bait type also affect the mouth-hooked, gut-hooked and body-hooked location of the total catch, for blue shark, silky shark size and mouth-hooked location, and size and weight of dolphinfish.

I. INTRODUCCIÓN

Los palangres de deriva son ampliamente utilizados en los mares del mundo para la captura de grandes especies pelágicas como tiburones, pez espada, pez vela, marlin y atunes.

La captura de tiburones y rayas se realiza principalmente con palangres y redes de enmalle. Los palangres son artes de pesca tradicionales que han tenido una gran difusión en muchas regiones, sobre todo porque son más eficientes en la captura de especies predatoras rápidas y altamente migratorias. Su aplicación se está fomentando, junto con otras artes pasivas, para el manejo de pesquerías orientadas a su protección (Jacobsen y Joensen, 2004). Los palangres presentan algunas ventajas sobre otras artes de pesca. Primero porque los peces capturados con palangres presentan mucho mayor calidad y por lo tanto demandan mayor precio que los capturados con redes. Segundo, las líneas son métodos de pesca más selectivos porque con cambios en la camada, los anzuelos, o la configuración del palangre se pueden capturar diferentes especies, o diferentes tallas y se puede evitar la captura de peces inmaduros (Johnstone y Hawkins, 1981; Løkkeborg y Bjordal, 1992). Además, con el incremento del costo de combustible el uso de palangres viene siendo una proposición económica más atractiva, particularmente porque éste método permite pescar en áreas inaccesibles para las redes (Fridman, 1973; Baranov, 1976; Johnstone y Hawkins, 1981).

El reciente interés en la administración de las pesquería es atender el problema del descarte en las pesquerías del mundo, lo que implica la necesidad de implementar métodos de pesca orientados a la conservación de los recursos marinos (Løkkeborg, 1994).

La pesquería del tiburón con palangres de deriva en México tiene una gran importancia desde el punto de vista económico, social y alimenticio. Actualmente está representada por tres unidades de pesquerías: la *riberaña artesanal* que se realiza a lo largo de los litorales marinos con embarcaciones menores de 10.5 m de eslora, contribuyendo con el 40% de la producción nacional; la *de mediana altura*, que se lleva a cabo con embarcaciones de 10 a 27 m de eslora en aguas costeras; y la *pesca de altura* en donde operan embarcaciones de más de 27 m de eslora, tanto en aguas costeras como aguas oceánicas dentro de la Zona Económica Exclusiva del Océano Pacífico (Sagarpa, 2003a; Conapesca-INP, 2004). En la pesquería de palangre de deriva del Pacífico mexicano en los últimos años, se han venido adaptando barcos camaroneros con tambores hidráulicos y dispositivos para operar palangres de deriva de hasta 55 km de línea madre, que se incorporan a la pesca de tiburón en los meses de enero a julio cuando la pesca de camarón ha disminuido o se encuentra en veda, lo que ha incrementado el esfuerzo de pesca dirigido a la captura de tiburón, especies de pico y dorado que son reservadas para la pesca deportiva.

Siendo tan importante esta pesquería, sin embargo, son escasos los estudios en el país, sobre todo porque existen numerosos problemas para la evaluación de poblaciones de tiburón, principalmente por la falta de datos biológicos y pesqueros, modelos convenientes y de estimaciones válidas de la edad. Los tiburones por tener una combinación de características biológicas como lento crecimiento y maduración retardada, largos ciclos de reproducción y baja fecundidad los hacen vulnerables a la sobre pesca (Castro *et al.*, 1999; Musick, *et al.*, 2000).

La flota comercial palangrera mexicana dirigida a la captura de pelágicos mayores comparte este recurso con la pesca deportiva lo que ha venido generando conflictos de intereses entre estos dos tipos de pesquería, manifestándose en inconformidades y presión de tipo político, económico y social hacia los encargados de la administración de la pesquerías (Santana-Hernández, 2001). Se han realizado diferentes esfuerzos de las autoridades mexicanas para conciliar estos intereses tendientes a proteger los recursos, disminuir el traslape entre la pesca comercial y la pesca deportiva, disminuir la pesca incidental y el descarte. Dentro de las principales medidas que se han tomado se encuentra la delimitación de zonas de pesca, regulación del esfuerzo pesquero y delimitación de las características del arte de pesca, en lo que se destaca la implementación del uso obligatoria del anzuelo circular con tamaño nominal 15/0 o 16/0 por lo menos en las profundidades más someras de operación que corresponde al reinal más cercano a cada orinque del palangre (Diario Oficial de la Federación, 2007).

Tradicionalmente se han venido utilizando anzuelos rectos y anzuelos atuneros, sin embargo, existe una tendencia internacional de introducir en las pesquerías comerciales del mundo, anzuelos circulares para disminuir la mortalidad de especies no-objeto de captura, principalmente de especies de pico (marlin y pez vela) y tortugas marinas en las pesquerías de palangres pelágicos, considerando que el anzuelo circular con más frecuencia retiene la presa por la boca facilitando su liberación, disminuyendo la retención por el tracto digestivo y vísceras, reflejándose en una reducción de su mortalidad (Kerstetter & Graves, 2006). Sin embargo, en la pesquería de palangre en el Océano Pacífico mexicano se está presentando una resistencia natural de los pescadores en el uso de anzuelo circular, por no

considerarlo con igual "efectividad" que los anzuelos tradicionales en la captura de tiburón. Algo similar está sucediendo en un gran porcentaje en las pesquerías pelágicas internacionales de palangre en el Océano Atlántico, donde se continúa el uso de el anzuelo recto tradicional (Kerstetter y Graves, 2006).

Esta amplia introducción del anzuelo circular en las pesquerías comerciales sin embargo, requiere examinar con mayor amplitud su efecto en la eficiencia de capturas de las especies objeto como el atún *Thunnus spp.*, pez espada *Xiphias gladius* y tiburones, además determinar cómo las modificaciones del arte de pesca afectan la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de las especies objeto de captura y no objeto de captura (Yokota *et al.*, 2006).

Este estudio se realizó para evaluar el efecto de dos tipos de anzuelos, dos tipos de camada y la posible interacción anzuelo-camada en la pesquería de palangre de deriva para la captura de tiburón y otras especies en las costas del Noroeste del Pacífico mexicano. Se compararon dos tipo de anzuelos, el recto inclinado (desviación de la punta respecto al asta) y circular plano (sin desviación de la punta); y dos tipo de camada, el calamar gigante (*Dosidicus gigas*) y la lisa macho (*Mugil cephalus*), en la tasa de captura (TC), la forma de retención de la presa en tres variables: Boca (BOC), tracto digestivo (TRA) y cuerpo (CUE); la talla (TAL) y peso (PES) de las especies capturadas con el palangre de deriva.

I.1 Hipótesis

El tipo de anzuelo y el tipo de camada utilizado en el palangre de deriva, así como el efecto de su interacción ocasionan diferencias significativas en la captura de tiburón y otras especies de pelágicos mayores.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

I.2 Objetivos

Objetivo general

Determinar el efecto de dos tipos de anzuelos (circular plano 16/0 y recto inclinado 9/0) y dos tipos de camada (calamar gigante y lisa macho) y su interacción, en la tasa de captura, talla, peso y forma de retención (boca, tragado, cuerpo) en la pesca dirigida a tiburones con palangre de deriva.

Objetivos particulares

- Caracterizar la forma de los anzuelos.
- Determinar el ciclo de las operaciones de pesca con palangre de deriva.
- Analizar la composición de la captura obtenida.
- Determinar el efecto del anzuelo, la camada y la interacción anzuelo-camada en la tasa de captura, talla, peso y forma de retención de las presas.

II. ANTECEDENTES

2.1 Recurso: Tiburones y rayas

En el grupo zoológico de los elasmobranquios se han descrito alrededor de 815 especies que habitan el océano mundial, de los cuales 359 corresponden a los tiburones y 456 a las rayas, torpedos, mantas y formas afines. En los mares que circundan el territorio mexicano, se han identificado 104 especies que representan casi 29% del haber mundial (Espinosa *et al.*, 2004; Sagarpa, 2003^a; Zavala, 1993) de las cuales aproximadamente 40 especies son de importancia comercial, 12 son las más abundantes y pertenecen a la familia *Alopiidae*, *Carcharhinidae*, *Squatinae*, *Sphyrnidae* y *Triakidae* (Conapesca-INP, 2004).

Las principales especies que se distribuyen en las aguas mexicanas según la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (Sagarpa, 2003a), para el Golfo de México y Mar Caribe Mexicano son: cazón canguay , amarillo o limón (*Carcharhinus acronotus*), tiburón curro, puntas negras o picudo (*Carcharhinus brevipinna*), tiburón puntas negras (*Carcharhinus limbatus*), tiburón chato, toro o "xmoa" (*Carcharhinus leucas*), aleta de cartón, sedoso, jaquetón, piloto o tunero (*Carcharhinus falciformis*), tiburón prieto, negro o tabasqueño (*Carcharhinus obscurus*), cazón poroso o cuero duro (*Carcharhinus porosus*), nocturno u ojo verde (*Carcharhinus signatus*), tintorera o tigre (*Galeocerdo cuvier*), tiburón gata (*Ginglymostoma cirratum*), cazón o tiburón mamón mamichi (*Mustelus canis*), tiburón limón (*Negaprion brevirostris*), cazón de ley o caña hueca (*Rhizoprionodon terraenovae*), tiburón martillo, comuda común (*Sphyrna lewini*), tiburón martillo gigante (*Sphyrna mokarran*), cazón cabeza de pala o pech (*Sphyrna tiburo*), cazón espinoso (*Squalus cubensis*), y ángel o angelote (*Squatina dumenilii*).

Para el Océano Pacífico, las principales especies, por su importancia en la unidad de pesquerías ribereñas artesanal son: tiburón zorro o coludo (*Alopias pelagicus*), tiburón zorro prieto (*Alopias superciliosus*), tiburón zorro pinto (*Alopias vulpinus*), tiburón aleta de cartón, sedoso, jaquetón, piloto o tunero (*Carcharhinus falciformis*), tiburón toro, chato o sarda (*Carcharhinus leucas*), sardinero, macuira o puntas negras (*Carcharhinus limbatus*), gambuso o prieto (*Carcharhinus obscurus*), mamón (*Mustelus californicus*), mamón (*Mustelus henlei*), tiburón torito (*Mustelus lunulatus*), coyotito, punta blanca u hocico blanco (*Nasolamia velox*), tiburón azul (*Prionace glauca*), cazón bironche (*Rhizoprionodon longurio*), tiburón martillo o cornuda común (*Sphyrna lewini*), cornuda barrosa (*Sphyrna media*), martillo grande o cornuda gigante (*Sphyrna mokarran*), cornuda prieta (*Sphyrna zygaena*), ángel o angelote (*Squatina californica*). En la unidad de pesquerías de altura se han registrado capturas de tiburón zorro (*Alopias pelagicus*, *A. superciliosus* y *A. vulpinus*), tiburón azul (*Prionace glauca*), tiburón mako (*Isurus oxyrinchus*), tiburón martillo o cornuda común (*Sphyrna lewini*) y cornuda prieta o cruz (*Sphyrna zygaena*), tiburón aleta de cartón, sedoso, jaquetón, piloto o tunero (*Carcharhinus falciformis*), tiburón volador, tunero o puntas negras (*Carcharhinus limbatus*), aletas blancas (*Carcharhinus longimanus*), tiburón limón (*Megaprión brevirostris*), tiburón coyote (*Nasolamia velox*) y tiburón chato (*Carcharhinus leucas*).

Los tiburones son importantes por el significativo aporte de algunas especies a las pesquerías mundiales, y en especial a las de México. El esfuerzo pesquero aplicado por la flota palangrera de altura durante el periodo 1983-2002 en el Pacífico mexicano que reportan Santana-Hernández y Valdez-Flores (2002a) fue de 3,045 lances que correspondió a 4' 559, 928 anzuelos, indicando además, que durante el

periodo analizado la captura por unidad de esfuerzo de tiburones mostraron una tendencia ascendente.

La mayoría de estos organismos se ubica en los niveles más altos de la red trófica, lo que aunado a su relativa baja fecundidad, los hace susceptibles a una disminución poblacional con el correspondiente peligro de su extinción como especie objeto de captura. Esto se debe, por lo general, a una incorrecta administración del recurso, lo que a su vez se asocia a las escasas o nulas investigaciones sobre su biología básica (Rodríguez de la Cruz *et al.*, 1996; Castro *et al.*, 1999; Sagarpa, 2003b; Espinosa *et al.*, 2004). En México, con el propósito de inducir hacia el aprovechamiento sostenible de tiburones y rayas, así como para proteger otras especies que son capturadas incidentalmente, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) implementó una norma oficial (NOM-029-PESC-2006) que establece obligatoriamente el uso de anzuelos circulares con un tamaño mínimo o superior a 64 mm de longitud y 22 mm de abertura por lo menos en las profundidades más someras de los anzuelos, que corresponde a los reinales más cercanos a cada orinque (Diario Oficial de la Federación, 2007).

2.2 Tecnología de captura

2.2.1 Definición y clasificación de los palangres

Los anzuelos y las líneas son artes de pesca muy simples y en muchos casos su eficiencia de pesca es mayor, sobre todo en la captura de especies predatoras rápidas que fácilmente escapan de otras artes de pesca de red, principalmente en aguas transparentes donde el arte se hace más visible, ocasionando una reacción de

escape, mientras que para el palangre la visibilidad facilita la atracción de la camada (Baranov, 1976).

El palangre consiste básicamente de una larga línea madre provista de líneas secundarias conocidas como reinales en los cuales se unen los anzuelos que llevan la camada. Una unidad básica del palangre denominada canasta está compuesta de cinco partes principales: una sección de la línea madre, reinales, orinques, anzuelos y la camada.

La línea madre comúnmente se construye de varios materiales sintéticos con diámetros entre 0.4 cm a 1 cm y con longitud que varía desde unos cuantos cientos de metros en pesquerías costeras artesanales o de pequeña escala, hasta más de 50 kilómetros en pesquerías oceánicas de gran escala. Los reinales son líneas más delgadas con diámetros que varían de 3 mm a 4 mm y su longitud, número y separación difieren considerablemente dependiendo del tipo de pesquería. Los reinales que se utilizan en la pesquería de tiburón están provistos de una sección de alambre de acero o cadena entre la línea y el anzuelo para evitar que sean cortados por los filosos dientes de los tiburones. La longitud de los orinques, determina si el palangre se está operando en o cerca de la superficie del agua o en el fondo (Nomura y Yamazaki, 1975; Hovgård y Lassen, 2000).

Considerando como referencia el principio de captura de las artes de pesca, los palangres son definidos como equipos de pesca pasivos por presentar la característica de permanecer fijos o con relativamente poco movimiento y el encuentro del pez con el arte depende del resultado de su desplazamiento hacia el palangre (Brandt, 1984; Bjordal y Løkkeborg, 1996). Al igual que las trampas, los palangres se basan en la atracción del pez por la camada (Furevik, 1994), lo que

depende del olor y la estimulación del gusto para que se engulle el anzuelo cebado. El éxito de la captura depende de las características del anzuelo para capturar y retener el pez hasta que es subido a bordo (Bjordal y Løkkeborg, 1996). Los palangres, por ser artes de pesca pasivos, ahorran el consumo de energía creando ventajas ambientales comparadas con el alto consumo de energía que ocasionan el uso de artes de arrastre. Pero pueden tener el inconveniente de generar problemas en la captura incidental de aves y tortugas marinas (Hall *et al.*, 2000; Kiyota *et al.*, 2003). El palangre, como las redes de enmalle tiene algunas ventajas sobre otras artes de pesca por ser tecnológicamente simple, fácil de reparar y requiere de poco equipamiento a bordo de la embarcación para su operación. Además, presentan ventajas económicas en las pesquerías donde se capturan peces de gran tamaño y alto precio que se distribuyen de manera amplia en los mares del mundo.

Como resultado de la décima reunión del grupo Coordinado del Trabajo sobre Estadística de las Pesquerías del Atlántico celebrada en Madrid España, el 29 de julio de 1980 se adoptó la Clasificación Estadística Internacional Uniforme de las artes de pesca (ISSCFG) la cual es recomendada por la FAO, válida y reconocida para las pesquerías continentales y marítimas de pequeña, mediana y gran escala de las pesquerías del mundo. De acuerdo con esta clasificación los palangres fijos (palangres calados) se codifican con la abreviatura uniforme de LLS y con el código 09.3.0 y el palangre de deriva con la abreviatura LLD y con el código 09.4.0. De la misma manera de acuerdo con la Clasificación Estadística Internacional para las Embarcaciones Pesqueras (CEIUEP) los barcos palangreros en general se identifican con la abreviatura uniforme LL y con el código 07.2.0 (Nédélec y Prado, 1999).

2.2.2 Métodos de calado del palangre

Los palangres son básicamente artes de pesca muy simples, pero presentan una gran variación en su modo de construcción, operación y estrategia de pesca, siendo utilizados ampliamente en todos los océanos del mundo desde pesca artesanal de pequeña escala hasta modernos palangres operados con embarcaciones con un alto grado de mecanización.

Los palangres son calados de diferentes maneras pero se consideran tres métodos básicos de fijado: demersal, semipelágico y pelágico (Bjordal y Løkkeborg, 1996) para la captura de especies demersales y pelágicas (Sainsbury, 1971).

En el método demersal y semipelágico se utilizan palangres de fondo los cuales se calan fijándolos por medio de anclas al lecho marino. El calado demersal es el método más común de fijado en donde el palangre permanece tendido sobre el fondo marino (Figura 1), para la captura de

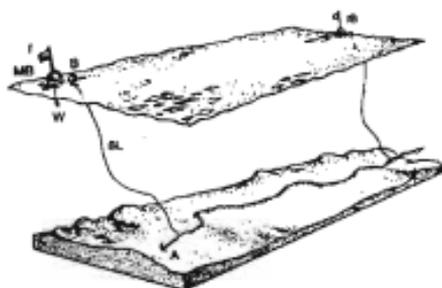


Figura 1. Palangre demersal (calado en el fondo) con ancla (A), orinques (BL), boyas (B), boyas intermedias (IB) y boya de marcación (boyarín) (MB) con lastre (W), vara y bandera. (Tomada de Bjordal y Løkkeborg, 1996)

especies demersales como bacalao, abadejo, y pargos. La pesca frecuentemente se realiza a profundidades de unos 40 a 800 m y en algunas pesquerías hasta profundidades de 2500 m (en pesquerías de Argentina). Estas artes pueden ser fijadas en fondos de acceso difícil como áreas circundadas por arrecifes coralinos y costas rocosas (Fridman, 1973). Los palangres de fondo son los más comunes y fueron primeramente conocidos en el norte de Europa y en las áreas del

Mediterráneo. En Noruega se conocieron por lo menos a mediados del siglo XVI. Sin embargo, la creencia de que el palangre puede ser una de las artes originaria de los grandes lagos orientales de África es considerado dudoso (Brandt, 1984), ya que los palangres datan del año 1500 pero se cree que la técnica ya era aplicada anteriormente por las culturas latinas y orientales (Bjordal y Løkkeborg, 1996). El calado semipelágico incluye las características del palangre de fondo y también se fija al fondo pero se puede calar a diferentes profundidades con la idea principal de aumentar su

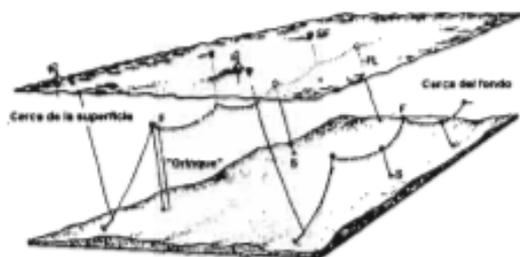


Figura 2. Palangre semipelágico: cerca del fondo, con flotadores alternados (F) y "orinques" (flotadores, cabo (FL) y plomada (S)); y cerca de la superficie con "orinques" alternados y flotadores de superficie (SF). (Tomada de Bjordal y Løkkeborg, 1996)

efectividad cuando los peces se encuentran distribuidos a diferentes profundidades en la columna de agua (Figura 2). Con el registro de ecosondas se determina la profundidad de distribución de los peces y por medio de flotadores y lastres distribuidos en la línea principal el palangre se puede fijar a la profundidad requerida.

El calado pelágico es la tercera forma de operación y en contraste con el calado demersal y semipelágico, el palangre no es fijado al fondo y puede derivar libremente en el mar (Figura 3) por lo que también se le conoce como palangre de



Figura 3. Palangre pelágico. (Tomada de Bjordal y Løkkeborg, 1996)

deriva y se utiliza para la captura de grandes especies pelágicas como pez espada, atún, marlín y tiburones.

De acuerdo con la tradición, se ha dicho que los palangres de deriva para atún han sido inventado por los Japoneses de Wazayama hace más de 250 años (Brandt, 1984). Los palangres pelágicos han venido evolucionando, pero su forma más ampliamente difundida ha sido originalmente desarrollada por los japoneses a mediados del siglo XIX y en los recientes años los científicos en varios países los han venido modificando y probando e inclusive implementado técnicas de pesca para mejorar su selectividad y la sobre vivencia de especies que son liberadas para el sostenimiento de las pesquerías. (Watson y Kerstetter, 2006).

2.2.3 Viaje y ciclo de las operaciones de pesca con palangre de deriva

De acuerdo con la forma de organización de la pesca con palangre de deriva, ésta se considera como autónoma debido a que la embarcación lleva a cabo la captura y desembarque del producto en forma de materia prima o producto semipreparado a la base costera, en la cual al mismo tiempo obtiene abastecimiento necesario para su avituallamiento (Bucki, 1991). De acuerdo con esta modalidad la duración de un viaje de pesca puede variar dependiendo de la autonomía de la embarcación y de la forma en que el producto se entrega en el puerto. Para palangreros pequeños (esloras menores a 10 m) y que entregan la captura en forma fresca, la duración del viaje puede ser corto de 2 a 5 días y en caso de embarcaciones medianas (esloras de 10 a 27 m) y de altura (eslora mayores de 27 m) que entregan el producto refrigerado, la duración puede ser de 10 a 15 días y en el caso de la entrega del producto congelado o semipreparado la duración del viaje puede incrementarse de 20 a 35

días dependiendo de la autonomía y capacidad de bodega de la embarcación. La duración del un ciclo de pesca (lance) de una embarcación pesquera se considera como el periodo que emplea dicho barco para realizar una operación completa con el palangre y comprende el tiempo empleado en la exploración de la concentración de especies a capturar, el tiempo de la operación de calado del palangre, el tiempo de la deriva, la duración de operación de cobrado del palangre y el tiempo necesario para la preparación del equipo de pesca para el siguiente lance (Bucki, 1991). Normalmente en palangres de deriva el tiempo de un ciclo de pesca se considera de 18 a 25 horas, lo que en promedio se realiza un lance por día. La distancia que la embarcación tiene que recorrer para llegar a la zona de pesca, tiene importancia en el rendimiento de la pesca ya que con distancias de varios cientos de millas, el número de ciclos de pesca puede reducirse por el tiempo que emplea la embarcación en el viaje para su traslado.

El tiempo de exploración depende principalmente de la experiencia del pescador y con mucha frecuencia se auxilian con tecnología moderna, como el uso de equipo electrónico de localización de peces. El equipo de navegación satelital también auxilia a los capitanes para posicionar el arte en zonas de pesca de las que se tienen información anterior de buenos registros de captura. Mapas satelitales de temperaturas superficiales del mar también son usadas en las pesquerías de palangre pelágicos, donde la temperatura superficial del mar es un buen indicador en la estrategia para seleccionar las áreas de calado del palangre, como en la pesca de atún, tiburón o pez espada.

El calado del arte normalmente se realiza por la popa de la embarcación palangrera independientemente del tamaño o tipo de barco. Para las maniobras de calado se

lanza primero la radio boya de ubicación y los flotadores iniciales unidos a la línea madre, mientras la embarcación se mueve a una velocidad de 2 a 5 m/s (4 a 10 nudos). Durante el calado del palangre se esta realizando el encamado del anzuelo, mientras la línea madre se esta tendiendo sobre la superficie del mar. El encamado del anzuelo se puede realizar de manera manual o por medio de máquinas para encamar. El uso del encamado mecanizado se ha venido incrementando en algunas pesquerías de palangre, sin embargo, se continúa utilizando de manera extensa el encamado manual. En la técnica de encamado es muy importante asegurar que la camada quede bien fija en el anzuelo, para evitar pérdidas que afecten el resultado de la captura. Cuando se usa camada de carne resistente, como calamar, el procedimiento no es muy crítico ya que el anzuelo queda firmemente unido sin importar mucho la técnica utilizada, sin embargo, cuando se utilizan piezas de peces como macarela o peces enteros como lisa, debe tenerse en cuenta que el anzuelo no tan solo debe penetrar la carne blanda, sino también la piel y parte de hueso. Si la camada no permanece asegurada en el anzuelo, puede reducir significativamente el poder de pesca del palangre porque durante el calado, la camada puede perderse, reduciendo el número de anzuelos efectivos o removerse fácilmente cuando el pez trata de engulliría permitiendo su escape. El calado del arte es en el que se consume menos tiempo del ciclo de pesca y es común una duración de 3 a 4 horas para palangres demersales de gran escala o palangres pelágicos para atún y que en ambos casos, la longitud de la línea madre es mayor a 50 km. Sin embargo, existe diferencia entre el tiempo de calado con encamado manual y el mecanizado (automático). El tiempo de inicio del calado del palangre durante las 24 horas del día, tiene importancia en relación con los hábitos alimenticios de las especies objeto de

captura, el cual puede cambiar durante el día o la noche. Algunas especies como el dorado y peces de pico pueden ser capturados durante el tiempo en que el palangre se está calando o cobrando y responden al movimiento descendente o ascendente de los anzuelos encamados. (Boggs, 1992).

Una vez que el palangre ha sido calado se inicia el tiempo de deriva en el que el palangre queda expuesto al encuentro del pez con el anzuelo encamado y se pueda generar la captura. En las estrategias de pesca se procura que el tiempo de deriva o tiempo de reposo represente el mayor porcentaje del tiempo empleado del ciclo de pesca o reducir los tiempos de calado, cobrado y preparación del equipo para aumentar el tiempo de exploración y deriva con la finalidad de mejorar la productividad de la embarcación.

El cobrado del palangre es la operación que puede consumir el mayor tiempo del ciclo de pesca, se inicia recogiendo el boyarín o radio boya de ubicación del palangre. La línea madre se cobra por medio de maquinaria pesquera o manualmente en pesquerías artesanales. El cobrado mecanizado se realiza por medio de dos tipos de maquinaria: las máquinas cobralíneas que jalan la línea por un principio de fricción y los tambores que trabajan con un principio de enrollamiento que permiten el cobrado y almacenamiento de la línea. En los inicios del año de 1970 se introdujo en Noruega el primer sistema mecanizado para operar palangres de fondo el cual se le conoce como "autoline system". Este sistema cubre todas las operaciones incluyendo el limpiado y encamado, calado, almacenamiento y calado de la línea (Brandt, 1984).

El tiempo de preparación del equipo para el siguiente lance consiste en preparar la camada que se encuentra congelada o refrigerada, preparar los recipientes de

almacenamiento de la camada y de los anzuelos, preparar los flotadores y la radio boyas y colocación del personal en posición de inicio del calado. Este tiempo de preparación en ocasiones se realiza conjuntamente durante la exploración para ubicar la zona de pesca.

2.2.4 Principales parámetros del palangre; relación en su eficiencia de captura y selectividad

Métodos de investigación

Con el interés de mejorar la eficiencia de captura y la selectividad de los palangres se han aplicado diferentes métodos de investigación en todo el mundo. Los métodos científicos usados en los programas para mejorar las artes de pesca se pueden resumir y clasificar en dos grandes categorías: a) estudio del comportamiento del pez y b) pruebas de pesca (Bjordal y Løkkeborg, 1996). Cada uno de estos métodos se realizan en dos niveles: El estudio del comportamiento se pueden llevar a cabo en laboratorios o en el campo y las pruebas de pesca se realizan a bordo de barcos comerciales en pesca experimental comparativa y pruebas de explotación pesquera (Bucki, 1981).

Los estudios de laboratorio con referencia a los palangres, se realizan depositando el pez en un tanque para observar su respuesta ante los diferentes parámetros del arte de pesca. Diversos estudios se han realizado en laboratorio para identificar estimulantes de la alimentación y observar la respuesta de los peces a diferentes tipos de camada y anzuelos. Las ventajas que ofrece este método es que se puede tener un control del pez (en términos de número, especie, experiencia en la dieta, motivación de alimentación), control del medio ambiente (temperatura, nivel de

iluminación, etc.), condiciones ideales de observación (los peces pueden ser observados e identificados de manera individual) y bajo costo. Las desventajas que se presentan es que el pez se puede adaptar a las condiciones de laboratorio, no se alimenta de una dieta natural, su estado de motivación difiere de la de un pez en su medio natural, se condiciona al arte de pesca y se presenta una dificultad para establecer un gradiente de olor de la camada. La información obtenida de estos estudios está afectada por las condiciones de laboratorio y debe de considerarse con respecto a la respuesta concluyente que se espera obtener en el campo. Este inconveniente puede ser superado realizando el estudio del comportamiento directamente en el campo. En estos estudios se utilizan cámaras de televisión submarina para observar la eficiencia de diferentes tipos de anzuelos y camadas, ritmo de actividad diurna hacia el anzuelo encamado y comportamiento de enganche en el anzuelo de diferentes especies (Johnstone y Hawkins, 1981; Kaimmer, S.M., 1999). Debido a que la visibilidad en el agua es limitada, la amplitud de observación de la cámara submarina se limita a pocos metros por lo que se utiliza solo para una observación detallada del comportamiento del pez. Con el uso de la telemetría (transmisores ultrasónicos fijados en el pez para rastrear sus movimientos) se puede estudiar la respuesta del pez al anzuelo encamado a una distancia de varios cientos de metros y determinar sus migraciones en sus desplazamientos horizontales y verticales (Block *et al.*, 1992; Brill *et al.*, 1993).

Las pruebas de pesca experimental comparativa se realizan comúnmente a bordo de barcos palangreros de pesca comercial. En estas pruebas se investiga de manera comparativa los efectos que los diferentes parámetros del palangre ejercen en la eficiencia de pesca y la selectividad en condiciones normales de pesca. Por ejemplo,

la eficiencia de un nuevo diseño de anzuelo puede ser probado en comparación con un anzuelo tradicional alternándolos en canastas de 50 a 100 anzuelos. Se pueden probar diferentes tipos y tamaños de anzuelos y camadas, diferentes materiales de reinales y línea madre, montaje de destorcedores, pérdida de camada, la importancia de la estimulación química en la atracción del pez, profundidad de pesca y el efecto del tiempo. La pesca experimental comparativa provee de firmes indicaciones para valorar el efecto de las modificaciones del palangre, pero presenta una limitante para poder dar explicación del comportamiento del pez sobre esas diferencias observadas, por ejemplo, por que camadas pequeñas capturan más peces pequeños que las camadas más grandes. La diferencia en la composición de tallas entre la captura obtenida con camadas pequeñas y grandes se determina de mejor manera con pruebas de pesca experimental comparativa, pero el porqué peces pequeños no toman camadas grandes puede ser mejor explicado con los estudios del comportamiento.

La explotación pesquera es la prueba final del rendimiento de los parámetros que han sido modificados del arte de pesca para revelar sus propiedades de captura bajo diferentes condiciones de una temporada completa de pesca a bordo de barcos palangreros comerciales (Bucki, 1981). Esto puede proporcionar evidencia concluyente de la eficiencia de captura de las modificaciones del arte de pesca, pero como una prueba de pesca experimental, por lo que los datos obtenidos están limitados a solo valores explicativos (Bjordal y Løkkeborg, 1996).

Parámetros del palangre

Anzuelos

Los anzuelos son manufacturados en un extenso número de modelos y tamaños. Quinn *et al.* (1985) remarcan que el número de modelos puede exceder al número de especies de peces. Históricamente se conoce que el hombre antiguo utilizó los anzuelos para pescar y se ha encontrado por excavaciones arqueológicas que los anzuelos datan desde la era de piedra. Se han utilizado a través de la historia, varios materiales para hacer anzuelos: piedra, huesos, cuernos, conchas, madera y metal. Antes de

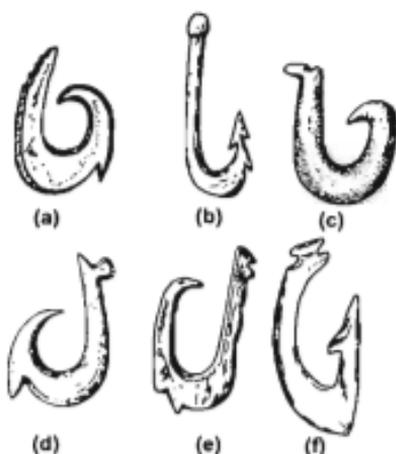


Figura 4. Diseños antiguos de anzuelos: (a) anzuelos de concha, Santa Bárbara California; (b) anzuelo de hueso, Vinda Yugoslavia; (c) anzuelo de piedra, Pitcairn; (d) anzuelo de diente de ballena, Hawái; (e) anzuelo de Japón; (f) anzuelo de Agder, Noruega, considerado que tiene 4000 años de antigüedad. (Tomada de Bjordal y Lökkeborg, 1996).

que el hombre aprendiera el arte de trabajar con metal, las propiedades de otros materiales restringían la forma de los anzuelos como se muestra en la Figura 4. Es interesante notar que los anzuelos desarrollados en las áreas del océano Atlántico en comparación con los del océano Pacífico difieren sustancialmente en el diseño de su forma. Los anzuelos antiguos originarios del Atlántico tienen una variación de su forma que se asemejan a los anzuelos denominados tipo recto o forma de "J", mientras que en el Pacífico particularmente en las islas oceánicas su forma básica fue redondeada, llamados también anzuelos rotativos tradicionalmente sin muesca

interior en la lengüeta (Bjordal y Løkkeborg, 1996), sin embargo, los anzuelos tradicionales circulares con muesca en la lengüeta están siendo comercialmente populares en los palangres en años recientes.

En general se pueden distinguir dos formas principales de los anzuelos; el anzuelo tradicional recto o forma de "J" y los modernos anzuelos de forma circular introducido a partir de los 70s.

Hasta mediados del año de 1980 el anzuelo de forma "J" fue comúnmente usado y dominante en las pesquerías de palangres para especies de fondo.

El tamaño del anzuelo puede ser descrito por medidas lineales como la longitud de la caña y su abertura, que es su distancia lineal entre la punta del anzuelo y la caña (Takeuchi y Koike, 1969; Cortez-Zaragoza *et al.*, 1989) o por una unidad cuadrada obtenida como el producto de su anchura por la longitud (Ralston, 1982; Otway y Craig, 1993). Los anzuelos usados comercialmente varían considerablemente en tamaño y el margen de abertura puede fluctuar de 0.5 a más de 10 cm en algunas pesquerías de tiburón (Hovgård y Lassen, 2000). Las dimensiones y el diámetro del anzuelo están relacionados con el tamaño de la boca del pez, de tal forma que lo pueda enganchar y retener (Baranov, 1976).

Para caracterizar el tamaño y la forma de cuatro tipos de anzuelos (recto, atunero plano, atunero inclinado y garra de águila) para estudios del efecto de la forma del anzuelo en la pesquería de tiburón, Galeana *et al.* (2004) establecieron coeficientes de forma (CF), en los cuales relacionaron las principales dimensiones como son: abertura (A), profundidad de garganta (Pg), diámetro de la caña (d), ángulo de inclinación (α) y ángulo de ataque (β) con respecto a su longitud total.

El tamaño del anzuelo también afecta la eficiencia de captura en el palangre. Anzuelos pequeños generalmente presentan mayor tasa de captura y su posible explicación es que cuando se encaman anzuelos pequeños, el pez con mayor facilidad lo toma dentro de su boca y puede ser enganchado. Otra razón es que los anzuelos pequeños son más delgados y requieren de menor fuerza de tirón para penetrar la carne del pez. También se considera que el tamaño del anzuelo tiene influencia en la talla del pez capturado, esto es que anzuelos grandes capturan peces grandes. Cervantes y Fiol (2002) utilizando cuatro tamaños de anzuelo diferentes (longitudes de 25, 46, 68 y 93 mm) observaron que existe una tendencia al aumento de las tallas y peso de organismos capturados al incrementarse el tamaño de los anzuelos utilizados en el palangre además, reportaron que desde el punto de vista de biomasa capturada, los elasmobranquios de interés comercial fueron capturados por los dos anzuelos de mayor tamaño. Sin embargo, no hay claras evidencias de que el tamaño del anzuelo tenga un efecto en la selectividad del palangre. La explicación del efecto potencial de tamaño del anzuelo, es que anzuelos grandes requieren de mayor fuerza para penetrar el tejido de la cavidad de la boca y los peces grandes cuando hacen sacudidas con el anzuelo en la boca ejercen una fuerte tensión en los reinales. Mientras que en peces pequeños la cavidad de la boca tiene una piel más delgada y es más fácil penetrarla por la punta del anzuelo, no se requiere de mucha tensión en el reinal como para peces grandes. Otra posible explicación del porqué anzuelos grandes capturan peces grandes es la resistencia a la ruptura del anzuelo. Los anzuelos grandes tienden a ser más resistentes a romperse o desdoblarse y posiblemente sean mejores para prevenir que los peces grandes escapen de la línea. Actualmente en la manufactura de anzuelos se utilizan

aleaciones de alta calidad con una alta resistencia a la ruptura y elasticidad que permite que anzuelos pequeños pueden retener peces grandes y es razonable concluir que moderadas diferencias en el tamaño del anzuelo (dentro de un rango que es relevantes en los palangres comerciales) tiene poco efecto en la composición por tallas de la captura del palangre (Bjordal y Løkkeborg, 1996).

Diversos factores de los anzuelos pueden afectar la eficiencia de captura de los palangres, pero su forma es la más importante. Experimentos de pesca con nuevos diseños de anzuelos han demostrado que pueden obtenerse incrementos en la tasa de captura. Los nuevos tipos de anzuelos mejorados para su

uso en las pesquerías de diferentes especies tienen en común que la punta de la lanceta del anzuelo es doblada hacia el ojo de la caña (Figura 5). Esta forma de diseño reduce la abertura del anzuelo y de esta manera el pez puede ser retenido con mayor efectividad cuando trata de escapar (Bjordal y Løkkeborg, 1996). En lo que se refiere al efecto que el tipo de anzuelo puede ejercer en la composición de la captura de tiburones y especies asociadas, Galeana *et al.* (2004) han encontrado en un experimento comparativo de los anzuelos recto plano, atunero plano, atunero inclinado y circular en palangres de deriva frente a las costas de Mazatlán, Sin., que el anzuelo circular plano con tamaño nominal 15/0 resultó más eficiente pero menos selectivo, mientras que el anzuelo atunero inclinado con tamaño nominal 8/0 puede

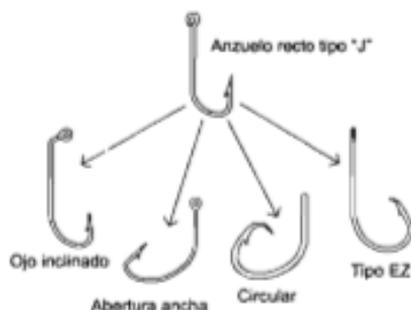


Figura 5. Desarrollo de nuevos diseños de anzuelos que muestran el anzuelo tradicional tipo "J" y anzuelos más efectivos con la punta doblada hacia el ojo de la caña. (Tomada de Bjordal y Løkkeborg, 1996)

considerarse con mejor selección intra-específica para intervalos de tallas mayores de 160 cm de longitud a la horquilla de tiburón azul (*Prionace glauca*), que los demás anzuelos.

El tipo de anzuelo también afecta la composición de la captura por especie del palangre. Esto se debe al hecho que el anzuelo al capturar al pez lo puede enganchar en la cavidad de la boca, particularmente por la mandíbula, o en el tracto digestivo si el pez se traga el anzuelo encamado. Algunas especies son más frecuentemente enganchadas en la boca que otras. Esto se presenta principalmente cuando existe mayor discriminación alimenticia y el pez no se traga el anzuelo encamado directamente, sin antes mantenerlo en la boca para probarlo y poner a prueba su estructura. Cuando hace esto el pez, trata de escapar y es enganchado al tensarse el reinal. Estudios del comportamiento del pez y pruebas de pesca con palangres han mostrado como pueden ser diseñados los anzuelos para penetrar el tejido de la cavidad de la boca más eficientemente que el anzuelo tradicional tipo "J" (Figura 5).

La camada

Se considera que la camada es uno de los factores más importantes que determina la eficiencia de captura de un palangre. El comportamiento de los peces en la presencia del palangre está influenciado por las características de la camada; primero cuando el pez percibe su presencia y se desplaza para determinar su localización y entonces atacarla. Después cuando la reacción del pez es tragarse la camada y engancharse o sólo expulsarla. Para poder tener claro el proceso de enganche del palangre, se debe poner atención a la camada y cómo sus

propiedades químicas y físicas (visuales) pueden estimular o disuadir una respuesta hacia el arte de pesca. Esto no implica que otros aspectos del arte de pesca, como el tipo y tamaño de anzuelo, separación entre anzuelos y estrategia de pesca no sean importantes (Løkkeborg, 1994). Sin embargo, para pesquerías de especies múltiples, Sinoda (1981) establece que el número de una determinada especie capturada por anzuelo, depende en gran medida de la presencia de otra especie en el área de influencia del palangre y que el tipo de camada no tiene influencia bajo competencia. Los pescadores han aprendido por experiencia, que diferentes tipos de camada proporcionan diferente eficiencia de captura para diferentes especies. La camada en principio se selecciona por sus propiedades de atracción (frescura y grasas) y propiedades físicas (fácil de tragar y durabilidad en el agua). Se utiliza una gran variedad de tipos de camadas en los palangres tales como arenque, macarela, anchoveta, sardina, espadín, saurio, capelín, camarones, cangrejos, calamar, pulpo, mejillones, caracoles y lombriz de tierra. Los organismos que se consideran como camada, pueden usarse enteros o cortados en piezas adecuadas. La combinación de dos tipos de camada en un mismo anzuelo se ha utilizado en pruebas experimentales en los palangres y raramente se han encontrado en la pesca comercial. El uso de dos diferentes tipos de camada en un mismo palangre ha mejorado la tasa de captura particularmente en pesquerías de especies mezcladas. La combinación de diferentes tipos de camada que se usa de manera regular en las pesquerías de palangre, se aplica de manera alternada a lo largo de la línea por ejemplo; encamando 10 anzuelos con calamar y 20 con macarela. En la pesquería de palangre para tiburón del Pacífico mexicano es común alternar de 10 a 15

anzuelos encamados con calamar con 5 a 10 anzuelos encamados de lisa o macarela.

Los palangres de deriva pueden ser considerados como altamente selectivos desde el punto de vista de las tallas (Santana-Hernández y Valdez-Flores, 2002b). La diferencia entre peces pequeños y grandes en su habilidad para localizar y alcanzar la camada debe ser probablemente mas pronunciada para peces que se encuentran a mayor distancia del palangre y los peces grandes por nadar más rápido tienen mayor probabilidad de localizar y alcanzar la carnada que los peces pequeños. Esta diferencia en la velocidad de nado y competitividad entre peces pequeños y grandes puede causar un proceso de selección, en que una mayor proporción de peces más grandes entren en contacto con el arte de pesca. Este proceso, que no está influenciado por el propio desempeño del arte pesca, es típico para las artes que utilizan carnada, y no afectan a las artes activas como las redes de arrastre.

El tamaño de la camada es uno de los parámetros principales que influyen en la selección por tallas del palangre para ciertas pesquerías, sobre todo para las de especies demersales. Experimentos con palangres han mostrado que el tamaño de la camada tiene influencia tanto en la eficiencia de captura como en la selectividad por tallas para bacalao y abadejo (Johannessen *et al.*, 1993). Se ha encontrado que diferentes tamaños de carnada capturan aproximadamente el mismo número de bacalao >60 cm, donde carnadas grandes capturan pocos bacalaos pequeños. Para abadejo, el tamaño de la carnada solo afecta ligeramente la selectividad por tallas, pero carnadas pequeñas resultaron en mayor tasa de captura (Engås y Lökkeborg, 1994).

De las investigaciones que se han realizado para mejorar la selectividad con la pesca de palangres, Løkkeborg y Bjordal (1995) en Noruega, utilizaron una camada artificial (sintética) adicional a la natural colocándola en la caña del anzuelo, provocando una disminución de la proporción de tallas menores de abadejo (menor a 44 cm) en comparación con anzuelos de solo camada natural.

Separación entre anzuelos

La variación de la separación entre anzuelos en los palangres es muy amplia. El intervalo entre anzuelos comúnmente usado en una pesquería en particular ha sido en gran parte resultado de prueba y error. La separación entre anzuelos normalmente está relacionada con lo denso que se encuentre distribuida la especie objeto de captura. En especies distribuidas densamente como tiburón espinoso (*Squalus acanthias*), bacalao y abadejo, la separación entre anzuelos es muy estrecho (1 a 3 m) mientras que para atún y hipogloso (*Hippoglossus hippoglossus*) que se distribuyen con menor densidad, la separación es mayor. Para la pesquería de hipogloso el intervalo entre anzuelos puede variar de 3 a 12 m, y para atún de 24 a más de 180 m (Bjordal y Løkkeborg, 1996). En la pesquería de tiburón del Pacífico mexicano la separación puede variar de 40 a 60 m. En términos prácticos la separación entre anzuelos, es por lo tanto (basado en experiencia) un compromiso entre el patrón de distribución de la especie objeto de captura, el costo de la camada y el método de encamado (manual o mecánico).

Profundidad de inmersión de los anzuelos

Dentro de la estrategia de pesca se considera la profundidad que debe de calarse el palangre. En el caso de los palangres de fondo se considera la profundidad del fondo marino en donde se distribuyen las especies objeto de captura. Para establecer la estrategia de la profundidad de calado de los palangres semipelágicos y pelágicos se toma como referencia el conocimiento de la distribución vertical de la especie objeto de captura. La distribución vertical de los peces en la columna de agua está relacionada principalmente con la intensidad de la luz, la presión, temperatura y la concentración de oxígeno (Fréon y Misund, 1999). Una adecuada superposición entre la distribución vertical de la especie objeto de captura y la distribución de la profundidad de pesca de los anzuelos puede aumentar la probabilidad de captura (Bach *et al.*, 2006).

La profundidad de inmersión del palangre tiene también influencia en al captura de tiburones. Cervantes (1999) reporta que frente a las costas de Nayarit, la mayor diversidad de especies (82.3%) y el mayor número de organismos (66.7%) capturados con palangre, se presentó en una profundidad menor a 100 m, mientras que la mayor cantidad de biomasa (68.7%) se capturó en el estrato de 201 a 300 m. Por otro lado, Galeana *et al.* (2004) encontraron frente a las costas de Mazatlán Sin., que con el aumento de la profundidad de ubicación de los anzuelos del palangre, se presentó un ligero incremento (5.3% total) de la proporción de tiburones capturados en comparación con las especies asociadas (dorado, marlin, pez vela y pez espada).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Sistema de pesca

El palangre de deriva se construyó con una línea madre de Poliamida (PA) monofilamento de 4 mm de diámetro y una longitud de 50 km con un total de 800 anzuelos de los cuales 400 correspondieron al desarrollo del experimento. Las secciones del palangre experimental se construyeron con dos tipos de anzuelo: tipo recto con inclinación (desviación de la punta respecto al asta o caña) de tamaño nominal 9/0 y circular o garra de águila del 16/0 sin inclinación, ambos de la marca Mustad con un total de 400 anzuelos (200 de cada uno). Los reinales se armaron en dos secciones; la primera, donde se une el anzuelo con 50 cm de alambrada de acero inoxidable con diámetro de 1.6 mm y la segunda con 15 m de piola de PA monofilamento de 3 mm de diámetro, con un broche en el extremo para unirla a la línea madre (Figura 6). Se utilizaron dos tipos de camada: calamar (*Dosidicus gigas* d'Orbigny, 1835) y lisa (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758). Del calamar se utilizaron trozos de manto y cabeza con tentáculos con un peso medio de 400g y de la lisa se utilizó completa con un peso medio de 180 g la cual se encarnó pasando el anzuelo por los ojos del organismo. Para medir las principales dimensiones del anzuelo se propuso el siguiente criterio (Figura 7): Se tomó la parte recta de la caña del anzuelo como línea de referencia y con líneas paralelas y perpendiculares a esta línea, se midió cada una de las dimensiones. El ángulo de ataque se midió considerando la abertura entre la línea de referencia que une la parte central del ojo de la caña y la punta del anzuelo y una línea que es paralela a la superficie de la lengüeta del anzuelo. Se consideró el ángulo como positivo (+) si la punta del anzuelo estaba

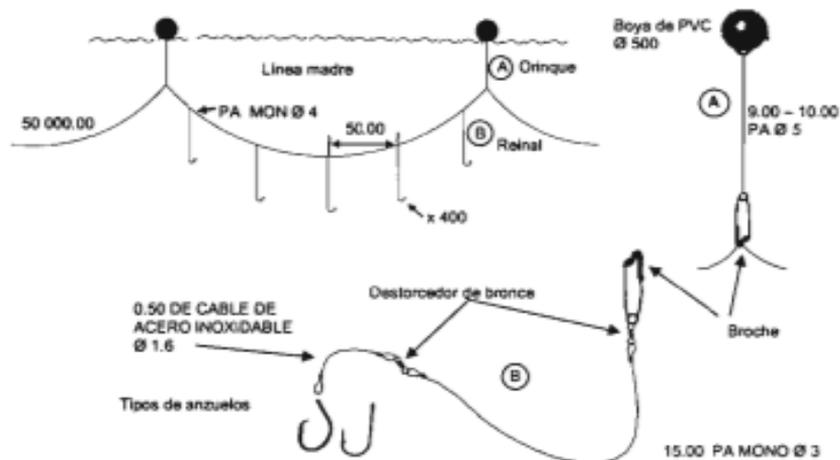
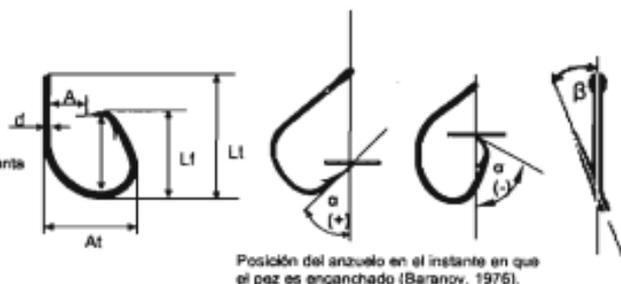


Figura 6. Características de construcción de las secciones del palangre de deriva experimental.

dirigida hacia afuera y negativa (-) si está dirigida hacia adentro de la boca del anzuelo. Los resultados de la determinación de las diferentes dimensiones se analizaron estadísticamente de acuerdo con Bucki (1984): a) Se determinó el valor promedio $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$, donde x_i son las mediciones consecutivas y n es el número de las mediciones, b) Se determinó el error estándar de la media $U = t \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$, donde t es el valor del parámetro y su valor se toma de la tabla de Student con un nivel de probabilidad de 0.025 y $n-1$ grados de libertad, σ es la desviación estándar de la muestra y n el número de mediciones, c) Se determinó el coeficiente de variabilidad $y = \frac{U}{\bar{x}} \cdot 100$ (en %), c). En caso de que el valor del coeficiente de variabilidad resulte

Lt: Longitud total
 Lf: Longitud frontal
 At: Anchura total
 A: Abertura
 Pg: Profundidad de garganta
 d: Diámetro de la caña
 α : Ángulo de ataque
 β : Ángulo de inclinación



Posición del anzuelo en el instante en que el pez es enganchado (Baranov, 1976).

Figura 7. Forma esquemática de medir las principales dimensiones de los anzuelos.

mayor que el valor recomendado de 4%, se determina el número necesario de

mediciones para asegurar ese valor con $N = \frac{t^2 \cdot \sigma^2}{U^2}$.

Para caracterizar la forma de los anzuelos, se propuso establecer coeficientes de forma que expresan la proporción de sus diferentes dimensiones con respecto a su longitud total, resultando valores adimensionales excepto para los coeficientes de ángulo. Se consideraron los siguientes coeficientes de forma: A/Lt : coeficiente de apertura, Pg/Lt : coeficiente de profundidad de garganta, At/Lt : coeficiente de anchura total, d/Lt : coeficiente de diámetro, α/Lt : coeficiente de ángulo de ataque [$^\circ$ /mm], β/Lt : coeficiente de ángulo de inclinación [$^\circ$ /mm], donde A es la apertura del anzuelo [mm], Lt la longitud total del anzuelo [mm], Pg es la profundidad de garganta [mm], At la anchura total [mm], D el diámetro de la caña [mm], α ángulo de ataque [$^\circ$] y β el ángulo de inclinación [$^\circ$].

Las embarcaciones que se utilizaron fueron barcos camaroneros con características de construcción similares (Tabla 1) adaptados con tambor hidráulico y dispositivos adicionales para enrollar la línea madre del palangre de deriva.

3.2 Definiciones

El término forma de retención se refiere a la ubicación de enganche del anzuelo en la presa, motivo por el cual no pudo escapar y es subida a bordo de la embarcación.

Para este estudio se consideraron tres lugares de ubicación del anzuelo: en la boca (BOC), cuando el anzuelo enganchado en la presa era visible en la periferia de la boca; Tracto digestivo o tragado (TRA) cuando el anzuelo enganchó a la presa en el

Tabla 1. Principales características de las embarcaciones palangreras utilizadas en el experimento.

CARACTERÍSTICA	EMBARCACIÓN		
	B/M Pargo V	B/M Don Rodo III	B/M Doña Delfina M.
Eslora total	22	24	23
Manga	7	7	7
Puntal	4	4	4
Tonelaje bruto	117	118	118
Tonelaje neto	58	59	59
Potencia motor	365	540	540

tracto digestivo y no es visible cuando la boca esta cerrada; y cuerpo (CUE) cuando el anzuelo se enganchó de manera externa en cualquier parte del cuerpo (principalmente aletas y pedúnculo caudal).

En cuanto al término captura total que se utilizó en el análisis de los datos, se tomó de la definición de Hall (1996) que considera como Captura total (*capture*) todo lo que es tomado por el arte de pesca. La captura total la divide en tres componentes:

a) La porción retenida que tiene valor comercial (*catch*), b) la porción descartada muerta que se regresa al mar (*by-catch*), y c) la porción liberada viva (*release*). Estos tres componentes a su vez se dividen en dos componentes: especie objeto y especie no-objeto de captura. De las especies objeto de captura se recomienda distinguir cuales son especies primarias y cuales secundarias.

Con el interés de diferenciar la captura de especies de tiburón con otras especies, en los resultados se utilizaron los términos captura de tiburones y captura de especies asociadas a la captura de tiburones.

3.3 Desarrollo del experimento

El experimento consistió en probar los dos tipos de anzuelo y dos tipos de carnada en cuatro viajes con un total de 47 lances de pesca comercial. En el primero se realizaron cinco lances del 8 al 28 de marzo del 2005 a bordo de la embarcación "Pargo V ", en el segundo, doce lances del 13 de junio al 5 de julio de 2005 y el tercero veinticuatro lances del 23 de febrero al 29 de marzo de 2006, ambos a bordo de la embarcación "Don Rodo III" y en el cuarto viaje seis lances del 3 de julio al 3 de agosto de 2006 a bordo de la embarcación Doña Delfina M. Los viajes de pesca quedaron distribuidos en cuatro temporadas: el primer viaje en la temporada invierno-primavera/05, el segundo en primavera-verano/05, el tercero en invierno-primavera/06 y el cuarto en verano/06. Los lances quedaron ubicados dentro del área comprendida entre las coordenadas 18° 00' y 24° 20' N y 108° 16' y 114° 20' O (Figura 3).

En virtud de que el experimento corresponde a un diseño de dos factores 2 X 2, se utilizó un arreglo en parcelas divididas con distribución de bloques al azar (Castañeda, 1992; Herrera y Barrera, 2001), con parcelas completas para los anzuelos y subparcelas para las carnadas (Figura 4); formando 4 tratamientos como se muestran en la tabla 2. Las subparcelas se distribuyeron completamente al azar dentro de las parcelas completas. Mediante este arreglo se originan dos tipos de

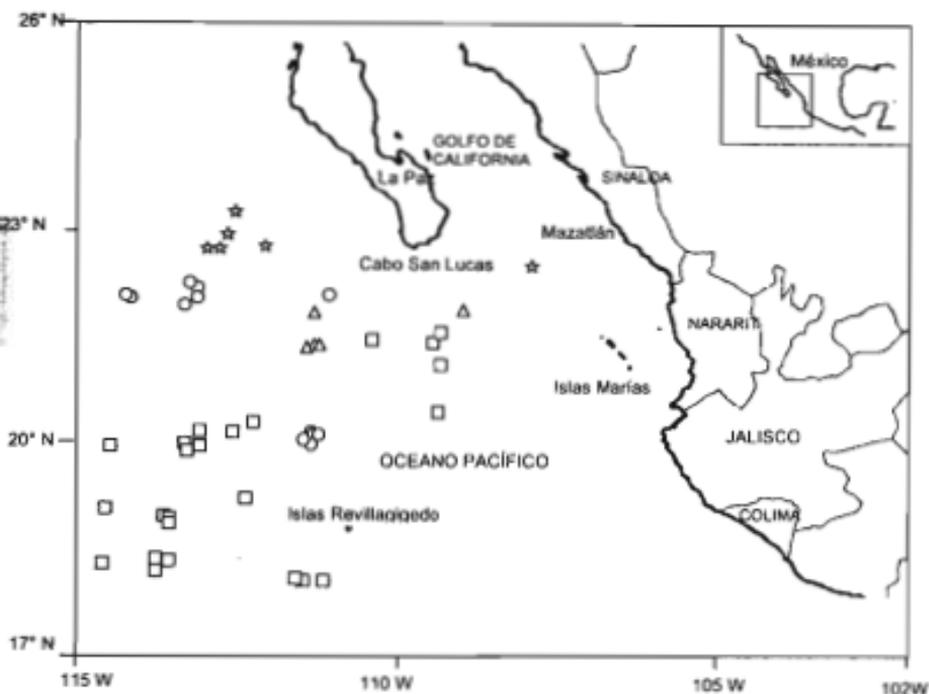


Figura 8. Ubicación de los 47 lances del palangre de deriva experimental en 4 viajes de pesca, realizados del 8 de marzo de 2005 al 3 de agosto de 2006. Δ lances viaje 1, \circ lances viaje 2, \square lances viaje 3 y \star lances viaje 4.

errores, uno para las parcelas completas y otro para las subparcelas, de acuerdo con el siguiente modelo estadístico (Montgomery, 1976):

$$y_{ijk} = \mu + L_i + A_j + (LA)_{ij} + C_k + (LC)_{ik} + (AC)_{jk} + (LAC)_{ijk}$$

Donde μ es la media general, L_i , A_j y $(LA)_{ij}$ representan la parcela completa y corresponden a los lances (bloques), anzuelo y el error de la parcela completa

(interacción lance*anzuelo) respectivamente; mientras que C_k , $(LC)_{jk}$, $(AC)_{jk}$ y $(LAC)_{jk}$ representan la subparcela y corresponde a la carnada, interacciones lance*carnada, anzuelo*carnada y al error de la subparcela respectivamente.

Las variables dependientes que se consideraron fueron: Tasa de captura (TC) (No. de organismos/100 anzuelos), Talla (TAL), Peso (PES) y forma de retención que correspondieron a: Boca (BOC), Tracto digestivo o tragado (TRA) y Cuerpo (CUE).

Las variables TC, BOC, TRA, y CUE son valores discretos que no guardan una



Figura 9. Forma esquemática de las parcelas completas y dentro de ellas las subparcelas.

distribución normal y para su análisis de varianza se transformaron con logaritmos naturales utilizando la siguiente expresión:

$$VT = \ln (VO+1)$$

Donde VT es el valor transformado y VO valor original.

La tasa de captura (TC) se determinó con la siguiente expresión:

$$TC = \frac{n_o}{n_l \cdot n_{al}} K \quad [\text{No. de organismos/100 anzuelos}]$$

Donde TC es Tasa de captura en número de organismos/100 anzuelos, n_o número de organismos, n_l número de lances, n_{al} número de anzuelos/lance y K constante de referencia igual a 100 anzuelos.

Para cumplir con el modelo de distribución, en la práctica para cada lance se prepararon los anzuelos en dos cajas con 200 anzuelos de un mismo tipo cada una. Se utilizaron cuatro recipientes para distribuir las 400 camadas que se requirieron para cada lance colocando cada tipo en dos cajas de 100 camadas cada una. El procedimiento de aplicación fue el siguiente: de la caja de anzuelos se tomaron los que corresponden a la primera parcela y se tomó de uno de los recipientes, la camada que corresponde a la subparcela hasta que se agotaron, para continuar con el siguiente anzuelo y el siguiente recipiente para cada lance.

Tabla 2. Número y tipo de tratamientos

No.	1	2	3	4
Tratamiento	ANZ 1-CAR 1	ANZ 1-CAR 2	ANZ 2-CAR 1	ANZ 2-CAR 2

Anzuelos
ANZ 1 = recto inclinado
ANZ 2 = circular

Camadas
CAR 1= calamar
CAR 2= lisa

Durante el cobrado del palangre se registraron por separado para cada tratamiento, el número de organismos capturados por cada clase de talla por lance (Pope *et al.*, 1983), la ubicación de enganche (boca, tracto digestivo o cuerpo), la especie capturada; su sexo, longitud total (cm), longitud furcal (cm) y peso (kg). Para la identificación de las especies capturadas se utilizaron guías, catálogos y claves de identificación (Applegate *et al.*, 1979; Compagno, 1984a; Compagno, 1984b; Secretaría de pesca, 1994; Applegate *et al.*, 1994; Castro-Aguirre y Espinosa, 1996; Carpenter y Niem, 1998; Bizarro, 1998; Sagarpa, 2004; Espinoza *et al.*, 2004; Sagarpa, 2005).

Durante el ciclo de pesca se tomó registro de la ubicación geográfica del palangre por medio de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) en 7 secciones del palangre: Radio boya1, Banderin1, Banderin2, Radio boya2, Banderin3, Banderin4 y Radio boya3, tanto para el calado como para el virado. En esas posiciones se registró la temperatura superficial del mar en grados Celsius con una décima de precisión. Para determinar el tiempo de cada ciclo de pesca se utilizó la expresión $t_{cp} = t_{ex} + t_{ca} + t_{de} + t_{co} + t_{pr}$ propuesta por Bucki (1991), con una modificación en la que se unieron el tiempo de exploración (t_{ex}) y el tiempo de preparación de la embarcación y el equipo de pesca para el siguiente lance (t_{pr}), debido a que se realizaron conjuntamente durante los viajes de pesca, quedando la expresión de la siguiente forma:

$$t_{cp} = t_{exp} + t_{ca} + t_{de} + t_{co}$$

Donde t_{cp} tiempo del ciclo de pesca (horas), t_{exp} tiempo de exploración y preparación para el lance (horas), t_{de} tiempo de deriva (horas), t_{ca} tiempo de calado (horas), t_{co} tiempo de cobrado (horas),

Las características del palangre (longitud de los reinales y sus componentes, orinques, y distancias entre ellos) permanecieron sin variación para no incurrir en sesgos que compliquen posteriormente el análisis estadístico. Los datos registrados del experimento se procesaron con los programa Excel y Sistema para el Análisis Estadístico (SAS) (Martínez, 1983).

IV.- RESULTADOS

4.1 Características de los anzuelos

Las dimensiones de los anzuelos y los resultados del análisis estadístico se presentan en la tabla 3. El anzuelo circular con respecto al anzuelo recto, comparativamente por sus coeficientes de forma (Figura 10), es más largo frontalmente (16.9%), más ancho (59.2%), con mayor profundidad de garganta (5.2%) y más robusto (16.7%), mientras que el anzuelo recto es más abierto (24.2%).

Tabla 3. Principales dimensiones determinadas de los anzuelos (circular y recto) y el resumen de su análisis estadístico.

Anzuelo	Marca	Tamaño	Dimensión (*redondeado con $P(-2 < t < 2) = 0.95$)								Peso
			Lineal						Angular		
			Lt	Lf	At	A	Pg	d	α	β	
			mm						(°)		
Circular	Mustad	16/0	59.9	44.5	54	20	36.4	4	-65*	0	15.1
Recto	Mustad	9/0	69	44.7	45	28	40	4.4	32	11*	18.1
Análisis estadístico											
		\bar{x}	59.9	45.5	54	20	36.4	4	65.1	-	-
		σ	0.57	0.35	7.2	1.6	0.48	0	2.6	-	-
		U	0.16	0.1	2	0.5	0.14	0	0.74	-	-
		γ (%)	0.27	0.22	3.8	2.3	0.38	0	1.14	-	-
		\bar{x}	69.2	44.7	45	28	40.2	4.4	31.8	10.9	-
		σ	1.3	0.6	0.8	1.6	3.9	0.1	3.2	2.5	-
		U	0.2	0.1	0.1	0.3	0.7	0	0.5	0.4	-
		γ (%)	0.3	0.2	0.3	1	1.6	0.5	0.02	3.8	-

Con respecto al ángulo de ataque, el anzuelo circular es proporcionalmente mayor (103%) con orientación de la punta del anzuelo hacia adentro de la boca, que el recto con la punta orientada hacia afuera. El anzuelo recto por otra parte, presenta una inclinación inversa ($\beta=11^\circ$) mientras que el anzuelo circular es completamente plano ($\beta=0^\circ$). Estas dos últimas características de ángulo hacen una marcada diferencia en su forma de diseño (Figura 10).

4.2 Viaje y ciclo de pesca

El viaje de pesca comprende un conjunto de actividades que se realizan desde la preparación de la embarcación para ponerla a la pesca hasta su regreso a puerto y la captura es descargada. En la Figura 11 se presenta el diagrama de flujo de los viajes de pesca de las embarcaciones tiburoneras en donde se contempla el ciclo de pesca y su interrupción cuando

se hace cambio en la zona de pesca. El viaje de pesca duró en promedio 25 días.

Se determinaron los tiempos medios de los componentes del ciclo de pesca de las embarcaciones con la operación del palangre de deriva. El tiempo de exploración y preparación para el lance fue de 2.7 en un intervalo de 0.7 a 7.5 horas. El tiempo de calado medio fue de 3.6 horas en un intervalo de 2.9 a 4.1 horas, el tiempo de deriva de 11.0 horas en un intervalo de 6.6 a 14.1 horas y el tiempo medio de cobrado de 6.7 horas en un intervalo de 4.8 a 10.1 horas. Se presentó un tiempo medio del ciclo de pesca de 24.2 horas en un intervalo de 18 a 28.3 horas (Figura 12), resultando que el tiempo medio de deriva (tiempo efectivo de pesca) representó el 45% del total del ciclo de pesca. La duración de un ciclo de pesca (lance) que comprende las operaciones de exploración y preparación del arte de pesca para el lance, calado, deriva, cobrado, es normalmente de 24 horas, realizándose aproximadamente un lance diario donde la operación de deriva se realiza frecuentemente en

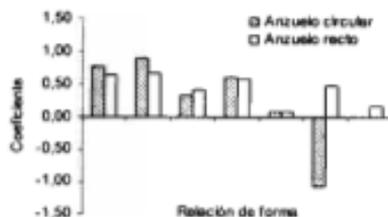


Figura 10. Coeficientes de forma de los anzuelos experimentales del palangre de deriva tiburonero. Donde Lt es la longitud total, Lf longitud frontal, At anchura total, Pg profundidad de garganta, d diámetro, α ángulo de ataque, β ángulo de inclinación.



1. Preparación de la embarcación vía la pesca.
 - a) suministro de agua, diesel y alimentos
 - b) refacciones y accesorios
 - c) medicamentos
 - d) despacho
 - e) armado y preparación de reinales y orinques.
2. Salida via la pesca (revisión de la documentación por capitania de puerto)
3. Traslado a la zona de pesca
4. Ubicación en la zona de pesca
5. Exploración y preparación del equipo para el inicio del lance
6. Calado del palangre
7. Deriva del palangre
8. Cobrado el palangre
9. ¿Se continúa pescando en la misma zona?
10. ¿Se terminó de pescar?
11. Regreso a puerto
12. Llegada a puerto
13. Descarga del producto.

Figura 11. Diagrama de flujo del viaje de pesca con palangre de deriva y su ciclo de pesca.

horario nocturno. La fluctuación del tiempo de los componen del ciclo de pesca se muestran en la figura13, donde se observa que la duración del tiempo de exploración y preparación para el lance depende principalmente de las condiciones

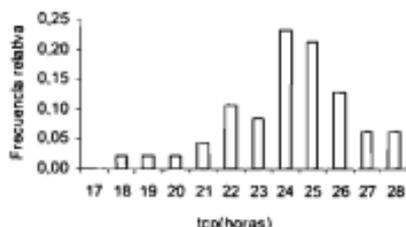


Figura 12. Distribución del tiempo del ciclo de pesca (tcp) del palangre de deriva en los barcos tiburoneros.

de pesca y aumenta cuando existe la necesidad de cambiar de zona, principalmente cuando los volúmenes de captura disminuyen y se busca otra zona de pesca que presente temperaturas superficiales adecuadas (en esta zona son entre 20° a 22° C) del mar. La variación del tiempo de calado es menor comparativamente con los demás tiempos debido a que se realiza de manera automática con una velocidad de la embarcación entre 7.5 y 8 nudos y con un tiempo de fijación de los reinales y orinques de 13 segundos, las variaciones en los tiempos de calado se deben a los cambios de la velocidad de la embarcación por la influencia de la velocidad de las corrientes marinas y los vientos. Las fluctuaciones en el tiempo de deriva

están relacionados con las estrategias de pesca que el Capitán del barco

establece en relación a las condiciones del mar, la

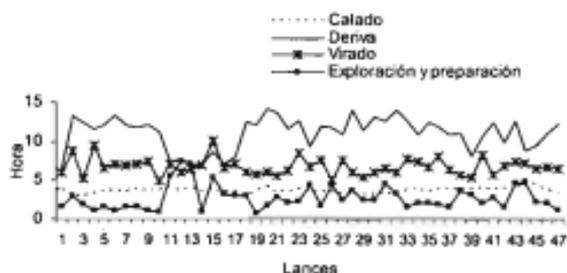


Figura 13. Distribución del tiempo empleado en los diferentes componentes del ciclo de pesca de la embarcación tiburonera, para 47 lances del palangre de deriva.

zona de pesca, el ataque de calamar gigante a la camada, los cambios de pesca

diurna a nocturna y viceversa. Los cambios en el tiempo de cobrado están sujetos a los volúmenes de captura, mientras más se capture, se consume mayor tiempo al parar la embarcación para realizar las maniobras de subir los organismos a cubierta y eviscerarlos. También se consume tiempo cuando se presentan problemas de enredamiento de los reinales con la línea madre, donde se tiene que parar la embarcación y el cobrado del tambor hidráulico, para poder subir la sección de la línea madre que se tenga que desenredar o cortar para liberar los reinales y reanudar el cobrado.

4.3 Composición, esfuerzo y tasa de la captura total

Composición de la captura total

Se obtuvo una biomasa total 43790 kg con 1304 organismos de los cuales el 86.5 % correspondió al grupo de tiburones y el 13.5% restante al grupo de otras especies. Dentro del grupo de tiburones, que correspondió a 11 especies, el tiburón azul *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) fue el más abundante con un 73.6% de la captura total y 85.1% de su grupo. En menor proporción se capturaron tiburón jaquetón *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839), tiburón mako *Isurus oxyrinchus* (Rafinesque, 1810), tiburón thresher *Alopias vulpinus* (Bonnaterre, 1788), tiburón grillo *Alopias supercilliosus* (Lowe, 1839), cornuda prieta *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758), tiburón aleta blanca *Carcharhinus longimanus* (Poey, 1861), cornuda gigante *Sphyrna mokarran* (Rüppel, 1837), cornuda común *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834), tiburón prieto *Carcharhinus obscurus* (LeSueur, 1818) y tiburón jaquetón *Carcharhinus falciformis* (Snodgrass y Heller, 1905) . Del grupo de las especies asociadas que correspondió a 11 especies, la más abundante fue el dorado

Coryphaena hippurus (Linnaeus, 1758) con 3.6 % de la captura total y 26.7 % de su grupo y en menor proporción marlin rayado *Tetrapturus audax* (Philippi, 1887) marlin azul *Makaira nigricans* (Lacépède 1802), pez espada *Xiphias gladius* (Linnaeus, 1758), guajo *Acanthocybium solandri* (Cuvier, 1830), tortuga perico *Caretta caretta gigas* (Linnaeus, 1758), atún aleta amarilla *Thunnus albacares* (Bonaterre, 1788), raya látigo violeta *Dasyatis violacea* (Bonaparte, 1832), manta de aguijón *Mobula japonica* (Müller y Henle, 1841), tortuga golfinia *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) y pez vela *Istiophorus platypterus* (Shaw y Nodder, 1792) (Tabla 4).

De la captura total, las especies de tiburón, dorado, marlin rayado, marlin azul, pez espada y pez vela son retenidas por su valor comercial y son vendidas en forma de troncho. Del tiburón, además se comercializan sus aletas que representan un valor comercial superior al de su carne.

Esfuerzo y tasa de captura.

Durante todo el experimento el número de lances correctos por viaje fue diferente debido a las condiciones de la pesca y a la resistencia natural de los pescadores a seguir un plan preestablecido, necesarios para combinar los anzuelos con las carnadas de acuerdo con el diseño experimental implementado. Algunos lances tuvieron que desecharse debido al enredamiento de la línea principal ocasionada por las fuertes marejadas o por el enredamiento ocasionado por algunos organismos capturados con la pérdida de algunos anzuelos. La presencia abundante de calamar en el área de influencia del palangre de deriva no permitía que los lances fueran correctos debido a que se tragaban la carnada, disminuyendo así drásticamente las capturas por lo que era necesario cambiar de zona de pesca. En el primer viaje se

Tabla 4. Composición de las especies capturadas con el palangre de deriva experimental durante el periodo del 8 de marzo de 2005 al 3 de agosto de 2006.

Grupo	Especie	No.	% del		Peso (kg)	
			grupo	total		
Tiburones	Tiburón azul	<i>Prionace glauca</i>	960	85,11	73,62	31951
	Tiburón jaquetón	<i>Carcharhinus falciformis</i>	59	5,23	4,52	2816
	Tiburón mako	<i>Isurus oxyrinchus</i>	44	3,90	3,37	1569
	Tiburón thresher	<i>Alopias vulpinus</i>	29	2,57	2,22	1230
	Tiburón grillo	<i>Alopias superciliosus</i>	13	1,15	1,00	354
	Comuda prieta	<i>Sphyma zygaena</i>	12	1,06	0,92	608
	Tiburón aleta blanca	<i>Carcharhinus longimanus</i>	3	0,27	0,23	102
	Comuda gigante	<i>Sphyma mokarran</i>	3	0,27	0,23	263
	Comuda común	<i>Sphyma lewini</i>	2	0,18	0,15	103
	Tiburón prieto	<i>Carcharhinus obscurus</i>	2	0,18	0,15	93
	Tiburón galápagos	<i>Carcharhinus galapagensis</i>	1	0,09	0,08	81
	<i>Sutotal</i>	1128	100,00	86,50	39170	
Otras especies	Dorado	<i>Coryphaena hippurus</i>	47	26,70	3,60	472
	Marlín rayado	<i>Tetrapturus audax</i>	38	21,59	2,91	1421
	Marlín azul	<i>Makaira nigricans</i>	36	20,45	2,76	1450
	Pez espada	<i>Xiphias gladius</i>	31	17,61	2,38	738
	Guajo	<i>Acanthocybium solandri</i>	9	5,11	0,69	114
	Atún aleta amarilla	<i>Thunnus albacares</i>	5	2,84	0,38	117
	Tortuga perico	<i>Caretta c. gigas</i>	4	2,27	0,31	80
	Raya látigo violeta	<i>Dasyatis violacea</i>	3	1,70	0,23	7
	Manta de aguijón	<i>Mobula japonica</i>	1	0,57	0,08	80
	Tortuga golfina	<i>Lepidochelys olivacea</i>	1	0,57	0,08	25
	Pez vela	<i>Istiophorus platypterus</i>	1	0,57	0,08	45
	<i>Subtotal</i>	176	100,00	13,50	4549	
	Total	1304		100	43719	

desechó el 50% de los lances, en el segundo 20%, en el tercero 8% y en el cuarto 67%. Debido a esta variación de lances por viaje el esfuerzo aplicado en número de anzuelos presentó un aumento de 380% del primer viaje (temporada invierno-primavera/05) al tercer viaje (invierno-primavera/06) y una disminución de 75% del tercer viaje al cuarto viaje de la temporada Verano/06 (Figura 14). De las capturas totales obtenidas en los cuatro viajes de pesca, la tasa de captura presentó su valor máximo (14.1 organismos/100 anzuelos) en la temporada invierno-primavera/05 donde se aplicó el menor valor del esfuerzo (2000 anzuelos) presentando un

tendencia de disminución para las siguientes temporadas (Figura 14). El aumento del esfuerzo en la temporada invierno-primavera/06 no se reflejó en un aumento de la tasa de captura, manteniéndose casi estable entre la temporada primavera-verano/05 y

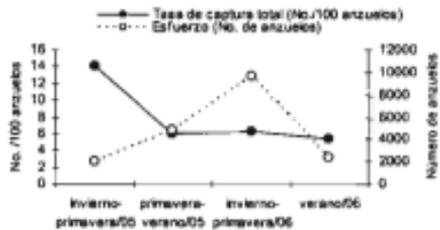


Figura 14. Tasa de la captura total (número de organismos /100 anzuelos) y esfuerzo (número de anzuelos) aplicado por temporada de pesca

verano/06 donde se presentaron variaciones del esfuerzo disminuyendo en la temporada verano/06. Por anualidad la captura total del año 2005 fue menor (17.1 %) que en el 2006 pero la tasa de captura fue superior en el año 2005 (45.5 %) con un esfuerzo menor que el 2006 (76.5 %) lo que muestra una aparente disminución de la disponibilidad del recurso entre el 2005 y el 2006 con una ligera recuperación para la temporada de invierno-primavera del 2006.

El intervalo de la temperatura superficial del mar registrado en el total de los lances fue de 20 °C a 26 °C. El mayor esfuerzo se realizó ante la presencia de temperaturas de 22.5 °C con una moda de 5600 anzuelos que representó el 29.9 % del esfuerzo total y a temperaturas más frías (22 a 20 °C) se acumuló el 48.8 % del total del esfuerzo, disminuyendo para temperaturas más cálidas de 23 °C a 26 °C con un 21.3 % (Figura 15).

Del análisis de la tasa de captura total, con relación a la distribución de la temperaturas, mostró una tendencia a concentrarse en mayor proporción a 20.5 °C donde alcanzó su mayor valor con una moda de 12.4 organismos/100 anzuelos, presentando una disminución drástica en temperaturas más frías de hasta 20.0 °C, donde la tasa de captura disminuyó en 77.7% cuando la temperatura solo vario en

0.5 °C. Para temperaturas más cálidas registradas con variación hasta 4 °C, la disminución de la tasa de captura fue más gradual (Figura 15).

4.4 Comparación entre el anzuelo circular y el anzuelo recto

Captura total

Los lances considerados como los bloques en el diseño experimental, presentaron un efecto en los resultados de la

captura total, ocasionando

diferencia altamente significativa

($P < 0.01$) en la tasa de captura,

forma de retención (boca, tragado)

y en el peso (Tabla 5). Las

condiciones del medio ambiente

(por ejemplo temperatura, salinidad

y turbidez) tienen un efecto

significativo en la disponibilidad y en la vulnerabilidad de las especies pelágicas

afectando los resultados de la pesca (Sharp, 1978). Aunque se presentaron

diferencias significativas en la tasa de captura debido a los lances, sin embargo, el

factor anzuelo no presentó un efecto significativo ($P > 0.05$), tampoco para el peso

total por lo que no se manifestó diferencia en la tasa de captura ni en el peso total

entre el uso del anzuelo circular y el anzuelo recto; además, no presentó interacción

con el efecto de los lances (Tabla 5).

En el análisis de la forma en que el anzuelo engancha la presa se presentó una

diferencia significativa ($P < 0.05$) en la retención por la boca y una diferencia altamente

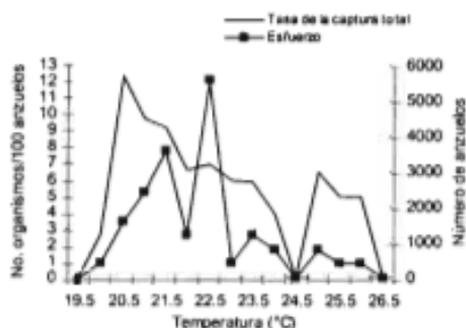


Figura 15. Tasa de la captura total (número de organismos/100 anzuelos) y esfuerzo (número de anzuelos) obtenido en relación a la temperatura superficial del mar.

significativa ($P < 0.01$) en el tracto digestivo (tragado). De la prueba de medias de Tukey el anzuelo circular fue superior en un 12.5% que el anzuelo recto en la retención por la boca, mientras que en la retención por el tracto digestivo (tragado) el

Tabla 5. Resumen de los valores de Pr-F del Modelo Lineal General para determinar el efecto en las variables: tasa de captura (número/100 anzuelos) forma de retención (por la boca, tracto digestivo o tragado y cuerpo) y peso debido al lance, tipo de anzuelo (circular y recto), tipo de carnada (calamar y lisa) y sus interacciones (lance*anzuelo anzuelo*carnada) de la captura total.

Factor	g.l.	Captura total				
		Tasa	Boca	Tragado	Cuerpo	Peso
LAN	46	0.0001	0.0001	0.0001	0.0911	0.0001
ANZ	1	0.4721	0.0370	0.0112	0.2596	0.8580
LAN*ANZ	46	0.2310	0.0036	0.1258	0.3578	0.1363
CAR	1	0.0033	0.0094	0.0033	0.0038	0.0003
LAN*CAR	46	0.4235	0.0475	0.3196	0.2031	0.0739
ANZ*CAR	1	0.4205	0.0243	0.3578	0.4008	0.6226
Error	46					

LAN lance, ANZ anzuelo, CAR carnada, g.l. grados de libertad.

anzuelo recto fue superior en un 30.6% que el anzuelo circular (Figura 16). El efecto del anzuelo en la forma de retención por la boca depende también de los lances al presentarse una interacción lance*anzuelo (Tabla 5). La forma de retención de la presa tiene importancia en las maniobras de remoción del anzuelo cuando la presa es manipulada sobre cubierta para su eviscerado. Cuando el anzuelo está ubicado en la periferia de la boca es más rápido y fácil removerlo, pues sólo se corta la sección de carne o mandíbula para extraerlo, pero cuando el anzuelo es tragado y se engancha en el tracto digestivo (el anzuelo no es visible) es necesario utilizar algún dispositivo como un una varilla con una argolla abierta en la punta para destrabar el anzuelo del músculo o tejido donde está enganchado y extraerlo, lo que dificulta su remoción (Cooke y Suski, 2004).



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

El anzuelo no presentó diferencia significativa en la forma de retención por el cuerpo ni en el peso de la captura total (Tabla 5).

Captura de tiburones

Del total de tiburones capturados sólo se realizó el análisis de los datos de tiburón azul, tiburón jaquetón y tiburón mako por el escaso número de ejemplares capturados de las demás especies (5.7 % de su grupo y 4.9 % de la captura total).

El tiburón azul, que fue la especie predominante en la captura total, no presentó cambios significativos en su tasa de captura por el efecto de anzuelo, sin embargo, durante las operaciones de la embarcación en las cuatro temporadas de pesca en que se realizó el estudio (invierno-

primavera/05, primavera- verano/05, invierno-primavera/06 y verano/06) los lances, que fueron considerados como el gradiente de variación en el diseño experimental, presentaron un efecto significativo ($P < 0.01$) en la tasa de captura con una tendencia similar a la de la captura total (Figura 14), presentando la temporada invierno primavera/05 la mayor tasa de captura y disminuyendo para las siguientes temporadas con un ligero repunte en la temporada invierno-primavera/06. Las otras especies de tiburón consideradas en el análisis (tiburón jaquetón, tiburón mako) no

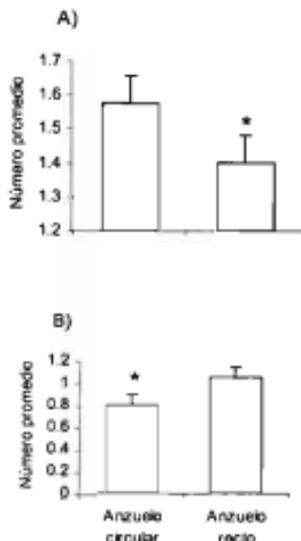
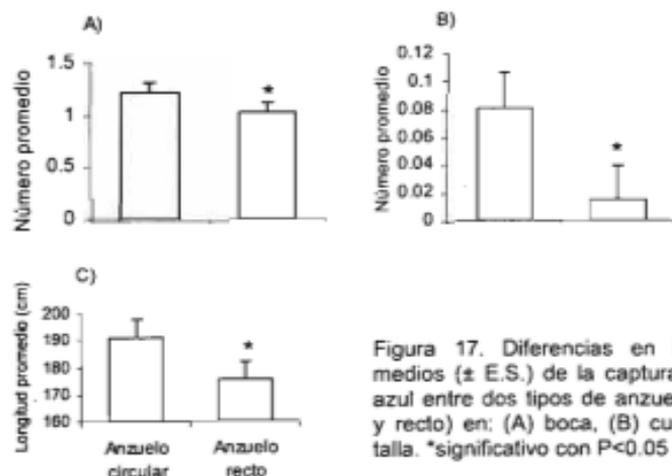


Figura 16. Diferencias en los valores medios (\pm E.S.) de la forma de retención de la captura total entre dos tipos de anzuelos (circular y recto) en : (A) boca, (C) tracto digestivo (tragado). *significativo con $P < 0.05$.

presentaron efecto significativo por el factor anzuelo en la tasa de captura, forma de retención, talla y peso (Tabla 6).

La forma en que el tiburón azul fue retenido por el anzuelo presentó diferencia significativa ($P < 0.05$) en el enganche por la boca y el cuerpo encontrándose que el valor medio del anzuelo circular fue superior en 19.1% en la retención por la boca y en un 449.5 % en el cuerpo en comparación con el anzuelo recto (Figura 17A, B).

La tendencia del anzuelo circular de retener a la presa por la boca en mayor proporción que el anzuelo recto, quizá esté relacionada con las diferencias en su diseño, principalmente en sus índices de abertura, anchura, longitud frontal, ángulos de ataque y de inclinación que pudieran ser las características causantes de este efecto. El anzuelo no presentó diferencia significativa en la retención por el tracto digestivo (tragado) del tiburón azul, sin embargo, los lances tuvieron un efecto



significativo presentándose interacción con el anzuelo ($P < 0.01$), lo mismo sucedió con la retención por la boca, esto indica que la forma de retención por la boca y por el tracto digestivo dependen de los cambios en la zona de pesca por temporada y el factor anzuelo.

Con respecto a la talla y peso del tiburón azul, el anzuelo presentó diferencia significativa ($P < 0.05$) sólo para la talla. De las comparaciones múltiples, el anzuelo circular presentó una talla media de tiburón azul (190.5 cm) superior en un 8.8 % a la talla media (175.1 cm) del anzuelo recto (Figura 17C). La distribución de tallas se presentó en un intervalo de 129 a 305 cm con un promedio de 213 cm de longitud total y sus principales diferencias

se presentaron en la comparación por temporadas. En el año 2005 la temporada más fría de invierno- primavera en comparación con la temporada más cálida de primavera-verano la curva de distribución de tallas se encontró desplazada hacia tallas menores (Figura 18) con

una talla modal de 190 cm, mientras que la de primavera-verano fue de 220 cm. Asimismo, el intervalo de tallas para invierno-primavera fue de 130 cm a 260 cm mientras que para primavera-verano fue de 170 cm a 250 cm con una mayor proporción de tallas más grandes. Este comportamiento no se repitió en el año 2006 donde la talla modal de invierno-primavera y verano fueron iguales (200 cm) y los

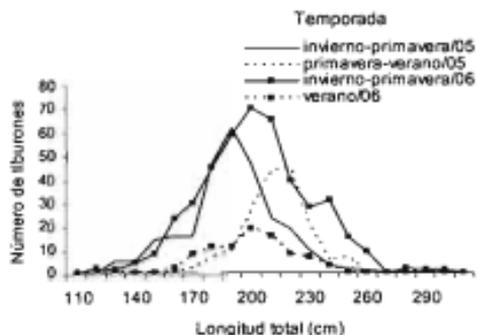


Figura 18. Distribución de tallas de tiburón azul *Prionace glauca* capturado por temporada con dos tipo de anzuelos (circular y recto).

intervalos fueron de 120 cm a 300 cm y 120 cm a 290 cm respectivamente (Figura 18). La diferencia estacional en la distribución de tallas de tiburón azul quizá este más relacionada con la zona de pesca ya que los lances de la temporada Invierno-primavera del año 2006, que se consideró un año frío, fueron más al sur cerca de la islas Revillagigedo buscando temperaturas más calidas (21 a 22 °C) que en el 2005, que se encontraron más al norte cerca de la península de Baja California.

Al comparar temporadas similares para cada año, las curvas de frecuencia de la temporada invierno-primavera del 2005 y del 2006 se traslapan para tallas menores a la talla modal de 190 cm, mientras que para tallas mayores de 190 cm la distribución en el año 2006 se desplaza hacia tallas mayores que para el año 2005. Para la temporada primavera-verano de 2005 y verano de 2006 se presenta un desplazamiento inverso a la temporada primavera-verano/05-06 ya que la curva de distribución de tallas primavera-verano/05 se encuentra desplazada hacia tallas mayores que la de verano/06.

Por la talla modal y las tallas promedio capturadas de tiburón azul se puede considerar que en una gran proporción los organismos capturados son maduros y se han reproducido al menos una vez, considerando que la talla de primera maduración sexual para machos es de 180 cm de longitud total encontrándose tallas aún menores de 160 cm; y para hembras de 190 cm según reporta Carrera-Fernández (2004). Sin embargo se reportan para otras regiones, en el Pacífico norte tallas de primera madurez sexual para ambos sexos entre 180 a 281 cm de longitud total (Nakano, 1994), para el Atlántico en aguas canadienses tallas de 193 a 203 cm de longitud a la horquilla para machos (Campana *et al.*, 2004) y para el Atlántico norte, tallas de 145 a 185 cm de longitud a la horquilla para hembras (Pratt, 1979).

Se podría esperar que también se presentaran diferencias en el peso debido a la relación de proporcionalidad de la talla- peso, pero debe de tomarse en cuenta que el peso de las hembras comparado con los machos de una misma talla fue superior por encontrarse en un 70 % con embriones maduros, aunque el 93 % de la captura total correspondió a machos con una proporción de sexo de 0.08H:1M. La mayor presencia de machos de tiburón azul en la captura total y con variación estacional muestra que existe segregación por sexo. Estos resultados fueron corroborados en otras pesquerías de palangre pelágico para atún y pez espada en el Atlántico centro occidental donde se capturó tiburón azul como especie no-objeto de captura (Domingo *et al.*, 2002; Arocha *et al.*, 2005; Litvinov, 2006).

Captura de especies asociadas a tiburones.

Del total de las especies asociadas a la captura de tiburón (Tabla 4), solo se consideró para su análisis el dorado, marlin rayado y marlin azul por no contar con datos suficientes de las otras especies de este grupo.

El factor anzuelo no presentó efecto significativo para ninguna de las variables consideradas en el análisis, sin embargo, los lances ocasionaron cambios significativos en la tasa de captura, retención por la boca, talla y peso de dorado, marlin rayado y marlin azul, presentándose interacción de los lances con el anzuelo en la tasa de captura y retención por la boca del dorado (Tabla 7).

4.5 Comparación entre la carnada de calamar y la carnada de lisa

Captura total

El factor carnada ocasionó un efecto significativo ($P < 0.01$) en la tasa de captura, forma de retención (boca, tragado, cuerpo) y peso de la captura total (Tabla 5). De las comparaciones múltiples la carnada de calamar presentó una media superior en la tasa de captura (en 10.5 %), retención por la boca (en 10.5 %), tragado (en 30.2 %) y peso (en 29 %) de la captura total en comparación con la carnada de lisa (Figura 19A, B, C, E). Sin embargo, en la forma de retención por el cuerpo la carnada de lisa presentó una media superior (en 15.5 %) que la carnada de calamar (Figura 19D).

Captura de tiburones

Los resultados muestran que el factor carnada presentó diferencia significativa en la tasa de captura, retención por la boca, retención por el tracto digestivo (tragado) y talla de tiburón azul. También presentó diferencia significativa para la tasa de captura y talla de tiburón jaquetón (Tabla 6). El tiburón mako no presentó diferencia significativa por el efecto de la carnada. En las comparaciones de medias, la carnada de calamar fue superior en 13.5 % en la tasa de captura, 13.1 % en la retención por la boca y en 28.5 % en la retención por el tracto digestivo (tragado) del tiburón azul en comparación con la carnada de lisa (Figura 20A, B, C respectivamente). En la captura de tiburón jaquetón, la carnada de calamar presentó una media superior (en 52.7%) de la tasa de captura en comparación con la carnada de lisa (Figura 21A). Por el porcentaje de las diferencias en las medias de la tasa de captura entre la carnada de calamar y lisa de tiburón azul y tiburón jaquetón, la carnada de calamar ejerció una mayor efecto de selección en la proporción de

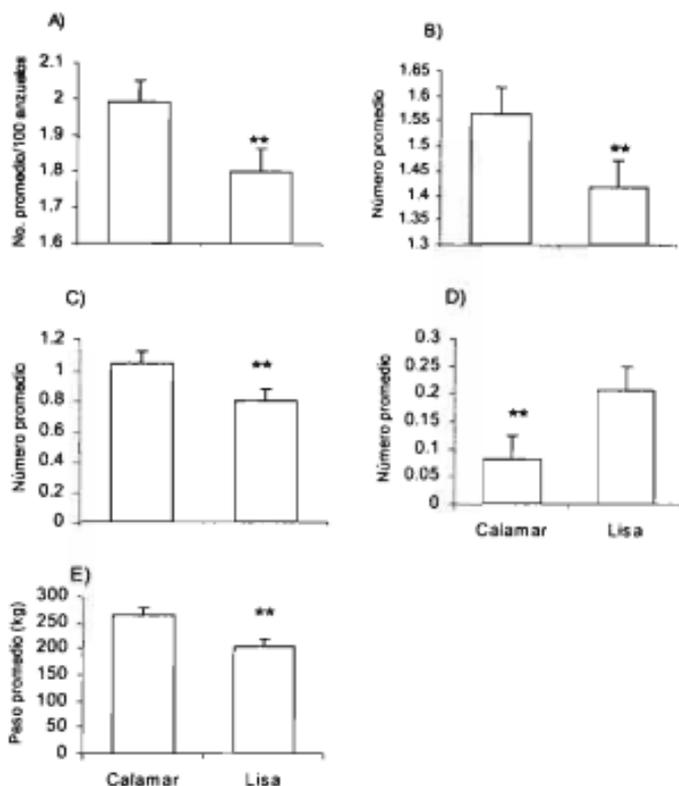


Figura 19. Diferencias en los valores medios (\pm E.S.) de la captura total entre dos tipo de carnada (calamar y lisa) en: (A) tasa de captura, (B) boca (C) tragado, (D) cuerpo y (E) peso. **significativo con $P < 0.01$.

captura de tiburón jaquetón que para el tiburón azul, sin embargo, en términos del número de organismos capturados, el tiburón azul fue la especie predominante de la captura total por lo que su abundancia relativa fue mayor que la del tiburón jaquetón, pero debe tomarse en cuenta que el tiburón jaquetón desde el punto de vista de valor comercial en el mercado es de un precio mayor en la venta de las aletas que el tiburón azul.

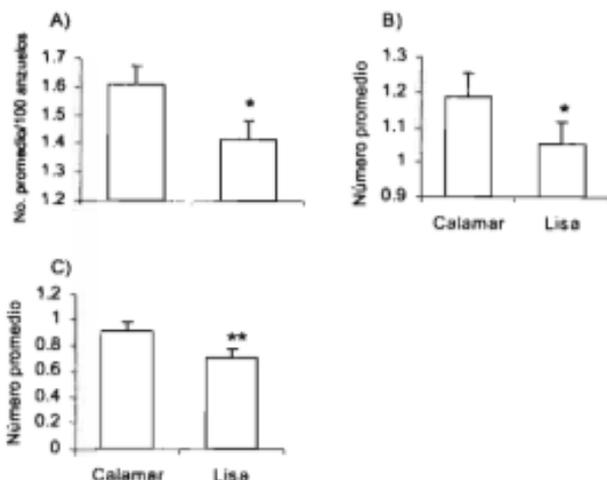


Figura 20. Diferencias en los valores medios (\pm E.S.) de la captura de tiburón azul entre dos tipos de carnada (calamar y lisa) en: (A) tasa de captura, (B) boca, y (C) tragado. *significativo con $P < 0.05$ **significativo con $P < 0.01$.

En la comparación de medias de la talla de captura de tiburón jaquetón, la carnada de calamar fue superior en 55.9 % a la carnada de lisa (Figura 21B). El intervalo de tallas del total de tiburón jaquetón capturado fue de 170 a 260 cm de longitud total

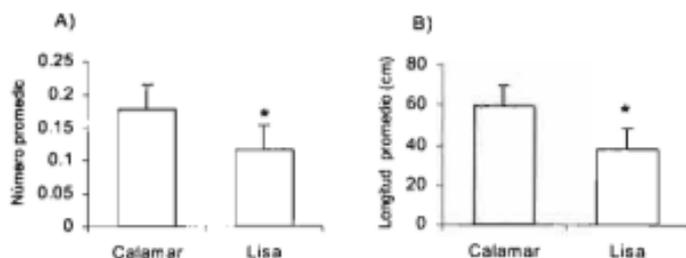


Figura 21. Diferencias en los valores medios (\pm E.S.) de la captura de tiburón jaquetón entre dos tipos de carnada (calamar y lisa) en: (A) tasa de captura, y (B) talla. *significativo con $P < 0.05$.

con una moda de 190 cm. Por tipo de camada fue similar con un intervalo de 180 a 260 cm para calamar con dos modas una de 190 cm y otra de 210 cm y para lisa el intervalo fue de 170 cm a 160 cm con una moda de 200 cm (Figura 22). Se considera que la

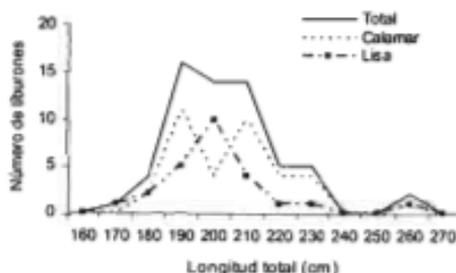


Figura 22. Distribución de tallas de tiburón jaquetón (*C. falciformis*) por tipo de carnada (calamar y lisa) y de su captura total con el palangre de deriva.

talla de maduración del tiburón jaquetón es de 187 a 216 cm para machos y de 213 a 230 cm para hembras (Compagno, 1984b). De acuerdo con el intervalo de tallas capturadas de tiburón jaquetón y que el 71.7 % de su captura fueron machos, se puede inferir que fue relativamente baja la captura de organismos juveniles.

Captura de especies asociadas a la captura de tiburón

El factor camada presentó diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) en la tasa de captura y en la forma de retención por la boca de dorado y significativo ($P < 0.05$) en su talla y peso. El efecto del lance interactuó con la camada afectando de manera altamente significativa ($P < 0.01$) la tasa de captura y significativa ($P < 0.05$) la retención por la boca, talla y peso de marlin rayado. La camada no presentó ningún efecto en las variables de estudio para el Marlin azul. (Tabla 7).

En la comparación de medias la camada de calamar resultó mayor en un 152.3 % en la tasa de captura y 152.6 % en la forma de retención por la boca del dorado en comparación con la camada de lisa (Figura 23A, B)

También en la comparación de medias, la camada de calamar resultó superior en la talla (152.6 %) y peso de dorado (114.9 %) en comparación con la media de la lisa (Figura 23C, D). El intervalo de tallas totales de dorado capturado fue de 60 a 210 cm con una talla modal de 120 cm y por tipo de camada, para calamar fue de 70 cm a 210 cm con dos tallas modales de 120 cm y 140 cm y para lisa 60 cm a 170 cm con talla modal de 120 cm (Figura 24).

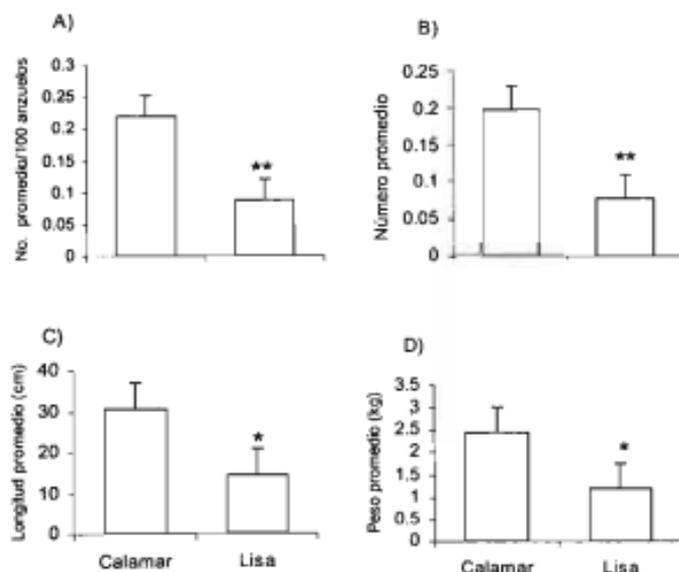


Figura 23. Diferencias en los valores medios (\pm E.S.) de la captura de dorado (*Coryphaena hippurus*) entre dos tipo de camada (calamar y lisa) en: (A) tasa de captura, (B) boca, (C) talla y D) peso. *significativo con $P < 0.5$ **significativo con $P < 0.01$.

4.6 Interacción anzuelo*carnada

Captura total

La combinación de los factores anzuelo y carnada presentaron interacción ($P < 0.05$) en la forma de retención por la boca del total de los organismos capturados

(Tabla 5).

Para los resultados de la

forma de retención por la boca del total de organismos capturados, en la comparación de un mismo anzuelo con diferente carnada la combinación circular*calamar presentó un número promedio superior en un 19.0 % que la combinación circular*lisa, mientras que la combinación recto*calamar fue superior solo en un 1.5 % que la combinación recto*lisa (Figura 25A). En la comparación de una misma carnada con diferente anzuelo, el número promedio de la combinación circular*calamar fue superior en 21.3 % que la combinación recto*calamar mientras que la media de circular*calamar fue superior en 3.5 % que recto*lisa. De las cuatro combinaciones que se formaron con los anzuelos y las carnadas (circular*calamar, circular*lisa, recto*calamar y recto*lisa) el mayor número promedio de organismos retenidos por la boca de la captura total se obtuvo con la combinación circular*calamar y el menor promedio fue con recto*lisa (Figura 25A).

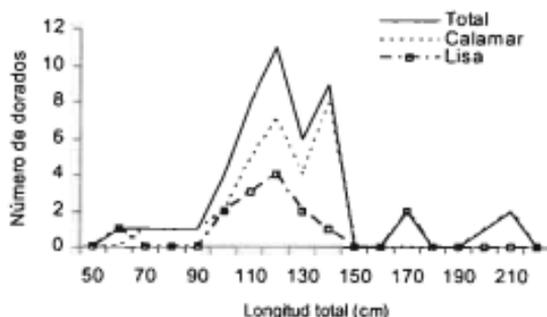


Figura 24. Distribución de tallas de dorado (*C. hippurus*) por tipo de carnada (Calamar y lisa).

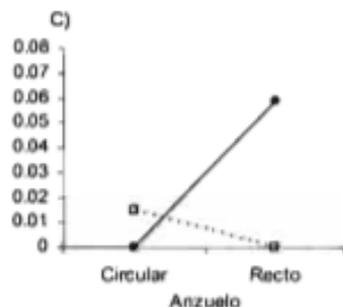
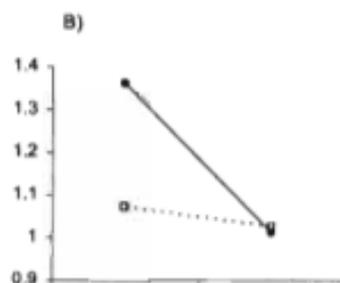
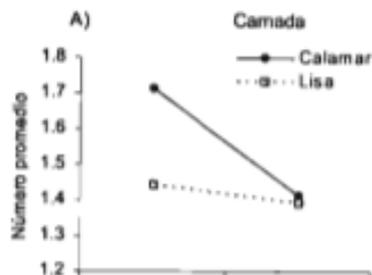
Captura de tiburones

Para las tres especies de tiburón consideradas en el análisis (tiburón azul, tiburón jaquetón y tiburón mako) solo se presentó interacción anzuelo*camada en la forma de retención por la boca del tiburón azul (Tabla 6). En la comparación del número promedio de organismos retenidos por la boca para un mismo anzuelo con diferente camada, la combinación circular*calamar presentó una media superior en 27.0 % que la combinación circular*lisa, mientras que para el anzuelo recto la combinación recto*lisa resultó con una media superior que la combinación recto*calamar (Figura 25B). La diferencia en porcentaje del número promedio de retención por la boca de la comparación de circular*calamar con circular*lisa fue más amplia para el tiburón azul que del total de los organismos capturados (27 % para tiburón y 19 % para la captura total), también para la comparación recto*calamar y recto*lisa la diferencia en porcentaje fue ligeramente más amplia para tiburón azul que para el total de los organismos capturados (1.5 % para tiburón y 1.4 % para la captura total). De la comparación del número promedio de organismos retenidos por la boca del tiburón azul con una misma camada pero en diferente anzuelo, con camada de calamar la combinación circular*calamar resultó con una media superior en 34.2 % que la combinación recto*calamar, mientras que con camada de lisa la combinación circular lisa resultó superior en 4.3 % que la combinación recto*lisa (Figura 25B). Los porcentajes de las diferencias entre las combinaciones circular*calamar y circular*lisa como entre las combinaciones recto*calamar y recto*lisa, también fueron más amplias para tiburón azul que para la captura total (34.2 % y 21.3 %; 4.3 % y 3.5 % respectivamente).

De las cuatro combinaciones que se formaron con los anzuelos y las carnadas (circular-calamar, circular-lisa, recto- calamar y recto lisa), los resultados muestran que la combinación circular*calamar fue la que presentó el mayor número promedio de tiburones retenidos por la boca, mientras que el menor promedio lo presentó la combinación recto*calamar (Figura 25B).

Captura de especies asociadas

De las tres especies asociadas que se consideraron en el análisis (dorado, marlin rayado y marlin azul) solo se presentó interacción anzuelo*camada para la forma de retención por el tracto digestivo (tragado) del dorado (Tabla 7). Cabe hacer notar que por separado tanto el anzuelo como la camada no presentaron efecto significativo para la retención por el tracto digestivo del dorado, sin embargo, el anzuelo afectó de manera significativa la tasa de captura y la retención por la boca y la camada en la tasa de captura, boca, talla y peso de dorado. En la comparación del número promedio de dorados retenidos por el tracto digestivo con un mismo anzuelo pero diferente camada, para el anzuelo circular la combinación circular*lisa resultó con una media superior que la combinación circular*calamar, la cual no retuvo ningún dorado por el tracto digestivo, mientras que para el anzuelo recto la combinación recto*calamar presentó una media superior que la combinación recto*lisa la cual no retuvo ningún dorado por el tracto digestivo (Figura 25C). Para una misma camada pero diferente anzuelo, la combinación rector*calamar resultó con una media superior que la combinación circular*calamar mientras que la combinación circular*lisa fue superior que la combinación recto*lisa (Figura 25C). De las cuatro combinaciones que se presentaron con el anzuelo y la camada la combinación recto*calamar



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARI



SISTEMA DE INVESTIGACIONES

Figura 25. Resultado de los valores medios del experimento de dos factores, anzuelo y carnada que muestran interacción en: A) retención por la boca de la captura total, B) retención por la boca del tiburón azul y C) retención por el tracto digestivo (tragado) del dorado.

presentó el mayor número promedio de dorados retenidos por el tracto digestivo, mientras que las combinaciones circular*calamar y recto*lisa no presentaron ningún dorado retenido por el tracto digestivo. La interacción anzuelo*carnada en la retención por la boca del dorado resultó más definida que para el caso de la interacción del anzuelo*carnada de la retención por la boca de la captura total y de tiburón azul (Figura 25A, B, C).

Tabla 6. Resumen de los valores de Pr>F del Modelo Lineal General para determinar el efecto en las variables TAS, BOC, CUR, TAL y PES debido al lance, tipo de anzuelo (circular y recto), tipo de carnada (calamar y lisa) y sus interacciones (lance*anzuelo y anzuelo*carnada) de las principales especies de tiburones.

Factor	g.l.	Tiburón azul						Tiburón jaquetón						Tiburón mako					
		TAS	BOC	TRA	CUE	TAL	PES	TAS	BOC	TRA	CUE	TAL	PES	TAS	BOC	TRA	CUE	TAL	PES
LAN	46	0.0001	0.0001	0.0001	0.1616	0.0001	0.0001	0.0001	0.0016	0.2850	0.5978	0.0001	0.0011	0.2943	0.0236	0.6822	0.5000	0.4332	0.5940
ANZ	1	0.1980	0.0409	0.1174	0.0110	0.0497	0.4040	0.3715	0.8745	0.0959	0.8596	0.5065	0.4886	0.5410	0.3309	0.7428	0.3225	0.7850	0.8713
LAN*ANZ	46	0.0599	0.0087	0.0071	0.6822	0.2796	0.4619	0.0250	0.4150	0.5529	0.4533	0.0619	0.1102	0.4388	0.0378	0.6924	0.5000	0.7926	0.9718
CAR	1	0.0060	0.0398	0.0045	0.4143	0.7834	0.5248	0.0356	0.1420	0.1024	0.6540	0.0385	0.0807	0.2235	0.1344	0.7648	0.3225	0.3078	0.4619
LAN*CAR	46	0.5247	0.4175	0.1625	0.5178	0.1530	0.7065	0.4319	0.8701	0.1212	0.4533	0.7804	0.6557	0.9098	0.3449	0.6924	0.5000	0.9581	0.9950
ANZ*CAR	1	0.1095	0.0243	0.5209	0.7848	0.2288	0.5024	0.1959	0.8442	0.3225	0.1825	0.0876	0.1298	0.9796	0.9720	0.7848	0.3225	0.7518	0.3505
Error	46																		

LAN lance, ANZ anzuelo, CAR carnada, g.l. grados de libertad, TAS tasa de captura, BOC boca, TRA tragado, CUE cuerpo TAL talla, PES peso.

62

Tabla 7. Resumen de los valores de Pr>F del Modelo Lineal General para determinar el efecto en las variables TAS, BOC, CUR, TAL y PES debido al lance, tipo de anzuelo (circular y recto), tipo de carnada (calamar y lisa) y sus interacciones (lance*anzuelo y anzuelo*carnada) de las principales especies asociadas a la captura de tiburones.

Factor	g.l.	Dorado						Marlin rayado						Marlin azul					
		TAS	BOC	TRA	CUE	TAL	PES	TAS	BOC	TRA	CUE	TAL	PES	TAS	BOC	TRA	CUE	TAL	PES
LAN	46	0.0001	0.0001	0.5000		0.0024	0.0087	0.0001	0.0001	0.5000	0.5000	0.0002	0.0039	0.0002	0.0027	0.2350		0.0001	0.0001
ANZ	1	0.8409	0.6580	0.1825		0.5162	0.3424	0.8380	0.5489	0.3225	0.3225	0.5740	0.6577	0.3310	0.0647	0.0550		0.1513	0.1377
LAN*ANZ	46	0.0213	0.0097	0.4022		0.5816	0.8277	0.2989	0.3240	0.5000	0.5000	0.1478	0.2666	0.7977	0.6378	0.7965		0.5351	0.3118
CAR	1	0.0003	0.0005	0.1670		0.0161	0.0383	0.3588	0.6425	0.3225	0.3225	0.2150	0.2730	0.6459	0.7387	0.5645		0.8129	0.6744
LAN*CAR	46	0.1773	0.2950	0.4022		0.9796	0.9980	0.0029	0.0332	0.5000	0.5000	0.0133	0.0680	0.9488	0.8803	0.9904		0.6416	0.5722
ANZ*CAR	1	0.9840	0.4149	0.0237		0.9545	0.9712	0.5850	0.9191	0.3225	0.3225	0.9574	0.8204	0.6458	0.7367	0.1404		0.7219	0.5930
Error	46																		

LAN lance, ANZ anzuelo, CAR carnada, g.l. grados de libertad, TAS tasa de captura, BOC boca, TRA tragado, CUE cuerpo TAL talla, PES peso, * Significativo con P<0.05, ** Significativo con P<0.01.

V. DISCUSIÓN

Los barcos Pargo V, Don Rodo III y Doña Delfina M. en los que se realizó este estudio son barcos camaroneros adaptados con tambores hidráulicos y tienen una autonomía de pesca comercial de hasta 30 días. El tiempo de pesca en promedio es de 20 a 25 días con unos 15 a 16 lances aproximadamente que pueden incrementarse hasta 30 días con 24 lances. El número de días puede disminuir como el número de lances, si las capturas promedio diarias son abundantes completando el viaje con capturas mayores a 15 toneladas. Normalmente el capitán de la embarcación procura realizar el tiempo de deriva en periodo nocturno, pero cuando es muy abundante la presencia de calamar en el área de influencia del palangre de deriva se corre el riesgo que por la noche, el calamar se trague las camadas disminuyendo drásticamente la probabilidad de obtener captura. Debe tomarse en cuenta que el estudio se realizó en estos barcos en condiciones de pesca comercial por lo que los resultados obtenidos de las características del ciclo de pesca de las embarcaciones están referidas a la operación de la longitud total del palangre de 50 km con aproximadamente 800 anzuelos de los cuales 400 correspondieron al experimento y en cuyo caso no interfirió en cambios sustanciales de las operaciones de pesca. En embarcaciones donde gran parte de las operaciones del palangre de deriva son automatizadas, los tiempos de calado y virado del ciclo de pesca pueden reducirse sustancialmente permitiendo operar mayor longitud de línea madre y mayor número de anzuelos. Santana-Hernández (1997) reporta de un estudio realizado en la ZEE del Pacífico mexicano con embarcaciones mayores a 40 m de eslora donde casi la totalidad de las maniobras de cubierta han sido automatizadas, emplearon de 4 a 5 horas para realizar el calado de 70 a 80 km de línea madre con un promedio

de 1360 anzuelos y cobrados de 8 a 12 horas, mientras que en la embarcación donde se realizó este estudio el calado duró entre 2.9 a 4.1 horas y el cobrado de 4.8 a 10.1 horas pero solo se manejaron 800 anzuelos. También una disminución de los tiempos de calado y virado del arte de pesca permite incrementar el tiempo destinado a la exploración de concentraciones de recursos a capturar, lo que puede aumentar la eficiencia de trabajo de la embarcación (Bucki, 1991).

En gran medida el éxito de captura de la embarcación está relacionado con la experiencia y la estrategia que los capitanes desarrollan para seleccionar la zona de pesca en donde calar el palangre y cuándo decidir si es conveniente realizar exploración de nuevos caladeros. Los capitanes normalmente utilizan como referencia la temperatura superficial del mar y registros de sus capturas anteriores, con referencias temporales-espaciales asociadas a la temperatura superficial. En un estudio sobre la estructura de las comunidades de pelágicos mayores en relación con la temperatura superficial del mar en el Pacífico mexicano, Santana-Hernández (2001) encontró, en un intervalo de temperatura de 17 a 31 °C, que la abundancia relativa (Número de organismos/1000 anzuelos) de nueve especies fue posible separarlos en dos grupos como respuesta al gradiente de temperatura, el primero para aguas cálidas (27 a 31 °C) integrado por pez vela, dorado, tiburón volador, atún aleta amarilla y tiburón martillo; y el segundo para temperatura templadas (18 a 26 °C) formado por tiburón zorro, marlin rayado, pez espada y tiburón azul. La composición del segundo grupo concuerda en su mayoría con la composición de la captura obtenida en este experimento donde el rango de temperaturas registradas fue ligeramente más estrecho de 20 a 25 °C en donde la temperatura de 20.5 °C mostró la mayor tasa de la captura total.

Esta distribución de la tasa de captura con la temperatura corrobora la intención de los pescadores de considerar a la temperatura superficial del mar como uno de los factores más importantes en sus estrategias de pesca, para seleccionar la zona donde calarán el palangre de deriva. La fase lunar es considerada también por los pescadores, sin embargo, el índice lunar tiene poco efecto en la captura al tiburón azul, pero es más pronunciado en las CPUE del pez espada (Bigelow *et al.*, 1999).

Los resultados del análisis de la captura total están fuertemente influenciados por la presencia del tiburón azul que representó el 73.6 % de la composición de la captura total y el 85.1 % del total de tiburones capturados. La presencia del tiburón azul inclusive puede llegar a representar hasta 95 % de la captura total, con lo que se puede afirmar que es la especie más importante de las pesquerías de la costa occidental y sur de la península de Baja California (Carrera-Fernández, 2004).

Del total de las especies capturadas de acuerdo con la definición de Hall (1996) los tiburones, las especies de pico (marlin azul, marlin rayado, pez espada y pez vela) y el dorado son la porción retenida que tiene valor comercial (catch) considerando a los tiburones como la especie objeto de captura primaria, mientras que las otras especies se consideran como especies objeto de captura secundaria. Cabe destacar que cuando los volúmenes de captura de dorado, pez vela, marlin azul, pez espada y pez vela son muy bajos, entonces se retienen para consumo de la tripulación. El descarte muerto (by-catch) solo se presentó cuando los organismos capturados fueron dañados por ataque de tiburón o calamar gigante y por tales circunstancias no se pueden comercializar o no son aptos para el consumo humano, lo cual se presentó de manera esporádica durante todo el estudio. El guajo, atunes y mantas fueron retenidos en la embarcación, como tradicionalmente lo han hecho, para

consumo de la tripulación cuando es bajo el volumen de captura. Las especies de tortugas y rayas representan la porción de la captura total que es liberada viva al mar (release), la primera por disposiciones legales y la segunda por no presentar valor comercial. La forma de clasificar la captura total puede crear confusión por los diferentes criterios que se consideran para definir los conceptos: captura total, pesca incidental, descarte, especie objeto de captura y no-objeto de captura, de acuerdo con el destino que se le da a las especies capturadas por cuestiones económicas, legales, ambientales, enfoque de la investigación etc. (Murawski, 1992; Alverson *et al.*, 1994; Hall *et al.*, 2000)

Algunos autores como McCaughran (1992) definen la captura incidental (*by-catch*) como la porción de la captura que se regresa al mar como resultado de consideraciones económicas, legales o personales más la captura retenida de especies no-objeto de captura. Domingo *et al.* (2002) de acuerdo con la finalidad de su investigación presenta las siguientes definiciones: Captura total es toda la captura interceptada por el arte y que se encuentra en el mismo en el momento del virado; Captura perdida es la parte de la captura total que se desprende del arte en el momento del virado, por las maniobras de pesca o acción directa del pescador en forma voluntaria o involuntaria, tanto viva como muerta o con muy pocas expectativas de vida; Captura bruta es toda la captura que es izada a bordo; Captura descartada es la captura que es devuelta al mar, viva o muerta, que no ha sufrido procesamiento alguno y los elasmobranchios a los cuales se les extrae únicamente las aletas y se devuelven al mar, generalmente muertos o sin expectativas de vida; y Captura neta es la captura retenida en el barco para su comercialización y/o consumo.

La principal preocupación en las pesquerías comerciales es el problema del descarte que se considera como un desperdicio. Alverson *et al.* (1994) ha estimado un descarte promedio en un rango de 17.9 a 39.5 MTm con un promedio de 27.0 millones de toneladas métricas cada año en las pesquerías comerciales, siendo la mayor cantidad en el noroeste del Océano Pacífico. De los cuatro mayores grupos de artes de pesca, las redes de arrastre para camarón son las que generan el mayor descarte siguiendo en la lista el arrastre de fondo, palangres y trampas. De acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio, se puede considerar que la pesquería de tiburón con el uso del palangre de deriva no presenta problemas de descarte muerto (by-catch) por el reducido porcentaje que se presentó y que prácticamente el total de descarte fue de organismos vivos que se regresan al mar y no sobrepasaron el 0.61 % de la captura total. Sin embargo, uno de los principales problemas de esta pesquería es un conflicto de intereses entre la pesca comercial y la pesca deportiva al compartir el aprovechamiento de los recursos de pelágicos mayores en los que se encuentran el marlin azul, Marlin rayado, pez espada, pez vela y dorados (Santana-Hernández, 2001). Dentro de algunas medidas consideradas para regular estas pesquerías se encuentra el uso obligatorio del anzuelo circular con un tamaño mínimo de 64 mm de largo y 22 mm de abertura por lo menos en las profundidades más someras de operación, que corresponden al reinal más cercano a cada orinque del palangre en las pesquerías de mediana altura y de altura (Diario Oficial de la federación, 2007). Sin embargo, los resultados del estudio mostraron que no se presentaron diferencias significativas entre el anzuelo circular y el anzuelo recto en la tasa y peso de la captura de tiburones y especies asociadas. Para el caso de la captura de tiburón azul estos resultados son consistentes con otros estudio como el

de Yokota *et al.* (2006) en la costa oeste de Pacífico Norte de Japón, que utilizando un anzuelo atunero convencional (tamaño estándar japonés; 3.8 sun) y dos anzuelos circulares (4.3 sun y 5.2 sun) no encontraron diferencia significativa en la tasa de captura de tiburón azul (el tiburón azul fue la especie predominante), sin embargo, la tasa de captura fue afectada significativamente por las diferencias en la operación (lances). Pocos experimentos han investigado el efecto del anzuelo circular en la tasa de captura de tiburones pelágicos (Yokota *et al.*, 2006). Sin embargo, en pesquerías donde el tiburón no es la especie objeto de captura, como en las pesquerías comerciales de líneas con anzuelo del Norte de Carolina, USA, Bachelier y Bukel (2004) en una evaluación de cuatro tipos y tamaños de anzuelos ("J" 5/0, "J" 7/0, "J" 9/0 y circular 12/0) encontraron variaciones en la captura diaria (ANOVA; $F=3.67$, d.f. =17, $P<0.01$) y por el tipo de anzuelo (ANOVA; $F=3.01$, d.f. =3, $P<0.038$) de la captura de tiburones.

La forma de retención juega un papel importante también en la probabilidad de escape de la presa; se considera que un anzuelo enganchado en el tracto digestivo (tragado) representa mayor dificultad para que la presa pueda escapar, sin embargo, para el caso del enganche por la boca de tiburones y otras especies (picudos, tortugas y dorado), con el anzuelo circular se observó que por su forma es difícil removerlo sin cortar la sección de su fijación o cortar el anzuelo, lo que no sucedió con el anzuelo recto. Se puede considerar que el anzuelo circular por su mayor índice de anchura, longitud frontal y menor abertura le dan una mayor tendencia a formar un círculo y su ángulo de ataque con orientación hacia adentro de la boca, le proporcionan características de diseño que le permite mediante un mínimo contacto con la presa, engancharla rápidamente (Johannes, 1981; Cooke y Suski, 2004). Esto

podría explicar el porqué el anzuelo circular puede enganchar por la boca al tener el primer contacto (Kaimmer, 1999), lo mismo sucede con la retención por el cuerpo (aletas, tronco y pedúnculo caudal) en donde el enganche es más difícil. El mayor interés del diseño del anzuelo circular y su forma de retención está enfocado, en las pesquerías del mundo, en reducir los daños y la mortalidad relacionada con el proceso de enganche del anzuelo, sobre todo en la relación captura- liberación para una adecuado manejo de pesquerías en el que es importante realizar la liberación de la presa, con un creciente interés en evitar y reducir la captura de tortugas y aves marinas (Cooke y Susky, 2004; Bacheler y Buckel, 2004; Watson *et al.*, 2004; FAO, 2004; Kerstter y Graves 2006; Yokota *et al.*, 2006).

La diferencia significativa en la tasa de captura, se presentó en el experimento, con el tipo de carnada y probablemente esté relacionada con la diferencia en las características de atracción entre el calamar y la lisa. El éxito de captura de las artes de pesca que utilizan carnadas, esta basado en que la actividad fundamental de la vida de los animales es buscar y capturar su alimento (Lekkeborg, 1994). El olor que desprende la carnada es una de sus principales características de atracción que permite estimular el comportamiento del pez en buscar el alimento y provocar el contacto del animal con el arte de pesca para aumentar la probabilidad de su captura. Tradicionalmente se utiliza carnada natural en los palangres y la selección de su tipo está basada principalmente en la experiencia del pescador, su disponibilidad y su precio (Blaha, 2003). En la pesca dirigida a tiburones tradicionalmente se utiliza la carnada de calamar, barrilete, lisa y macarela (Santana-Hernández, 1998). Otro aspecto que también tiene influencia en los resultados de captura, es la posición de la carnada en el anzuelo ya que Broadhurst

y Hazin (2001) en un estudio para evaluar la influencia del tipo y la orientación de la camada en la captura de pez espada en el noreste de Brasil encontraron que la camada de macarela en posición vertical en comparación con calamar es menos efectiva, sin embargo, cuando la macarela fue encamada en posición horizontal mejoró sustancialmente su rendimiento relativo (sin diferencia significativa) en el número y peso del total de peces y pez espada capturados.

La media de la tasa de la captura total fue significativamente superior para la camada de calamar y el experimento confirmó, lo que de manera empírica reportan los pescadores que el calamar es más "efectivo" para obtener mejores capturas. Sin embargo desde el punto de vista del costo de la camada, en la comparación de precio por tonelada de ambas camadas, el calamar tiene un valor aproximadamente un 20% mayor que la lisa y por rendimiento en número de camadas, esta última rinde aproximadamente 2.25 veces mas camadas que el calamar por tonelada. Esto hace que la lisa, en comparación con el calamar represente menor costo y quizá esta sea una de las razones por lo que los pescadores, de manera rutinaria, en la pesca con el palangre de deriva encaman los anzuelos con calamar como camada principal e intercalen camadas de lisa cada 3 o 4 anzuelos.

También debe tomarse en consideración que la camada juega un papel importante en el éxito de la pesca, relacionada con los hábitos alimentarios de las especies a capturar. En este aspecto el calamar es una especie relativamente abundante en la zona donde se realizó el estudio por lo que tiene importancia como disponibilidad de alimento, lo que no sucede con la lisa que presenta una distribución en aguas costeras principalmente lagunar-estuarinas (Ibáñez y LLeonart, 1996).

Podría ser probable que el tipo de camada permitiera una disminución de la captura incidental de dorado en la pesca comercial. Los dorados son peces depredadores visuales que se alimentan de peces teleósteos y cefalópodos (Oxenford y Hunte, 1999) y de acuerdo con los resultados obtenidos por Aguilar-Palomino *et al.* (1998) en un estudio realizado sobre los aspectos alimentarios del dorado frente a las costas de Cabo San Lucas B.C.S., en el que analizando cualitativa y cuantitativamente 500 estómagos de dorado, encontró 51 especies presa en su componente alimentario con 56 % de peces, 23.1 % de cefalópodos y 20 % de crustáceos, donde el mayor porcentaje de índice de importancia relativa (IIR) lo presentó la especie de calamar gigante (*D. gigas*). Quizá esta preferencia del dorado por el calamar podría ser una de las principales razones por lo que en las comparaciones de medias obtenida en este estudio, la camada de lisa resultó inferior en 60.4 % en la tasa de captura de dorado en comparación con el calamar. El efecto del tipo de camada en la tasa de la captura total fue menos pronunciado resultando que el valor medio de la camada de lisa solo fue 9.5 % menor que la media de la camada de calamar. Otro aspecto que también puede ser importante en el descarte, es el resultado de la interacción del tipo de camada con el tipo de anzuelo en la forma de retención por el tracto digestivo del dorado, en el cual la combinación circular*calamar no presentó retención, mientras que esta combinación produjo una media superior de retención por la boca del total de los organismos capturados.

VI. CONCLUSIONES

1. El tiburón azul *Prionace glauca* fue la especie predominante con un 73.6 % de la captura total y 85.1 % del grupo de tiburones por lo que se le puede considerar como la especie más importante en esta pesquería por su volumen de captura.
2. Por los resultados de la tasa de captura total, se encontró una aparente disminución de la disponibilidad del recurso del 2005 al 2006 con una ligera recuperación para la temporada de invierno-primavera del 2006.
3. Para los fines de localización de la mejor zona de pesca para calar el palangre en busca de la principal especie objeto de captura de esta pesquería, se puede tomar como referencia la temperatura superficial del mar de 20.5° C en la que se encontró la mayor tasa de captura del total.
4. El tipo de anzuelo no presentó efecto significativo en la tasa de captura de las especies de tiburón, especies asociadas y de la captura total.
5. El efecto significativo que el tipo de anzuelo presentó, está relacionado con la forma de retención de la captura total, forma de retención y talla de tiburón azul. El anzuelo circular resultó con una media superior en la retención por la boca de la captura total y en boca, cuerpo y talla del tiburón azul, mientras que el anzuelo recto fue superior en la retención por el tracto digestivo de la captura total.

6. La influencia de la camada fue más amplia que la del anzuelo, afectando significativamente ($P < 0.05$) los resultados de captura del tiburón azul, tiburón jaquetón, dorado y captura total.

7. La camada de calamar resultó con una media superior a la camada de lisa, en la tasa de captura de tiburón azul, tiburón jaquetón, dorado y captura total; en la forma de retención por la boca de tiburón azul, dorado y captura total; en la forma de retención por el tracto digestivo del tiburón azul y captura total; talla de tiburón jaquetón, talla y peso de dorado.

8. La camada de lisa presentó una media superior a la camada de calamar solo en la retención por el cuerpo de la captura total.

9. La forma de retención por la boca tanto del tiburón azul como de la captura total y la forma de retención por el tracto digestivo del dorado, se vieron afectados por la interacción del anzuelo y la camada. Una combinación circular*calamar provocó una meda superior en la retención por la boca del tiburón azul y captura total y una combinación recto*calamar resultó con una media superior en la retención por el tracto digestivo del dorado.

VII. RECOMENDACIONES

1. Debido a que los viajes de pesca experimental se realizaron a bordo de barcos de pesca comercial y en periodos difíciles de programar, los resultados de las capturas obtenidas no representaron adecuadamente todo el ciclo anual, de modo que sería recomendable contar con suficientes datos que incluyeran las variables espaciales y temporales, por ser factores que influyen en el éxito de captura de las especies que son vulnerables al sistema de pesca con palangre de deriva.

2. Uno de los objetivos del experimento estuvo enfocado a determinar el efecto de dos tipos de anzuelo, el recto y el circular, en donde el primero ha sido usado tradicionalmente para la pesca de tiburón. En virtud de que los resultados indicaron que el anzuelo tipo circular o "garra de águila" no afecta los resultados de captura respecto al anzuelo tipo recto, se recomienda dar continuidad a las investigaciones con el objetivo de determinar entre las mejores opciones del anzuelo tipo circular, ya que de acuerdo con la NOM-029-PESC-2006, es conveniente sustituirlo para proteger a las tortugas marinas que sean enganchadas de manera incidental.

3.- Los resultados del experimento también indicaron que entre los dos tipos de carnada utilizada, lisa y calamar, este último fue el que favoreció más al rendimiento de la captura. Sin embargo, considerando que los hábitos y preferencias alimentarios de las especies dominantes son muy amplios, se recomienda que en experimentos posteriores se incluyan otros tipos de carnada que podrían ser de macarela *Scomber japonicus* y barrilete *Katsuwonus pelamis* y *Euthynnus lineatus* que han sido usadas en experimentos realizados en otras regiones del Pacífico mexicano.

VIII. LITERATURA CITADA

- Aguilar-Palomino, B., Galván-Magaña, F., Abitia-Cárdenas, L.A., Muhlia-Melo, A.F. y Rodríguez-Romero, J.R. 1998. Aspecto alimentario del dorado *Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758 en Cabo San Lucas, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas*, 24(3):253-265.
- Alverson, D.L., Freeberg, M.H., Pope, J.G. and Murawski, S.A. 1994. A global assessment of fisheries bycatch and discards. FAO Fisheries Technical Paper. No. 339. Rome, FAO. 233p.
- Applegate, S.P., Espinosa, A.L., Menchaca, L.L.B. y Sotelo, M.F. 1979. Tiburones mexicanos. D.G.C. y T. M. México. 146p
- Applegate, S.P., Espinosa, A.L., Menchaca, L.L.B. y Sotelo, M.F. 1994. El tiburón y su entorno. UECy TM. México. 222p.
- Arocha, F., Tavares, R. Silva, J. and Marcano, L. A. 2005. Blue shark (*Prionace glauca*) length composition from the Venezuela longline fleet in the northwestern Atlantic: period 1994-2003. *Col.Vol.Sci.ICCAT*, 58(3): 942-950.
- Bach, P., Travassos, P. and Gaertner, D. 2006. Why the number of hooks per basket (HPB) is not a good Proxy indicator of the maximum fishing depth in drifting longline fisheries?. *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT*. 59 (2): 701-7015.
- Bacheler, N. M. and Buckel J. A., 2004. Does hook type influence the catch rate, size, and injury of grouper in a North Carolina commercial fishery? *Fish. Res.* 69, 303.
- Baranov, F.I. 1976. Selected works of fishing gear. Vol.1 Commercial fishing

techniques. Israel Program for Scientific Translations. Jerusalem. 631p.

- Bigelow, K.A., Boggs, C.H. , and He, X. 1999. Environmental effects on swordfish and shark catch rate in the US North Pacific longline fishery. *Fish. Oceanog.* 8:3, 178-198.
- Bizzarro, J.J. 1998. A Field Guide to the Elasmobranchs of the Gulf of California. 108p.
- Bjordal, A. and Løkkeborg, S. 1996. Longline. Fishing News Books. England.156p.
- Blaha, F.I. 2003. Bait for longlining fishery on Snapper (*Pagrus auratus*). Alaska Sea Grant College Program. AK-SG-03-01.
- Block, B.A., Booth, D. and Carey, F.G. 1992. Direct measurement of swimming speed and depth of blue marlin. *J. esp. Biol.* 166, 267-284.
- Boggs, C.H. 1992. Depth, capture time, and hooked longevity of longline-caught pelagic fish: Timing byte of fish with chips. *Fishery Bulletin* 90: 642-658.
- Brandt, A. von. 1984. Fish catching methods of the world. Fishing News Books. England. 418p.
- Brill, R.W., Holts D.B., Chang, R.K.F., Sullivan, S., Dewar, H. and Carey, F.G. 1993. Vertical and horizontal movements of striped marlin (*Tetrapturus audax*) near the Hawaiian Island, determined by ultrasonic telemetry, with simultaneous measurement of oceanic currents. *Marine Biology* 117, 567-574.
- Broadhurst, M.K. and Hazin H.V. 2001. Influences of type and orientation of bait on catch of swordfish (*Xiphias gadius*) and other species in artisanal sub-surface longline fishery off northeastern Brazil. *Fisheries Research* 53 (2001) 169-179.

- Bucki, F. 1981. Diseño de las artes de pesca. Parte II. Serie de Materiales Didácticos en Ciencia y Tecnología del Mar. México.108p.
- Bucki, F. 1984. Materiales pesqueros 2º parte. Serie de textos didácticos en ciencia y tecnología del mar. SEP. México.142p
- Bucki, F. 1991. Propiedades del diseño y de la explotación técnica de los barcos pesqueros. Serie de textos didácticos en ciencia y tecnología del mar. SEP. México.271p.
- Campana, S., L. Marks, W. Joyce, and Kohler, N.. 2004. Influence of recreational and commercial fishing on the blue shark (*Prionace glauca*) population in Atlantic Canadian Waters. Canadian Science Advisory Secretariat Research Document 2004/069. 67 pp.
- Carrera- Fernandez, F. M. 2004. Biología reproductiva del tiburón azul *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) en la costa occidental de la Baja California sur, México. Tesis de Maestría en Ciencia. CICIMAR-IPN. México. 67p.
- Carpenter, K.E. and Niem, V.H. (eds). 1998. FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Volume 2. Cephalopods, crustaceans, holothurians and sharks. Rome, FAO. 687-1396 p.
- Castañeda, 1992. Diseño de experimentos aplicados: agronomía, biología, química, industria, ciencias sociales y ciencias de la salud. Editorial Trillas. México. 344p.
- Castro-Aguirre, J.L. y Espinosa H.P. 1996. VII. Catálogo Sistemático de las Rayas y Especies Afines de México (Chondrichthyes:Elasmobranchii;

- Rajiformes:Batoideomorpha) Listados Faunísticos de México. México. 75p.
- Castro, J.I., Woodley, C.M., and Brudek, R.L. 1999. A preliminary evaluation of the status of shark species. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 380. Rome, FAO. 72p.
- Cervantes, J.L. 1999. Pesca de prospección ribereña con palangres en la Bahía de Banderas (Nayarit-Jalisco), México. IV congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar en Mazatlán, Sin. México.
- Cervantes, J. L. y Fiol, O. J. 2002. Eficiencia de cuatro tamaños de anzuelo utilizados en pesca exploratoria en la costa occidental de Baja California Sur, México. IX Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar. Nuevo Vallarta, Nay.
- Compagno, L.J.V. 1984a. FAO species catalogue. Vol. 4. sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Part 1. Hexanchiformes to Lamniformes . *FAO Fish. Synop.*, (125)Vol.4,Pt.1:249p.
- Compagno, L.J.V. 1984b. FAO species catalogue. Vol. 4. sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Part 2. Carxharhiniformes . *FAO Fish. Synop.*, (125)Vol.4,Pt.2:251-615.
- Conapesca-INP. 2004. Plan de Acción Nacional para el Manejo y Conservación de Tiburones, Rayas, y especies afines en México. Comisión Nacional de la Pesca y alimentación. Mazatlán, México. 85p.
- Cooke, S.J., and Suski C.D., 2004. Are circle hooks an effective tool for conserving marine and freshwater recreational catch-and-release fisheries?. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 14: 299-326.

- Diario Oficial de la Federación. 2007. Norma oficial mexicana. NOM-029-PESC-2006. Pesca responsable de tiburones y rayas. Especificación para su aprovechamiento. Miércoles 14 de febrero de 2007. Primera sección. 43 pp.
- Domingo, A., Mora, O. y Comes, M. 2002. Evolución de las capturas de elasmobranquios pelágicos en la pesquería de atunes de Uruguay, con énfasis en los tiburones azul (*Prionace glauca*), moro, (*Isurus oxyrinchus*) y porbeagle (*Lamna nasus*). Col.Val. Sci. ICCAT, 54 (4):1406-1420.
- Cortez-Zaragoza, E., Dalzell, P. and Pauly, D., 1989. Hook selectivity of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) caught off Darigayos Cove, La Union, Philippines. *J. Appl. Ichthyol.* 1: 12-17.
- Engås, A. and Lökkeborg, S. 1994. Abundance estimation using Bottom gillnet and Ionline – The role of fish behaviour. *Marine Fish Behaviour in Capture and Abundance estimation.* 134-165.
- Espinosa, P.H., Castro-Aguirre, J.L. y Huidobro, C. L.. 2004. Listados Faunísticos de México. IX Catálogo sistemático de tiburones (Elasmobranchii:Selachimorpha). Instituto de Biología, UNAM. México, D. F. 134 p.
- FAO. 2004. Technical consultation on sea turtle conservation and fisheries. Fisheries Report No. 765. 32p.
- Fréon, P., and Misund, O. A. 1999. Dynamics of Pelagic Fish Distribution and Behaviour: Effects on Fisheries and Stock Assessment. Fishing News Books, Blackwell Science Ltd, Oxford. 348 pp.
- Fridman, A.L. 1973. Theory and design of commercial fishing gear. Israel Program

- for Scientific Translations. Jerusalem. 489p.
- Furevik, D.G. 1994. Behaviour of fish in reaction to pots. Marine fish behavior in capture and abundance estimation. Fishing News Books. London England. 221 p.
- Galeana, V. I., Aguilar, R. J. Ramos, H. A. y Murillo, O. A. 2004. Selectividad de anzuelos en palangres de deriva para la captura de tiburones en embarcaciones de mediana altura con base en Mazatlán, Sin. Memorias del XI Congreso de Ciencia y Tecnología del Mar. Ensenada, B.C.N.
- Hall, M. A. 1996. On bycatch. Review of Fish Biology and Fisheries 6, 319-352.
- Hall, M.A., Alverson, D.L. and Metuzals, K.I. 2000. By-catch: Problems and solutions. Marine Pollution Bulletin. Vol. 41, (1-6), 204-219.
- Herrera, H.J, G. y Barrera, S.A. 2001. Análisis estadístico de experimentos pecuarios (utilizando el programa SAS). Manual de procedimientos. Colegio de Posgraduados del Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. México.110p.
- Hovgård, H. and H. Lassen. 2000. Manual on estimation of selectivity for gillnet and longline gears in abundance surveys. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 397. Rome, FAO. 84p.
- Ibáñez, A.A.L. and LLeonart, J. 1996. Relative growth and comparative morphometrics of *Mugil cephalus* L. and *M. curema* V. in the Gulf of Mexico. *SCI. MAR.* 6D(2-3):361-368.
- Jacobsen, J. H. and Joensen, J. 2004. comparison of bait in longline fishery. BSc. Thesis. University of Foroe Island. 54p.

- Johannes, R.E. 1981. Words of the Lagoon : Fishing and Marine Lore in the Palau District of Micronesia. University of California Press, Los Angeles , CA.
- Johannessen, T. , Fernö, A., and Løkkeborg. S. 1993. Behaviour of cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) in relation to various size of long-line bait. ICES mar. Sci. Symp., 196, 47-57.
- Johnstone, A.D.F. and Hawkins, A.D. 1981. A Methods Testing the Effectiveness of Different fishing Baits in the sea. Scottish Fisheries Information Pamphlet Number 3, ISSN 0309 9105. 7p.
- Kaimmer, S. 1999. Direct observation on the hooking behavior on Pacific halibut, *Hippoglossus stenolepis*. Fish. Bull. 97:873-883.
- Kerstetter, D.W. and Graves, J.E., 2006. Effects of the circle versus J Kerstetter, D.W., Graves, J.E., 2006. Effects of the circle versus J-style hooks on target and no-target species in a pelagic longline fisheries. Fish. Res. 80, 239-250.
- Kiyota, M., Nakano, H., Matsunaga H. and Minami H. 2003. Research Activities and fishery management for the solution of incidental catch of sharks, seabirds and sea turtles in Japanese tuna longline fishing. Standing Committee on Tuna and Billfish 16. Working Paper BBRG-10. 7 p.
- Litvinov, F. F. 2006. On the role of dense aggregations of males and juveniles in the functional structure of the range of the blue shark *Prionace glauca*. Journal of Ichthyology. 46(8)613-624.
- Løkkeborg, S. and Bjørndal, Å. 1992. Species and size selectivity in long line fishing: a review. Fish. Res., 13 311-22.
- Løkkeborg, S. 1994. Fish Behavior and Longline. Marine fish behavior in capture

- and abundance estimation. Fishing News Books. London England. 221 p.
- Lekkeborg, S. and Bjordal, Å. 1995. Size-selective effects of increasing bait size by using an inedible body on longline hooks. *Fisheries Research* 24: 273-279.
- Martínez, G. A. 1983. *Introducción al SAS Statistical Analysis System Sistema para Análisis Estadístico..* Colegio de Postgraduados Centro de Estadística y Cálculo. México. 166p.
- McCaughran, D. A. 1992. Standardized nomenclature and methods of defining bycatch levels and implication. In *Proceeding of the National Industry Bycatch Workshop, 4-6 February , Newport, OR*, eds. R. W. Schoning, R. W. Jacobson, D. L. Alverson, T. H. Gentle and J. Auyong. Natural Resources Consultants, Inc. Seattle, Washington DC.
- Musick, L.A., Burgess, G., Cailliet, G., Camhi, M. and Fordham, S. 2000. Management of shark and their Relative (Elasmobranchii). AFS policy statement. *Fisheries*. Vol. 25, No.3
- Montgomery, D.C. 1976. *Design and analysis of experiments*. John Wiley & Sons, New York. 418 pp.
- Murawski, S.A. 1992. The challenges of finding solutions in multispecies fisheries. In: *Proceedings of the National Industry Bycatch Workshop, February 4-6, 1992, Newport, Oregon*. Schoning, R.W., R.W. Jacobson, D.L. Alverson, T.G. Gentle, and Jan Auyong, eds. Natural Resources Consultants, Inc., Seattle, Washington. pp. 35-45.
- Nakano, H. 1994. Age, reproduction and migration of blue shark in the North Pacific Ocean. *Bulletin of the National Research Institute of Far Seas*

- Nédélec, C. y Prado, J. 1999. Definición y clasificación de las diversas categorías de artes de pesca. FAO documento técnico de pesca 222 REV./Rév.1.92p.
- Nomura, M. and Yamazaki, T..1975. Fishing Techniques. Japan International cooperation Agency. Tokio.206 p.
- Otway, N.M. and Craig, J.R., 1993. Effects of hook size on the catches of undersized snapper, *Pagrus auratus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 93: 9–15.
- Oxenford, H.A. and Hunte, W. 1999. Feeding habitat of the dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the eastern Caribbean. *SCT.MAR.* 63 (3-4) : 303-305.
- Pope J.A., Margetts, A.R., Hamley, J.M. y Akyüz, E.F. 1983. Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. Parte 3.Selectividad del arte de pesca. FAO Doc.Tec. Pesca, (41)Re.. 1:56 p.
- Pratt, H.L. 1979. Reproduction in the blue shark, *Prionace glauca*. *Fisheries Bulletin* 77:445-470.
- Quinn, T.J., Deriso, R.B. and Hoag, S.H., 1985. Methods of population assessment of Pacific halibut. *Int. Pac. Halib. Comm. Sci. Rep.*, 72. 52 pp.
- Ralston, S., 1982. Influence of hook size in the Hawaiian deep-sea handline fishery. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39: 1297–1302.
- Rodríguez de la Cruz, M.C., Rosales J. F. y Ramos, M. A.1996. Pesquerías Artesanales de tiburón en la costa Sonorense y algunas medidas preventivas para su ordenamiento. *Rev. Oceanología*. Volumen 1. Número 9.SEP

Sagarpa. 2003a. Cancelación de la Norma Oficial Mexicana NOM-029-2000.

Obtenido de la red mundial.

http://www.sagarpa.gob.mx/pesca/normatividad/normas/23Norma_DGOPA/nom029_canc..04/01/2003

Sagarpa. 2003b. NOM-029-2000. Obtenido de la red mundial.

<http://www.sagarpa.gob.mx/pesca/normatividad/normas/Nom29PESC2000.doc.04/01/2003>

Sagarpa. 2004. Guía para la identificación de las principales especies de Rayas de México. Conapesca. México.

Sagarpa. 2005. Guía para la identificación de Tiburones de importancia comercial en el Océano Pacífico. Conapesca. México.

Sainsbury, J.C. 1971. Comercial fishing gear methods- an introduction to vessel and gear. Fishing News Books Ltd. England. 119p.

Santana-Hernández, H. 1997. Relación del éxito de la pesca palangrera con la temperatura superficial y la profundidad en le Pacífico mexicano. Tesis de Maestría. Fac. de C. de la UNAM. México. 89p.

Santana-Hernández, H., Macías-Zamora, R. y Valdez-Flores, J. J. 1998. Selectividad del sistema de palangre utilizado por la flota mexicana en la Zona Económica Exclusiva. Ciencias Marinas. 24(2): 193-210.

Santana-Hernández, H. 2001. Estructura de la comunidad de pelágicos mayores capturados con palangre en el pacífico mexicano (1983-1996) y su relación con la temperatura superficial del mar. Tesis Doctoral. Posgr. Interinst. de C. pec., Fac. de Med. Vet. y Zoot. U. de Col. México. 122p.

- Santana-Hernández H. y Valdez-Flores J. 2002a. Análisis de la captura por unidad de esfuerzo de la pesquería de tiburones por barcos palangreros de altura, durante el periodo de 1983-2001. V Foro Nacional sobre atún. PNAAPD-INP. Mazatlán Sin.
- Santana-Hernández, H. y Valdez Flores. J. 2002b. Características de los sistemas de pesca considerados en la NOM-029-2002, pesca responsable de tiburón y especies afines. Especificaciones para su aprovechamiento. V Foro Nacional sobre atún. PNAAPD-INP. Mazatlán Sin.
- Secretaría de Pesca. 1994. Manual de campo para la identificación de las especies presentes en la pesca de atún. Instituto Nacional de Pesca. Programa Nacional para el aprovechamiento del atún y protección del delfín. Ensenada, B.C.N. México. 105p.
- Sharp, G. D. 1978. Behavioral and physiological properties of tuna and their effects on vulnerability to fishing gear. In: *The Physiological Ecology of tuna*. G.D. Sharp and A.E. Dizon (eds). New York etc.: Academic Press, PP 397-450.
- Sinoda, M. 1981. Competition for Baited-hooks in a Multiple Species Fishery. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*. 47(7), 843-848.
- Sparre, P. y Venema, S.C. 1995 Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1-Manual. FAO Doc. tec. pesca, (316) Re. 1:221p.
- Takeuchi, S. and Koike, A., 1969. The effect of size and shape of hook on the catching efficiency and selection curve of long-line. *J. Tokyo Uni. Fish.*, 55:119-124.

- Watson, J., Bergmann, Ch., Shah, A., Foster, D. and Epperly, S. 2004. Evaluation of 18/00 circle hook in the Gulf of Mexico Tuna Fishery. Report. U.S. Department of commerce. National Oceanographic Atmospheric Administration. NOAA Fisheries. 14p.
- Watson, J.W. and Kerstetter, D.W. 2006. Pelagic longline fishing gear. A brief history and review of research efforts to improve selectivity. Marine Technologi Society Journal. Volume 40, number 3.
- Yokota, K., Kiyota, M. and Minami, H., 2006. Shark catch in a pelagic longline fishery: comparison of circle and tuna hooks. Fish. Res. 81, 337
- Zavala, G.G. 1993. La pesca de tiburón en el estado de Veracruz. Rev. Oceanología volumen I. SEP/SEIT. México, D.F. 120 p.