

De acuerdo con la LEY FEDERAL DEL DERECHO DE AUTOR
Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de diciembre de 1996,
México.

Capítulo II De la Limitación a los Derechos Patrimoniales

Artículo 148.-

Las obras literarias y artísticas ya divulgadas podrán utilizarse, siempre que no se afecte la explotación normal de la obra, sin autorización del titular del derecho patrimonial y sin remuneración, citando invariablemente la fuente y sin alterar la obra, sólo en los siguientes casos:

I. Cita de textos, siempre que la cantidad tomada no pueda considerarse como una reproducción simulada y sustancial del contenido de la obra;

II. Reproducción de artículos, fotografías, ilustraciones y comentarios referentes a acontecimientos de actualidad, publicados por la prensa o difundidos por la radio o la televisión, o cualquier otro medio de difusión, si esto no hubiere sido expresamente prohibido por el titular del derecho;

III. Reproducción de partes de la obra, para la crítica e investigación científica, literaria o artística,

IV. *Reproducción por una sola vez, y en un sólo ejemplar, de una obra literaria o artística, para uso personal y privada de quien la hace y sin fines de lucro. Las personas morales no podrán valerse de lo dispuesto en esta fracción salvo que se trate de una institución educativa, de investigación, o que no esté dedicada a actividades mercantiles;*

V. *Reproducción de una sola copia, por parte de un archivo o biblioteca, por razones de seguridad y preservación, y que se encuentre agotada, descatalogada y en peligro de desaparecer.*

Si usted es el autor de la obra y no desea que sea visualizada a través de este medio, favor de notificarlo por escrito a:

Universidad Autónoma de Nayarit. Dirección de Desarrollo Bibliotecario. Edificio de la Biblioteca Magna. Ciudad de la Cultura Amado Nervo s/n. Col. Los Fresnos. CP. 63190. Tepic, Nayarit.

O bien-via correo electrónico a: dcb@uan.edu.mx

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NAYARIT

Área de Ciencias Biológico Agropecuarias y Pesqueras

Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias



Alternativas para reducir la captura incidental en la pesca de
arrastre del camarón, en el Golfo de Tehuantepec, México

TESIS

Que para obtener el grado de
Maestro en Ciencias
En el área terminal de Ciencias Pesqueras

Presenta:

Saúl Sarmiento Náfate

Tutor: Dr. Heriberto Santana Hernández
Cotutor: Dr. Sergio G. Castillo Vargasmachuca

Asesora: Dra. Elaine Espino Barr

San Blas, Nayarit Febrero de 2009



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO - AGROPECUARIAS

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

Por este conducto los integrantes del Comité de Revisión en el Posgrado de Ciencias Biológico Agropecuarias (CBAP) nos dirigimos a usted para comunicar que después de haber revisado el trabajo de Tesis de Maestría titulado: **"Alternativas para reducir la captura incidental en la pesca de arrastre del camarón, en el Golfo de Tehuantepec, México."**

que presenta el Ingeniero Pesquero: **Saúl Sarmiento Náfate**

tiene todos los méritos académicos y de investigación suficientes para ser presentado como Trabajo de Tesis en grado de Maestría.

Se extiende la presente a los 22 días del mes de agosto de 2008.

A T E N T A M E N T E

El Comité Tutorial

Director de Tesis

Dr. Heriberto Santana Hernández

Co Director de Tesis

Dr. Sergio Castillo Vargasmachuca

Asesora Dra. Elaine Espino Barr



INDICE

	Pag.
Resumen	1
Abstract	1
Capítulo I. Introducción, hipótesis y objetivos.	
1.1. Introducción	2
1.2. Hipótesis.	6
1.3. Objetivos.	6
1.3.1. Objetivo general.	7
1.3.2. Objetivos particulares.	7
Capítulo II. Revisión de literatura.	
2.1. Terminología	7
2.2. Definiciones técnicas.	9
2.3. Antecedentes sobre aspectos de selectividad de las redes de arrastre, estudios de la ictiofauna y oceanografía en el Pacífico Mexicano.	10
2.4. Antecedentes mundiales sobre selectividad de las redes de arrastre.	14
Capítulo III. Materiales y métodos.	
3.1. Área de estudio	19
3.2. Características del recurso.	21
3.3. Selección de la embarcación, diseño y tamaño de red.	23
3.4. Diseño y construcción de los equipos de pesca.	23
3.5. Descripción del apareamiento de los equipos de pesca.	26
3.6. Tamaño de muestra.	27
3.7. Pesca comparativa.	28
3.8. Análisis de la información.	31
Capítulo IV. Resultados.	
4.1. Características de la flota camaronera que opera en el Golfo de Tehuantepec.	32
4.2. Selección del tamaño de la embarcación, tipo y tamaño de la red de arrastre para la pesca comparativa.	43
4.3. Construcción de los equipos de pesca.	45
4.4. Lances de pesca comparativa.	48
4.5. Captura de fauna acompañante del camarón	50
4.6. Captura de camarón	55
4.7. Análisis estadístico	55
4.7.1. Efecto de la modificación de la red de arrastre en la retención de fauna acompañante.	55
4.7.2. Efecto de la profundidad sobre la proporción de fauna acompañante retenida	58
Capítulo V.- Discusión	61
Capítulo VI.- Conclusiones.	68
Capítulo VII.- Recomendaciones.	70
Capítulo VIII.- Literatura citada.	71

LISTA DE TABLAS

Tabla	Descripción	Pág.
1	Descripción del plan de trabajo diseñado de acuerdo con los resultados del censo de la flota camaronera.	24
2	Características generales de la embarcación, tipo y tamaño de red, empleada en los cruceros de pesca comparativa.	44
3	Relación de embarcaciones que se ajustan al barco "tipo" y pueden ser consideradas para realizar el estudio.	45
4	Distribución de la intensidad de muestreo por crucero de pesca comparativa.	48
5	Fauna acompañante del camarón retenida por la RC y la RM por crucero de pesca comparativa.	52
6	Nombres científicos de las especies capturadas en los lances de pesca comparativa de las redes de arrastre camaroneras.	53
7	Composición porcentual de las especies retenidas por la RC en los cruceros de pesca comparativa de redes de arrastre camaroneras.	54
8	Composición porcentual de las especies retenidas por la RM en los cruceros de pesca comparativa de redes de arrastre camaroneras.	55
9	Resultado de la ANDEVA a los datos de Fac retenida por la RC y la RM.	57
10	Resultado de la prueba de t, aplicado a los datos de Fac retenida por la RC y la RM.	57
11	Medias para la ANDEVA de dos colas, aplicada a los datos de Fac retenida por la RC y la RM.	58
12	Distribución de los estratos de profundidad, con base en el comportamiento del camarón.	59
13	Resultados de los factores estimados para comparar la Fac retenida por la RC y la RM por estrato de profundidad.	60

LISTA DE FIGURAS

Fig.	Descripción	Pág.
1	Área de estudio en el Océano Pacífico Sur, en donde se realizaron los experimentos para evaluar las redes de arrastre experimental y testigo.	19
2	Representación del ciclo biológico de los camarones de las especies <i>Litopenaeus</i> y <i>Farfantepenaeus</i> spp.	22
3	Esquema de la distribución del encabalgado en la red de arrastre camaronera.	25
4	Esquema del dispositivo excluidor de tortugas Super Shooter y posición de trabajo en la red camaronera.	25
5	Esquema del tipo de "tablas de arrastre" utilizadas en la pesca del camarón.	26
6	Esquema de apareamiento de las redes de arrastre camaronerías.	27
7	Esquema del sistema de arrastre de doble aparejo en la pesca del camarón EN EL Golfo de Tehuantepec.	29
8	Red de estaciones establecidas en los cruceros de pesca comparativa, que coincide con la red de estaciones de muestreo utilizado por el INAPESCA durante los periodos de veda de la pesca de camarón.	30
9	Histograma que ilustra la distribución por edades, de los barcos de la flota camaronera del Golfo de Tehuantepec.	32
10	Fotografía que resalta las condiciones generales de los barcos de la flota camaronera del puerto de Salina Cruz, Oaxaca.	33
11	Vista lateral en primer plano y del casco de un barco de la flota camaronera.	33
12	Histograma con la distribución de las Potencias nominales de los barcos de la flota camaronera que opera en el Golfo de Tehuantepec.	34
13	Vista general de una máquina principal CAT D-343 de 365 Hp, que es la más utilizada en los barcos camaroneros del Golfo de Tehuantepec.	34
14	Distribución de las medidas del Puntal de los barcos de la flota camaronera que opera en el Golfo de Tehuantepec.	35
15	Histograma con la distribución de las dimensiones de la de los barcos de la flota camaronera del Golfo de Tehuantepec.	35
16	Histograma con la distribución de las medidas de la eslora de los barcos de la flota camaronera del Golfo de Tehuantepec.	36
17	Histograma con la distribución de los tipos de red que se utilizan en la pesca del camarón del Golfo de Tehuantepec.	37
18	Histograma con la distribución de los tamaños de red, que se utiliza en la pesca del camarón en el Golfo de Tehuantepec.	37
19	Plano del modelo de red conocida como "Volador" (Hawaiana) con sus dimensiones y distribución de las secciones de paño.	37
20	Plano del modelo de red conocida como "Mixto" con sus dimensiones y distribución de las secciones de paño.	39
21	Plano del modelo de red conocida como "Cholo" (Fantasma, Mabaker) con la distribución y medida de los paños.	40
22	Plano del modelo de red conocida como "Intrepido" con sus dimensiones y la distribución de las secciones de paños.	41
23	Otra versión del modelo de red conocida como "Intrepido".	42
24	Fotografía del tipo de material utilizado en la construcción de las redes de arrastre.	43
25	Plano del modelo de red tipo "Volador" convencional, utilizada por el barco I, en los cruceros de pesca comparativa.	45

26	Fig. 26.- Plano del modelo de red "Volador" modificada, utilizada por el barco I, en los cruceros de pesca comparativa.	46
27	Distribución porcentual de los lances de pesca comparativa por crucero realizado.	49
28	Distribución de los lances aplicados por nivel de profundidad durante los cuatro cruceros de pesca comparativa.	
29	Distribución porcentual de la captura de camarón y Fac en los lances de pesca comparativa, en los cuatro cruceros realizados.	50
30	Fotografía que denota los altos volúmenes de retención de Fac en un lance de pesca comparativa en el periodo de veda.	51
31	Composición porcentual de la Fac obtenida durante el desarrollo de los cruceros de pesca comparativa de redes de arrastre camaroneras.	52
32	Intervalos de confianza para los promedios de Fac obtenida por la red convencional y la red modificada.	56
33	Estratos de profundidad en que se aplicaron los lances de pesca comparativa, para evaluar la operación de las convencional (RC) y modificada (RM).	59

AGRADECIMIENTOS:

A la Universidad Autónoma de Nayarit y al Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias por la oportunidad de continuar con mi superación profesional.

Al Instituto Nacional de Pesca a través de la Dirección General de Investigación Pesquera del Pacífico Sur, por el apoyo brindado durante este proceso.

Al Centro Regional de Investigación Pesquera de Salina Cruz, Oaxaca por todas las facilidades brindadas durante el proyecto de formación.

Al Ing. Andrés Antonio Seefoo Ramos, Subdirector de Tecnología de la DGIPPS del INAPESCA, por promover la superación académica dentro de Nuestra Institución, y por su constante apoyo incondicional para el buen desarrollo de mi proyecto de tesis.

Al M. C. Ignacio Méndez Gómez-Humarán, exdirector de la DGIPPS, con quien inicié mi proyecto de investigación y que por asuntos administrativos no pudimos concluirlo, pero que gracias a su apoyo y asesoría hoy puedo ver esta meta lograda.

Al Dr. Heriberto Santana Hernández, compañero y tutor de mi trabajo de tesis, por su invaluable apoyo y dedicación al manuscrito, sus atinadas observaciones y su siempre sabias recomendaciones para mejorar el documento final.

Al Dr. Sergio Castillo Vargasmachuca, por todo su apoyo para la culminación del trabajo de tesis, quien desde su trinchera aportó los elementos necesarios para finalizar el trabajo.

A la Dra. Elaine Espino Barr asesora de mi trabajo de tesis, por su constante esfuerzo y dedicación para siempre mejorar aún más el trabajo final.

Al Biol. Oswaldo Morales Pacheco director del CRIP-SCO, por todo el apoyo incondicional para el buen término del proyecto.

Al C.P. José Luis Vega Mendoza, por su apoyo en las gestiones administrativas.

A todos mis compañeros y amigos de trabajo del CRIP-SCO, que de una u otra manera sirvieron como estímulo y apoyo en la culminación del trabajo de tesis.

DEDICATORIA:

A mi Madre, como muestra de agradecimiento por su infinito amor y constante apoyo.

A María Antonia, con quien pude compartir momentos alegres y tristes a lo largo de mi superación.

A mis hijos: Saúl e Irma Monserrath con todo mi amor y como estímulo para que continúen en su camino a la superación.

En memoria de tres seres queridos: Amikar (+), Rubén (+) e Irma (+), seguramente hubiesen compartido con el mismo entusiasmo que el resto de mi familia este logro.

A mis hermanos José Ain y Sonia, y al resto de mi familia por su cariño.

A mis amigos Jesús, Aldrín, Oswaldo, Aarón, Raúl y los que en este momento se me olvidan y pido una disculpa.

-

RESUMEN

Alternativas para reducir la captura incidental en la pesca de arrastre del camarón, en el Golfo de Tehuantepec, México

La pesca de camarón en México y en el mundo ha sido y sigue siendo una actividad económica importante, ya que el aprovechamiento de este recurso genera alimento de alta calidad, empleos y divisas. Sin embargo, debido que el camarón se pesca con redes de arrastre de fondo, método que se caracteriza por su escasa selectividad debido a que retiene no solamente camarón sino una alta diversidad de especies no objetivo, ha sido motivo de polémica y foco de atención por parte de autoridades pesqueras y organizaciones no gubernamentales dedicadas a la protección del medio ambiente, quienes han manifestado su inconformidad y rechazo hacia este tipo de actividad. El problema radica en que una mínima parte de la captura de especies no objetivo es aprovechada y el resto se regresa al mar con dudosas posibilidades de recuperación. Bajo este contexto de problemática nacional y mundial, cualquier propuesta tecnológica que considere alternativas viables para disminuir la retención de los organismos marinos de la fauna acompañante del camarón, debe ser considerada y analizada para su aplicación en las pesquerías. La propuesta tecnológica analizada en este trabajo consiste en la reducción de la longitud del tunel de la red de arrastre y los resultados del experimento indican que la retención de organismos que no son objeto de captura puede ser disminuida hasta en un 50 % y un promedio de 25 %, sin afectar los rendimientos de la captura de camarón. Estos valores son significativos y la alternativa tecnológica se distingue por tener altas posibilidades de ser adoptada por los usuarios de la pesquería, ya que adicionalmente contribuye a disminuir los costos de operación por concepto de consumo de combustible.

ABSTRACT

Alternatives to reducing incidental catch in the shrimp trawling fishing in the Gulf of Tehuantepec, Mexico

The shrimp fisheries in Mexico and the world has been and is an important economic activity, since the use of this resource gives high-quality food, jobs and incomes from abroad. However, because the shrimp is fished with bottom trawling, a method characterized by a low selectivity which retains not only shrimp but a high diversity of non-target species, this activity has been a source of controversy and the center of attention of fisheries authorities and Nongovernmental organizations dedicated to environmental protection, who have expressed their dissatisfaction and rejection of this type of activity. The problem is that a fraction of the capture of non-target species is used and the rest returned to sea with dubious chances of recovery. Under this context of national and global issues, any proposal which considers technological viable alternatives to reduce the retention of marine organisms to catch shrimp, should be considered and analyzed for application in fisheries. The technological proposal analyzed in this work consists in reducing the tunnel length of the trawl net and the results of the experiment indicate that the retention of non-target organisms capture can be reduced as much as 50 % and an average of 25 % without affecting the performance of the shrimp catch. These values are significant and this technological alternative is distinguished by having high a chance of being adopted by the fishery users, because it additionally helps reduce operating costs for fuel.

I.- Introducción, hipótesis y objetivos.

1.1. Introducción

La pesquería del camarón como fuente productora de alimento y generadora de divisas ha ocupado en México un lugar importante durante varias décadas. Desde el inicio de la actividad en la década de los 20's, particularmente en 1921, se iniciaron las primeras exportaciones de camarón hacia los Estados Unidos de América desde el puerto de Topolobampo, Sin. (Ferreira, 1965).

En los años 40's surgieron las flotas camaroneras de Guaymas, Son., Mazatlán, Sin. y otras menores en Topolobampo, Sin. y en Salina Cruz, Oax., con tecnología importada de Japón. Sin embargo, fue hasta la década de los cincuenta cuando los pescadores nacionales iniciaron el aprovechamiento del recurso como tal, sustituyendo el uso de redes de origen japonés por las de diseño americano, caracterizada por su fácil manejo y mayor capacidad de captura (Reynaldo-Jiménez, 1986).

El desarrollo de tecnología sobre redes de arrastre se ha aplicado en diferentes momentos. El cambio de fibras naturales por los polímeros que ofrecían mayor resistencia también surtió el efecto en la industria camaronera generando equipos de pesca altamente eficientes; sin embargo, en esos tiempos la selectividad específica y multi-específica no tenía tan acaparada la atención de organizaciones como la FAO, Green Peace u otras ONG's.

Las embarcaciones que en un principio tenían alta efectividad de captura resultaron menos eficientes cuando la disponibilidad del recurso disminuyó, requiriéndose en consecuencia

un mayor esfuerzo para obtener buenas capturas o mejoras tecnológicas para obtener mayores rendimientos (Sarmiento-Náfate, 1993).

El desarrollo de la tecnología ha buscado mejorar la eficiencia de las redes de arrastre, entendido esto como el aumento en las capturas por faenas de pesca y no ha considerado incrementar la selectividad en el sentido de retener en mayor capacidad la especie de interés comercial y en la misma medida reducir la captura incidental de diversas especies.

Casi como regla general, en cualquier embarcación de la flota comercial solo se desea pescar altos volúmenes de camarón sin importar la cantidad de organismos que se desperdicien al no ser aprovechados y esto pone en riesgo la actividad de la industria camaronera, no solo por la manera y la intensidad de pescar al camarón, sino porque en esos intentos se perjudican a diversas especies que para el sector pesquero ribereño significaría una importante fuente de ingresos.

Es importante mencionar que esta problemática no es propia de la actividad camaronera del país, sino que atañe a todos los países que aprovechan el recurso camarón a través del arrastre de redes en el fondo del mar.

Muchos han sido los intentos realizados para mejorar la eficiencia en términos de selectividad multispecifica de las redes de arrastre y como ejemplo se puede mencionar a países como Argentina y Brasil, que debido a la problemática de la pesca incidental han propuesto modificaciones en las redes de arrastre (Conolly, 1992) o han considerado la

integración de dispositivos que de alguna manera permiten la exclusión de especies que no se desean capturar (Ércoli, 1989).

La fauna acompañante del camarón (Fac) son las especies no objetivo, con o sin valor comercial, que se capturan como resultado de las operaciones de la pesquería de camarón. La proporción de la captura de este grupo de especies es elevada y en ocasiones incluye a especies con alto valor comercial, de las cuales solo un pequeño porcentaje es separado con la finalidad de comercializarlo en el mercado local o nacional y el resto es regresado al mar sin posibilidades de ser aprovechado, debido a que no son especies apreciadas o no tienen la talla adecuada para ser comercializados.

La pesca de camarón con redes de arrastre produce grandes cantidades de fauna acompañante compuesta de peces y otros organismos (caracoles, medusas, cangrejos, etc.). En Cuba virtualmente toda la Fac es aprovechada, mientras que Surinam, Guyana y México se distinguen por ser países que descartan a este grupo de especies en gran escala.

De acuerdo con cifras aportadas por la FAO solo 25% de los peces capturados en la pesca del camarón se utiliza para comercializar. Esta misma organización ha dado a conocer que en promedio 27 millones de toneladas de especies de peces no objetivo se regresan al mar cada año y estima que la Fac, también conocida con el término de "descartes", oscila entre 17 y 39 millones de toneladas anuales sin incluir mamíferos marinos, aves marinas y algunos invertebrados que mueren en las operaciones pesqueras. El dato de 27 millones de toneladas representa más de la mitad de todos los peces que se producen anualmente en

capturas obtenidas por las industrias pesqueras, que tienen como destino el consumo humano directo.

Las pesquerías de arrastre de camarón en nuestro país se suman como parte importante de este problema, por lo que la captura incidental de la Fac se traduce como uno de los asuntos a resolver. Algunos países han dedicado esfuerzo a investigaciones para buscar métodos y técnicas que ayuden a disminuir la captura de la Fac. Se puede mencionar como claro ejemplo el origen del dispositivo excluidor de tortugas marinas (DET) que fue creado y utilizado inicialmente en los países bajos para eliminar peces planos y redondos que no eran objeto de captura. La técnica fue adoptada por E.U.A. en los años 70's con modificaciones para permitir el escape de medusas y ante los resultados obtenidos, estos dispositivos se enfocaron hacia la exclusión de las tortugas marinas entre las que se encuentran especies protegidas, amenazadas y en peligro de extinción.

Sin duda alguna las redes de arrastre camaroneras han generado perturbaciones en la estructura del ecosistema marino al retener organismos que no son objetos de captura, con o sin valor comercial, de tallas inferiores a las aceptadas comercialmente, se ha alterado la disponibilidad de muchas especies marinas y no se han evaluado. Los efectos negativos son mucho mayores cuando los sistemas pesqueros tienden a incrementar su número y tamaño con la intención de mejorar las capturas de camarón; este efecto es directamente proporcional a las alteraciones de las poblaciones marinas de las especies no objetivo. El uso de aditamentos como la cadena espantadora y lo que se conoce como "colas de rata", incrementan el poder de captura hacia los organismos marinos incluyendo la retención de tallas muy pequeñas de camarón, lo cual conlleva a un deterioro de la especie a la cual está

dirigida la pesca. Debido a esos efectos son consideradas como artes de pesca no selectivas, aunque este término es relativo cuando se emplea en el contexto de la tecnología pesquera.

En consideración a lo antes mencionado y en respuesta a la problemática que representan las redes de arrastre en la pesca de camarón, se ha planteado la realización de este trabajo mediante un enfoque tecnológico, dirigido a reducir la captura incidental y en especial al grupo de los peces vulnerables a este sistema de captura.

El planteamiento tiene como base la modificación de la longitud del túnel de la red de arrastre y la respuesta de los peces ante su presencia, ya que su comportamiento aunque tiene semejanza con los camarones en cuanto a locomoción, tiene una diferencia que radica en que la musculatura lateral de los peces se utiliza para todos los movimientos que están relacionados con la alimentación, migración y escape. Esto hace que la mayoría de los peces estén preparados para responder más adecuadamente para escapar del peligro y que resulta prácticamente imposible para los camarones ante una situación similar (Okonski y Martini, 1976).

El escape de los organismos es especialmente significativo ante una amenaza, pues las reacciones pueden ser muy variadas, no solamente de una especie a otra, sino que depende también de la situación en que se encuentran. Los peces pequeños tienen poca posibilidad de escape, ante una red de arrastre, pues la velocidad de operación supera a su locomoción quedando atrapados en la red, en cambio los peces grandes pueden escapar con mayor facilidad (Boddeke, 1970, 1992).

1.2.- Hipótesis

Con base en lo antes expuesto, es posible contribuir a la disminución de los organismos que penetran al interior de la red de arrastre de manera incidental, los cuales no son el objetivo de la captura, de modo que:

- Los volúmenes de fauna acompañante pueden disminuir con algunas modificaciones a la red de arrastre que normalmente se utiliza.
- Al modificar la longitud del cuerpo de la red de arrastre se puede inducir a que los peces que se han introducido sean liberados por su propio esfuerzo.
- Las modificaciones que se realicen a la red de arrastre camaronesa no tienen un efecto negativo sobre los rendimientos de la captura de camarón.

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo general

- ❖ Mejorar las características de selectividad y eficiencia de las redes de arrastre camaronas y contribuir al fomento de una actividad pesquera responsable, que permita la disminución de la pesca incidental de especies que no son objetivo de la captura.

1.3.2. Objetivos particulares

- ❖ Modificar las características de la red de arrastre para disminuir la captura de la fauna acompañante del camarón (Fac).
- ❖ Evaluar la red de arrastre camaronesa modificada contra la red de arrastre convencional y sus efectos sobre la retención de la fauna acompañante.

- ❖ Evaluar los efectos de las modificaciones de la red de arrastre sobre la captura de camarón.

II. Revisión de literatura

2.1. Terminología

El término **bycatch** puede ser utilizado tanto para definir:

- ✓ Las especies almacenadas y vendidas, que son producto de las faenas de pesca sin ser el objetivo de captura.
- ✓ Especies de distintos tamaños y sexos que son devueltos al mar como resultado de consideraciones económicas, legales o personales
- ✓ Las especies no-objetivo, conservadas y vendidas, más lo que se desecha.

Aunque estos términos pueden ampliarse dentro de estas tres categorías se tiene que:

La primera definición ha sido utilizada por varios investigadores para distinguir especie objeto de captura de otras especies que no lo son. Los autores australianos han utilizado el término "subproducto" para referir a esta forma de **bycatch**. La segunda definición ha sido utilizada generalmente por los científicos que divulgaban investigaciones sobre las pesquerías del noreste y del Pacífico occidental. Una variedad de científicos en otras áreas del mundo han utilizado la tercera definición que es constante con la usada por Saila (1983) y que consiste en "las especies no-objetivo". En algunos casos el término "retención de captura" parece haber sido utilizado alternativamente con el **bycatch** (Deweese y Ueber, 1990).

Murawski (1992) indica que el uso del término **bycatch** agrega considerable confusión a un tópico ya complejo para los científicos y administradores de recursos pesqueros y observa que este término es relativamente impreciso ya que constituye un juicio de valor y puede ser inapropiado cuando se utiliza sobre cualquier tiempo para describir un elemento dentro de una captura de multi-especies. En esencia, el " **bycatch** de ayer puede ser la pesca objetivo de hoy."

Desafortunadamente el término "bycatch" ha adquirido una connotación muy diversa en los últimos años y para muchos grupos conservacionistas de la industria pesquera y la Ley pública, **bycatch** es sinónimo de "basura".

2.2.- Definiciones técnicas

Las preocupaciones con la terminología que identifican el **bycatch** o los descartes fueron tratados en un taller en Newport, Oregon (E.U.A.), en febrero de 1992 (McCaughran, 1992). Por ello, algunos autores han decidido utilizar como términos operacionales, las siguientes definiciones, emanadas como propuestas del taller mencionado:

Captura objetivo: Captura de una especie que se busca como el camarón, las platijas, los bacalao, etc.

Captura incidental: Captura conservada de las especies no objetivo.

Captura descartada: Porción de la captura, regresada al mar como resultado de consideraciones económicas, legales, o personales.

Bycatch: Captura descartada más la captura incidental.

Tasa incidental de captura: Proporción del total de la captura la cual es captura incidental.

Tasa de descarte: Proporción del total de la captura la cual es descartada.

Tasa de mortalidad por descarte: Proporción de la captura desechada que muere como resultado de la pesca o del proceso de manejo.

Mortalidad por descarte: Tasa de mortalidad por el descarte multiplicada por la captura descartada.

Especie prohibida: Cualquier especie que se capture y por ley se regrese al mar.

Mortalidad inadvertida de la pesca: Mortalidad impuesta sobre una especie por el encuentro con el arte de pesca que no es resultado de la captura.

De acuerdo con Eayrs (2005), bycatch incluye todos los animales que no son objetivo de captura así como materiales sin vida, los cuales son capturados mientras se pesca. En la pesquería del camarón **bycatch** puede ser definido por los pescadores como cualquier cosa que no es objeto de captura y puede incluir tortugas, peces, cangrejos, tiburones, rayas y hasta piezas de coral. Algunas veces esto es llamado captura incidental.

Por otro lado **El Reglamento de la Ley de Pesca**, en su Título Primero, Capítulo I, del objeto y las definiciones en el artículo segundo párrafo III, se obtiene el siguiente concepto: ***Captura incidental:*** es la de cualquier especie no comprendida en la concesión, permiso o autorización respectiva, ocurrida de manera fortuita.

2.3.- Antecedentes sobre aspectos de selectividad de las redes de arrastre, estudios de la ictiofauna y oceanografía en el Pacífico Mexicano.

Los trabajos de investigación del recurso camarón así como sobre la evaluación de la disponibilidad de peces en la zona y en el país son diversos. Se ha estudiado ampliamente el aspecto biológico de este grupo, la migración, los estadios larvarios, la alimentación, el comportamiento de la especie ante el inminente ataque de un depredador, propuestas de manejo del recurso y la selectividad de las artes de pesca.

La pesca del camarón desde su inicio en 1927 (Ferreira, 1965; Igartua, 1992), ha tenido una evolución importante en cuanto a las artes y técnicas de captura, ya que al principio las embarcaciones se equipaban con redes de ala y arrastre denominadas de "corua" (Sarmiento-Náfaté y Gil-López, 1996) y hasta la década de los 50's fueron sustituidas por las de origen americano que son más sencillas y de fácil manejo, con un substancial incremento en la efectividad de pesca.

Las innovaciones de carácter técnico referentes al proceso de captura son escasas en el país; sin embargo, en el ámbito mundial hay intentos para mejorar el sistema de arrastre en la captura de camarón, destacando en las investigaciones sobre este rubro las de Canadá, Estados Unidos, Argentina y Brasil entre otros.

Los estudios sobre selectividad de las redes de arrastre camaroneras en el Pacífico Mexicano son escasos. Lluich-Belda (1975a y b) analizó las diversas opciones de tamaño de malla y calculó el efecto de selectividad en las redes de arrastre camaroneras y propuso

reglamentar el tamaño de malla en el Pacífico Mexicano a 57.15 mm (2 ¼") en toda la red (Cuerpo, alas y copo).

Grande-Vidal y Arias (1991) realizaron un estudio sobre selectividad de los principales tipos de redes de arrastre camaroneras utilizadas por la flota comercial de Mazatlán, Sinaloa, concluyendo que la longitud de selección del camarón capturado por la flota comercial depende del tipo o diseño de la red, tamaño de malla, condiciones de operación, estación del año y zonas de operación. Los autores resaltaron que las redes "semiportuguesas" construidas con malla de 44.45 mm (1 ¾") alcanzan los valores más altos de captura para el intervalo de tallas entre 100 y 240 mm. Por otro lado, las redes tipo "voladoras" alcanzan una alta eficiencia en el intervalo de tallas de 200 a 240 mm.

Heredia y García (1986) evaluaron el escape en las distintas secciones de las redes como, alas, cuerpo, túnel y bolso, obteniendo resultados de escape de camarón por la parte lateral y superior del cuerpo de la red. Se reconoce esta zona como el área "crítica" o donde se da el mayor proceso de selección. Por otro lado, indicaron que en la medida en que se incrementa el tamaño de malla en esta sección de la red, se incrementará el proceso de selección en la captura del camarón. También recomendaron que el tamaño de las mallas en esa zona debiera ser igual al tamaño de la malla de bolso de la red, con el objeto de evitar pérdidas importantes.

Sarmiento-Náfate (1993) propuso una red camaronera con paño doble, utilizando mallas de 11.43 cm (4.5") que traslapadas formarían mallas de 5.71 cm (2 ¼"). Considerando el comportamiento de los peces, éstos podrían escapar durante el proceso de enmalle, ya que

al utilizar su musculatura lateral se deslizarían a través de la malla de 11.43 cm, facilitándoles el escape.

Amezcuca-Linares (1990) analizó la captura obtenida en siete campañas oceanográficas realizadas entre 1982 y 1987, en dos zonas del Pacífico Central mexicano para identificar los peces demersales de la plataforma continental, su diversidad y abundancia asociadas con los parámetros ambientales. Este autor determinó la existencia de por lo menos 209 especies que corresponden a 127 géneros y 62 familias, y que presentaron una dinámica asociada a los cambios ambientales.

Por otro lado, el Programa NORAD/UNDP/FAO en su investigación a bordo del R/V Dr. Fridtjot Nansen, registró la distribución de los peces y los crustáceos de la plataforma entre el noroeste de Costa Rica y el Golfo de Tehuantepec en México; en este último encontró una fauna escasa y dispersa entre los 100 y 300 metros de profundidad, enfocándose el esfuerzo principal hacia áreas más costeras. Se capturó un total de 292 especies de las cuales 3 deberían ser tomadas en cuenta para su aprovechamiento comercial (Stromme y Saetersdal, 1987).

Otros estudios realizados en el Océano Pacífico mexicano han reportado información sobre los recursos demerso-pelágicos susceptibles de ser capturados con redes de arrastre y por lo tanto importantes desde el punto de vista socioeconómico (Hendrickx, 1985; Pérez-Mellado y Findley, 1985).

Algunos investigadores han reportado estudios de oceanografía física en la zona marinas frente a la costa occidental de México, en particular el Golfo de Tehuantepec que ha sido estudiado por Roden (1961) y Clarke (1988).

Algunas instituciones como la U.S. Hydrographic Office, Scripps de la Universidad de California (Blackburn, 1962); la CIAT, 1988, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) y el Centro de Investigación Científica y Estudios Superiores de Ensenada (CICESE), han estudiado la dinámica de esta parte del Océano Pacífico.

También la UNAM y el CICESE han desarrollado diversos estudios de carácter oceanográfico (Morales-Garza, 1990; Pérez-Cruz y Machain, 1990; Molina-Cruz y Martínez-López, 1992; Lavín et al., 1992).

Grande-Vidal et al. (1998) realizaron un estudio sobre la selectividad en las redes de arrastre camarónicas, utilizando mallas de tipo diamante y cuadradas de diferentes tamaños en los bolsos, concluyendo que los índices de retención y escape fueron similares con respecto a la fauna de acompañamiento (Fac).

2.4.- Antecedentes mundiales sobre selectividad de las redes de arrastre.

La preocupación por la captura incidental en la pesca de arrastre del camarón se ha generalizado hasta la escala mundial y aunque el impacto debido a las operaciones de pesca no se ha medido con precisión, se sabe que se ha estado generando un deterioro en el fondo marino y que se está alterando biológicamente a muchas especies. Por ello se ha

incrementado la conciencia social sobre la fragilidad de los sistemas acuáticos y se buscan alternativas tecnológicas para llevar a cabo una pesca más selectiva (Villaseñor-Talavera, 1997).

En países como Islandia, Noruega, Países Bajos, Reino Unido, Bélgica y Francia, fueron creados algunos dispositivos para redes de arrastre con el fin de aumentar la selectividad de las redes utilizadas en la captura de especies bentónicas y disminuir el efecto sobre las especies que no son objeto de captura (FAO, 1973).

Los primeros intentos en la búsqueda de alternativas para disminuir la captura incidental llevaron a la implementación de los dispositivos excluidores de tortuga marina (DET), que evolucionaron a partir de diversos aditamentos que se empezaron a experimentar en la década de los 60's y 70's (Villaseñor-Talavera, 1997).

Aunque se han realizado muchos esfuerzos conjuntos para proteger a las tortugas marinas debido a la disminución de las poblaciones de algunas especies que las ha catalogado como especies amenazadas, protegidas o en peligro de extinción, no son las únicas especies que sufren el impacto de las redes de arrastre, sino que también se afecta a diversas especies de peces, caracoles, medusas, holotúridos, cangrejos, etc. Diversos estudios científicos también se han enfocado al estudio de las poblaciones de estas especies que también son parte importante de los organismos descartados.

Alverson et al. (1984) estimaron que se descartan entre 17.9 y 39.5 millones de toneladas (en promedio 27.0 millones) de peces cada año en las pesquerías comerciales

documentadas en la revisión de 800 artículos de divulgación científica. La región con los más altos valores de descartes de especies tropicales que se han estimado, se encontraron en la pesquería de arrastre de camarón del Noroeste del Pacífico, que genera una mayor proporción de descartes comparada con cualquier otro tipo de pesquería.

En diversas partes del mundo la declinación de la biomasa disponible de los recursos alterados por la escasa selectividad de las artes de pesca, ha inducido a la necesidad de buscar alternativas mediante las cuales se realice una actividad pesquera más responsable, que contribuya al aprovechamiento sostenible de las especies. El desarrollo de tecnología en las artes de pesca busca, en buena medida, obtener equipos pesqueros que resulten "amigables" con el medio ambiente y que su uso no altere tanto a los recursos pesqueros.

A partir de 1992, tecnólogos y oficiales del Departamento de la Industria Primaria y Pesquerías del Territorio Norte de Australia, realizaron investigaciones a lo largo de la costa norte de ese país y crearon el modelo AusTED para reducir la fauna acompañante/tortugas y mantener las capturas de camarón mediante un aditamento seguro y de fácil operación. El diseño tiene como base una parrilla flexible de cables galvanizados con alma de fibra, aros de red flexible y una abertura de escape (Mounsey, 1992). Los resultados obtenidos por el uso del AusTED indicaron que en las aguas costeras de Queensland, no se afecta la captura de camarón y las tortugas marinas como la fauna acompañante no comercial, fueron eficientemente excluidas resultando en un sistema potencialmente aplicable en la flota pesquera que opera alrededor de Australia.

En el Golfo de México y la costa Atlántica sur de E.U.A. se han realizado diversos experimentos con dispositivos excluidores de tortugas marinas (DET) para disminuir las capturas incidentales de las tortugas dentro de las redes de arrastre en la pesca del camarón (Villaseñor-Talavera, 1997). Los DET's se construyeron en un principio con tubos de cloruro de polivinilo (PVC) y se diseñaron para desviar la fauna acompañante a través de una abertura de escape en el antebolso o "cuello de la red"; sin embargo, se detectaron inconvenientes, ya que afectaba la configuración de la red en su posición normal de trabajo.

Broadhurst et al. (1997) realizaron experimentos con el copo de la red cubierto de malla cuadrada para reducir la captura incidental de juveniles del bacalao blanco de arena (*Sillago ciliata*) en su zona de reproducción en Hawkesbury River, Australia. Realizando experimentos de campo comparando copos con malla cuadrada y otro compuesto por la mitad de mallas en forma de diamante y la mitad de mallas cuadradas. Las capturas retenidas con los cambios mencionados fueron comparados contra las de los copos convencionales. Los resultados indicaron que las capturas con los copos construidos con malla cuadrada, muestra disminución de 52 % en el peso medio de los camarones juveniles capturados y 95% de menos en la curvina de Madagascar (*Argyrosomus olepidotus*). El segundo experimento no mostró diferencias significativas en la captura de camarones comparado con el copo "control", pero redujo en un 46% el número de *Argyrosomus olepidotus* capturado.

Rogers, et al. (1997) evaluaron las redes de arrastre camaronerías equipadas con dispositivos para reducir la fauna acompañante del camarón en el fitoral de Louisiana. Se evaluaron dos dispositivos excluidores de peces (bycatch reduction device o BRD's) uno de túnel

extendido y otro de túnel extendido circular. Los dispositivos se evaluaron durante la primavera, incluyendo evaluaciones submarinas. Ambos capturaron pocos peces y los resultados indicaron que la red con dispositivo de túnel extendido obtuvo una diferencia porcentual en la captura de biomasa de -40, -46 y -25 % de peces y de -22, -16 y -21 % de camarón con respecto a la red testigo. Cuando se trató de la red con el dispositivo de túnel extendido circular, la diferencia en la captura de biomasa fue -37, -30 y -35% de peces y -19, -18 y -21 % de camarón.

Ercoli (1989) desarrolló un dispositivo de selección de langostino denominado DISELA, con el objeto de reducir la captura incidental de merluza en las faenas de pesca; el dispositivo fue incorporado en una red de 180 pies y evaluado en cruceros de experimentación. Los resultados indicaron que el DISELA cuando se integra a la red, permite un escape del 70% de merluza, aunque también ocasiona una pérdida de 18% de langostino, pero no influye en el tamaño de los langostinos capturados.

Copolly (1992) modificó la forma de la red tradicional reduciendo la longitud de 20.1 m a 11.25 m, y evaluó la diferencia de la Fac obtenida en la flota comercial, logrando una reducción del 17 % y un incremento de la captura de camarón del 7 % con respecto a los equipos de pesca tradicionales.

III. Material y métodos.

3.3.- Área de Estudio

El Golfo de Tehuantepec se encuentra ubicado entre Punta Chipehua (8 millas al poniente del puerto de Salina Cruz, Oaxaca) y Puerto Madero, Chiapas, entre las coordenadas $16^{\circ} 00' N$; $95^{\circ} 25' O$ y $14^{\circ} 42' N$; $92^{\circ} 30' O$ (Fig. 1).



Fig. 1. Área de estudio en el Océano Pacífico Sur, en donde se realizaron los experimentos para evaluar las redes de arrastre experimental y testigo. Fuente: Programa de cruces científicos RANV-Cruz INAPESCA-CRIPSCO.

La plataforma continental cubre una superficie de $5,988 \text{ km}^2$ (Sepúlveda, 1991), en la que operan los barcos de la flota camaronera de Oaxaca y Chiapas. Esta zona está influenciada por los vientos provenientes del norte, por las tormentas tropicales, por la oscilación cuasi-

bianual del Pacífico y de periodos mayores o interanuales como "El Niño" (Hurd, 1929). De acuerdo con el criterio de Köppen, modificado por Garcia (1981), la región es de tipo "Aw" que corresponde a un clima cálido-subhúmedo (Monreal-Gómez y Salas de León, 1998), con régimen de lluvias de verano y presencia de canícula e isoterma, con una marcha anual de la temperatura que lo sitúa dentro del tipo Ganges (Secretaría de Marina, 1988).

La presencia de llanuras de bajo relieve, los amplios litorales lagunares y el tipo de clima con un periodo de lluvias intensas en verano (mayo-septiembre), lluvias ocasionales en invierno (diciembre-enero) y separado por épocas de sequías (García, 1972), permiten suponer la existencia de un sistema hidrológico-ambiental que repercute en los ciclos estacionales reproductivos, migratorios y de reclutamiento de los organismos, entre las lagunas costeras y el mar abierto. En primavera se registran vientos clasificados como brisas ligeras y fuertes velocidades entre 6.6 y 11.2 m/s (4 - 27 nudos) (datos inéditos Secretaría de Marina). En algunas regiones se observan alteraciones focales de circulación de las masas de aire, que determinan que los vientos fluyan en dirección sur-suroeste.

En invierno, los vientos dominantes son secos y del noroeste (Roden, 1961); en diversas áreas oceánicas el comportamiento en esta época es errático detectándose cambios marcados en cortos periodos de tiempo. Así, las brisas ligeras pueden transformarse en ventarrones fuertes de 20.8 a 24.4 m/s (41 a 47 nudos), con olas de considerable altura.

El origen del Golfo de Tehuantepec está marcado fundamentalmente por la actividad tectónica derivada de la interacción de las placas de Cocos de América y del Caribe y su composición deriva del área fuente, que son detritos terrigenos de rocas metamórficas y

plutónicas que están continuamente sujetas a la erosión con destino final al mar (Carranza-Edwards et al., 1998). La distribución textural de sedimentos del piso marino está compuesto de arena lodosa, lodos arenosos y lodos (Carranza-Edwards et al., 1998) y los principales grupos litológicos presentes en la zona costera son sedimentos y rocas sedimentarias de diversas edades: rocas volcánicas intermedias y básicas, rocas plutónicas ácidas y rocas metamórficas (Padilla y Sánchez et al., 1983).

3.2.- Características del Recurso.

La actividad pesquera del camarón en el Golfo de Tehuantepec se fundamenta principalmente en el aprovechamiento de diversos grupos de la clase crustácea, del orden de los decápodos, dentro del cual se encuentra la familia Penaeidae con diferentes especies destacando el camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) y el camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*), por los volúmenes de producción que aportan en la actividad, aunque también se extraen otras especies que tienen importancia comercial en el consumo regional como, el camarón azul (*L. stylirostris*), camarón cristal (*F. brevisrostris*), camarón botallón (*Xiphopenaeus kroyeri*), camarón roca (*Sicyona brevirostris* y *S. altravasis*) y camarón cebra (*Trachypenaeus similis* y *T. foae*) (Chávez y Arreguin-Sánchez, 1984).

Estas especies se caracterizan por presentar un periodo corto de vida (aproximadamente 2 años), que dependiendo de la especie se asocian a una fase juvenil costera o estuarina y a una fase adulta que se desarrolla en el medio marino (García, 1972; Le Reste, 1971).

Por lo general las hembras maduras se reproducen en aguas oceánicas y depositan huevos de diámetros entre 0.25 y 0.32 mm que se distribuyen en profundidades variables con

características demersales. La eclosión de los huevos origina larvas planctónicas con estadios diferenciables por su alimentación y características corporales (nauplio, protozoa y mysis), para posteriormente transformarse en postlarva (Fig. 2). A partir de ese periodo, los individuos penetran o se acercan a los estuarios y lagunas costeras, dependiendo de la especie. En estos sitios se desarrollan hasta alcanzar una talla de 100 mm correspondiendo a la etapa juvenil, para retornar nuevamente al mar.

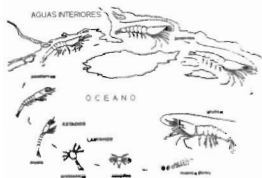


Fig.- 2. Representación del ciclo biológico de los camarones de las especies *Litopennaeus* y *Farfantepenaeus* spp.

La mayor parte de las especies de camarones son bentónicas y en la fase adulta viven sobre fondos muy variados como arena, fango, lodo o la mezcla de ambos materiales. En el caso de las hembras del género *Litopennaeus* y *Farfantepenaeus*, desovan frente a las costas a profundidades que varían aproximadamente entre 10 y 80 m. A pesar de que existen unas 2500 especies de camarones descritas bibliográficamente, solamente 300 son de interés comercial y entre estas últimas, 100 constituyen la mayor parte de las capturas comerciales del mundo.

3.3.- Selección de la embarcación, diseño y tamaño de red.

Para seleccionar las características de la embarcación y la red prototipo, se realizó un censo de las embarcaciones que componen la flota camaronera que opera en el Golfo de Tehuantepec, registrando las características técnicas de cada una de ellas: Potencia Nominal (Hp), Tonelaje de Registro Bruto (TRB), Tonelaje de Registro Neto (TRN), Eslora (E), Manga (M), Puntal (P), tipo y tamaño de la red (Lrs), tamaño de las tablas de arrastre y materiales para la construcción de los equipos de pesca.

Mediante un análisis preliminar se determinaron las características técnicas de la embarcación (eslora, manga, puntal, Hp, etc.) así como el tipo y tamaño de red que debiera diseñarse y construirse para proceder a la propuesta de mejoramiento tecnológico de la red de arrastre camaronera con las modificaciones contempladas y realizar las evaluaciones a bordo de la embarcación más común o estándar, así como el tamaño y el tipo de red.

3.4.- Diseño y construcción de los equipos de pesca.

Una vez determinadas las características más sobresalientes de la flota mediante las evaluaciones previas y definido el diseño y tamaño de red más utilizada, se procedió a la planeación del diseño y la construcción de los equipos de pesca que se evaluaron con respecto a los equipos de pesca convencionales utilizados por las unidades de pesca que operan en el Golfo de Tehuantepec, de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 1.- Descripción del plan de trabajo diseñado de acuerdo con los resultados del censo de la flota camaronera.

Cruceros	Red de arrastre convencional	Red de arrastre con modificaciones
Los cruceros de pesca comparativa se realizaron con la embarcación más común del Golfo de Tehuantepec.	Tipo más común, con tamaño de retinga superior dominante, construida de la forma convencional y con el tamaño de malla en el cuerpo de la red de 44.45 mm (1 3/4").	Tipo más común, con tamaño de retinga superior dominante, construida con túnel corto y tamaño de malla en el cuerpo de la red de 44.45 mm (1 3/4").

Los equipos de pesca convencionales fueron construidas de acuerdo con la información obtenida en los censos aplicados a la flota y los de pesca experimental se construyeron con encabalgados en el centro de la boca de la red y cuchilla chica a 75 % y 100 % en la cuchilla grande, tanto en la tapa superior como en la inferior (Fig. 3), ya que éstas son idénticas. El material utilizado en la construcción de ambos equipos de pesca fue Poliamida (PA) nylon teñido y tratado con hilo del número 18 en todo el cuerpo y diámetro de 1.6 mm. Los bolsos de las redes se construyeron con 160 mallas de perímetro por 100 mallas de caída, del mismo material (PA), con tamaño de malla de 38.1 mm (1 1/2"), hilo N° 30 y el diámetro de 2.2 mm.

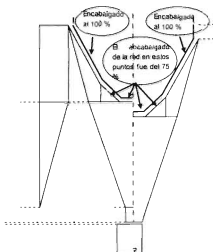


Fig. 3.- Esquema de la distribución del encabalgado en la red de arrastre camaronera.

En ambos equipos se integró un dispositivo excludor de tortugas marinas de estructura rígida tipo "Super Shooter" (Fig. 4) con salida en la parte superior del dispositivo, debido a que esta forma de colocación corresponde a una disposición oficial.



Fig. 4.- Esquema del dispositivo excludor de tortugas Super Shooter y posición de trabajo en la red camaronera. Fuente: Villanueva-Talavera (1997).

3.5.- Descripción del aparejamiento de los equipos pesqueros.

Las puertas de arrastre son elementos de aparejamiento importantes e indispensables, pues son los componentes que permiten al arte de pesca presentar una abertura horizontal adecuada para inducir hacia la retención de los diversos organismos que se encuentran al paso de la red, entre ellos la especie objetivo.

En función del tamaño de la red (definida como la longitud de la relinga superior) que se utiliza en los barcos, se definen las dimensiones de las puertas o tablas de arrastre. Existe un solo tipo de tablas de arrastre que se construye de madera con herrajes de hierro, aunque a lo largo del tiempo ha sufrido cambios en su estructura con la finalidad de proporcionar una mayor altura de trabajo para algunos diseños particulares de redes.

Las dimensiones de las puertas de arrastre aparejadas a los equipos para realizar los lances de pesca comparativa, fueron de 2.35 m x 1.27 m (9' X 50") y fueron construidas de madera tropical con herrajes de hierro (Fig. 5).

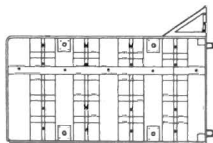


Fig. 5.- Esquema del tipo "tablas de arrastre" utilizadas en la pesca del camarón.

Las características de la cadena utilizada para los reinales superiores (línea de flotación) es de 9.5 mm de diámetro (3/8") y la longitud de los mismos fue de 1.21 m (4') y en la parte inferior (línea de lastre) el diámetro de la cadena utilizada como reinal fue de 12 mm con una longitud de 2.13 m (7'). La cadena utilizada como espantadora fue de 9.5 mm de diámetro (3/8") (Fig. 6) pero esta medida podría haber sido de 3 ó 4 pies más corta que la longitud de la relinga inferior (línea de lastre), incluido el reinal si se conecta desde el cáncamo de las tablas de arrastre.

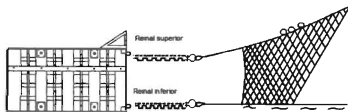


Fig. 6.- Esquema de aparejamiento de las redes de arrastre camaroneras.

A todo este proceso de aparejamiento de los equipos pesqueros, incluido el lastre y la flotación, se le conoce como "calibración" y puede variar dependiendo de la estrategia utilizada por el patrón de pesca que opere la unidad y de las necesidades que se presenten al operar los equipos de pesca.

3.6.- Tamaño de muestra.

El tamaño de la muestra utilizado para la comparación de los volúmenes de *Fac* retenida por cada red (convencional/modificada) estuvo en función del número de lances de pesca

de control realizados en cada embarcación; es decir, que durante todo el crucero todos los lances de pesca fueron registrados y considerados como pesca comparativa.

3.7.- Pesca comparativa.

Los cruceros de pesca comparativa se realizaron a bordo de embarcaciones de la flota comercial y los lances se hicieron de manera simultánea. Por la banda de estribor o babor se colocó la red convencional utilizada por los pescadores y por la otra se colocó la red con la longitud del túnel modificada (Fig. 7).

Para efectos de eliminar el posible sesgo que produce la presencia de la red de prueba (conocida entre los pescadores como "chango"), la posición de los equipos fue cambiada de banda a la mitad de cada crucero de pesca experimental; es decir la red convencional (red testigo) se instaló durante los primeros días del crucero por la banda de babor y la red modificada fue colocada en la banda de estribor. al concluir la primera mitad del crucero de pesca comparativa los equipos de pesca fueron cambiados de banda ocupando en la segunda mitad del crucero la red testigo la banda de estribor y la red modificada la banda de babor, compensando con ello el posible efecto de la red de prueba.

En cada lance de pesca se registró la posición geográfica inicial y final (latitud y longitud), tiempo de pesca (minutos), profundidad de operación (metros), la captura de fauna acompañante y camarón (kilogramos) para ambos equipos de pesca. Los datos de profundidad y posición geográfica de los lances se determinaron mediante los equipos hidroacústicos y de posicionamiento que el barco utiliza normalmente.

Las capturas de ambas redes fueron separadas mediante un tablón para ser clasificada y cuantificada por grupo de especies. El procedimiento consistió en medir con una caja de plástico la captura de la fauna acompañante y su capacidad en peso multiplicada por el número de cajas para obtener el peso de la captura total por cada red. Una muestra de la fauna fue tomada para clasificar taxonómicamente a las especies que acompañan al camarón. El camarón previamente seleccionado fue pesado considerando para fines del estudio a los organismos con la cabeza incluida.

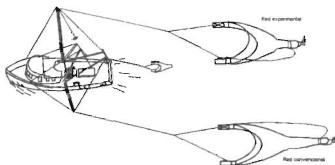


Fig. 7.- Esquema del sistema de arrastre de doble aparejo utilizado en la pesca del camarón del Golfo de Tehuantepec.

El equipo de pesca testigo fue el modelo de red más común determinado a partir de los censos y con la misma longitud de la relinga superior. Igualmente, los cruceros experimentales se realizaron a bordo de embarcaciones con características similares a las más comunes obtenidas en el censo (Tabla 2). Los tamaños de malla de los bolsos de ambas redes se estandarizaron a 38.1 mm (1 1/2"), de acuerdo con lo establecido en la norma oficial de pesca vigente.

La red de estaciones que se determinó para los muestreos de pesca comparativa fueron las mismas que han sido establecidas por el Instituto Nacional de Pesca para los muestreos biológicos del camarón durante los periodos de veda, de modo que se trabajó en 62 estaciones (Fig. 8) distribuidas en las isobatas 18.2, 36.4, 54.6 y 72.8 m de profundidad (10, 20, 30 y 40 bz). El apego al plan de muestreo a la red de estaciones establecidas por el INAPESCA, permitió realizar la pesca comparativa en todo el Golfo de Tehuantepec a distintos niveles de profundidad y considerando el comportamiento del camarón.

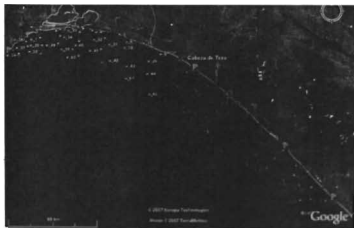


Fig. 8.- Red de estaciones establecidas en los cruceros de pesca comparativa, que coincide con la red de estaciones de muestreo utilizada por el INAPESCA durante los periodos de veda de la pesca de camarón.

3.8.- Análisis de la información.

La información obtenida se concentró en una base de datos, a partir de la cual se analizó mediante métodos estadísticos para comparar la diferencia entre la captura de fauna acompañante del equipo convencional (testigo) y del equipo modificado (experimental).

Se utilizaron pruebas de análisis de varianza con un criterio de clasificación para evaluar el efecto del tipo de red sobre la captura de Fac, camarón (Cam) y la proporción camarón/Fac. Se construyó un modelo de análisis lineal para estudiar el efecto combinado de red y profundidad sobre la captura de Fac.

El análisis de la información se realizó a través de métodos estadísticos como ANDEVA, prueba de t-student y gráficos de las medias (Zar, 1999).

IV. Resultados.

4.1- Características de la flota camaronera que opera en el Golfo de Tehuantepec.

Con base en los censos realizados en el puerto de Salina Cruz, Oaxaca y Puerto Madero, Chiapas se registraron 112 embarcaciones, de las cuales 36 resultaron ser de Puerto Chiapas y el resto del puerto de Salina Cruz, Oaxaca.

De acuerdo con los datos obtenidos sobre la edad de la embarcaciones, considerando el año de construcción de las unidades de pesca, en la figura 9 se aprecia una flota obsoleta, ya que 73 % de los barcos tienen más de 25 años y el resto oscila entre 17 y 25 años. Sin embargo, debido a que el mantenimiento y reposición de máquinas propulsoras ha sido el adecuado, es posible que todavía se encuentren en uso (Figs. 10 y 11).

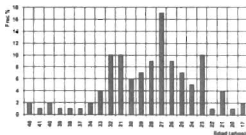


Fig. 9. Histograma que ilustra la distribución, por edades, de los barcos de la flota camaronera del Golfo de Tehuantepec.



Fig. 10.- Fotografía que resalta las condiciones generales de los barcos de la flota camaronera del puerto de Salina Cruz, Oaxaca.



Fig. 11.- Vista lateral en primer plano y del casco de un barco de la flota camaronera.

Generalmente la potencia nominal de las unidades de pesca oscila entre 315 Hp y 500 Hp, con una moda en 365 Hp. 64.3 % de la flota tiene una potencia nominal de 365 Hp (Fig. 12). En términos de porcentaje le siguieron las unidades de pesca con 360 Hp y el resto se distribuyó en diversas potencias registradas en el censo. En la figura se aprecia la distribución de la máquina principal de la flota que opera en el Golfo de Tehuantepec, las características físicas de la máquina de 365 Hp se aprecia en la Fig. 13.

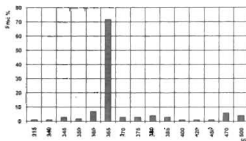


Fig. 12. Histograma con la distribución de las Potencias nominales de los barcos de la flota camaronera que opera en el Golfo de Tehuantepec



Fig. 13.- Vista general de una máquina principal CAT D-343 de 365 Hp, que es la más utilizada en los barcos camaroneros del Golfo de Tehuantepec

El puntal es un parámetro importante para definir el tipo de embarcación que se debe utilizar para los trabajos de pesca experimental, aunque no es un factor decisivo. Sobre este factor se observa que el intervalo oscila entre 2 y 6 m y más de 90 embarcaciones tuvieron un valor de 3.0 metros de puntal (Fig. 13).

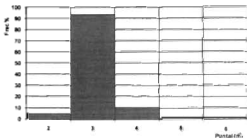


Fig. 14.- Distribución de las medidas del Puntal de los barcos de la flota camaronera que opera en el Golfo de Tehuantepec.

Por su parte, la manga está definida como la máxima distancia que existe entre la banda de estribor (Er) y la banda de babor (Br) y el valor de este parámetro no es importante para definir a la embarcación destinada para desarrollar el experimento, aunque una vez seleccionada esta dimensión es importante para determinar el tamaño de la red seleccionada para cada unidad de pesca. En la figura 15 se observa que el intervalo es muy estrecho y que oscila entre 5 y 7 m con una moda en los 6 m.

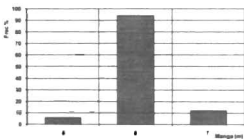


Fig. 15. Histograma con la distribución de las dimensiones de la manga de los barcos de la flota camaronera del Golfo de Tehuantepec.

La eslora se define como la distancia máxima que hay entre la proa (Pr) y la popa (Pp) de la embarcación, es decir que este factor es el largo total del barco. En la figura 16 se observa que los valores de este parámetro tienen una mayor variación que los anteriores fluctuando entre 18 y 24 m con la mayor concentración entre los 21 y 23 m y una moda en los 22 m. El valor de este parámetro no es importante para determinar de manera directa el tamaño de los equipos de pesca que utilizará una embarcación camaronera.

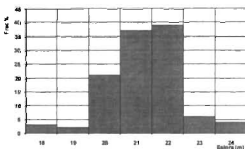


Fig. 16. Histograma con la distribución de las medidas de la eslora de los barcos de la flota camaronera del Golfo de Tehuantepec.

Los tipos de redes utilizados para la pesca de camarón son muy diversos y se les conoce como: tipo "cholo" ("fantasma", "mabaker"), "volador", "mixto", "semi-portugués", "intrépido" y otros (Fig. 17). La longitud de la relinga superior de la red varía entre 22.86 m (75') y 38.95 m (95') y el modelo más utilizado es el tipo volador con una longitud de relinga de 24.4 m (Fig. 18)

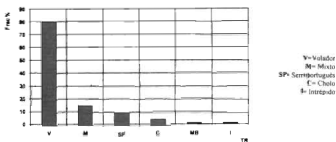


Fig. 17. Histograma con la distribución de los tipos de red que se utilizan en la pesca del camarón del Golfo de Tehuantepec.

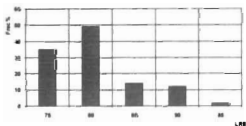


Fig. 18. Histograma con la distribución de los tamaños de red, que se utiliza en la pesca del camarón del Golfo de Tehuantepec.

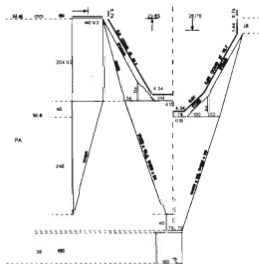


Fig. 19. Plano del modelo de la red conocida como "Volador" o "Hawaiana", con sus dimensiones y distribución de las secciones de paño.

La red tipo volador es la más utilizada por la flota camaronera del Golfo de Tehuantepec debido a que los pescadores argumentan que con ésta se obtiene una operación más eficiente, tanto en las zonas someras como en las profundas. La ventaja radica en que no se tienen que cambiar los equipos cuando se cambia de área de pesca, ya que normalmente en el día pescan en áreas con profundidades someras y por la noche en áreas de mayor profundidad.

Entre otros aspectos, este tipo de red se caracteriza por incluir refuerzos en las cuchillas, lo cual evita la ruptura del paño en esta sección, ya que los brazos o paneles laterales empiezan con un rectángulo hasta la altura de las cuchillas y se proyectan hasta el final de la red para terminar en punta. Esta red también es conocida como "Hawaiana" (Fig. 19).

En general todas la redes de arrastre que fueron muestreadas contenían una sección conocida como traslape, que en ocasiones tienen un tamaño de malla menor al que se utiliza en todo el cuerpo de la red y esta sección también puede ser conocida como "cola de rata".

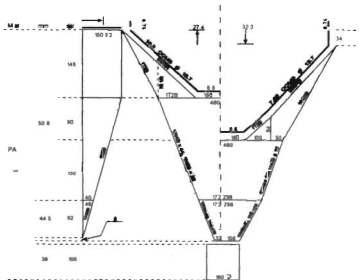


Fig. 20. Plano del modelo de la red conocida como "Mixto", con sus dimensiones y distribución de las secciones de paño.

El segundo tipo de red más utilizado es conocido como "Mixto" (Fig. 20) y este nombre se debe a que la red es el resultado de una combinación de las dos redes principales que son la tipo "Volador" o "Hawaiana" y la tipo "Cholo" o "Fantasma". La sección superior o boyado, está constituida por componentes de la red tipo "Cholo", y la sección inferior o de arrastre, por componentes de la red tipo "Volador". En ésta los brazos pueden terminar en punta o en un determinado número de mallas. Lo importante para los pescadores, es que al final del antecopo o embudo, se termine en 160 mallas, debido a que el número de mallas de la extensión del paño del Det también termina en ese número de mallas.

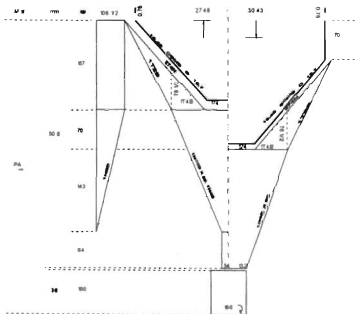


Fig. 21. Plano del modelo de red conocida como "Cholo" (Fantasma, Mabaker) con la distribución y medida de los paños.

Como se observa en el esquema de la red tipo "Cholo" (Fig. 21), la distribución de los paños es menos complicada que cualquiera de las anteriores, que solo cuenta con las cuchillas que se unen en las tapas de la red y éstas no tienen refuerzo como en el caso de la red tipo "Volador" y constan de una sola pieza. Los brazos se dividen en dos secciones y pueden terminar en punta o con un determinado número de mallas. Los patrones de pesca tienden a utilizar este tipo de red con más confianza en las zonas someras y cuando se trasladan a zonas de mayor profundidad cambian de equipos de pesca con la desventaja de que estas redes ejercen tensión sobre la sección de las cuchillas, tendiendo a deformar y romper las mallas, por lo que se requiere dedicar tiempo extra en las reparaciones frecuentes.

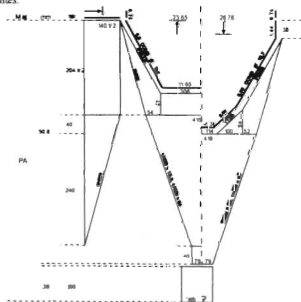


Fig. 22.- Plano del modelo de red conocida como "Intrépido" con sus dimensiones y la distribución de las secciones de paños.

La red tipo "Intrepido" es similar al tipo "Volador", en que la distribución de las diferentes secciones que componen la red es idéntica, ya que las cuchillas que conforman la parte delantera tienen la misma forma y tipo de corte, los brazos también tienen la misma forma y también pueden terminar en punta o con un cierto número de mallas que se unirán a las tapas que conforman el cuerpo de la red (Fig. 22). Las variantes de esta red son que la sección conocida como "cielo" o "square" es realmente un rectángulo que se une a las cuchillas y la otra es la que se aprecia en la figura 23.

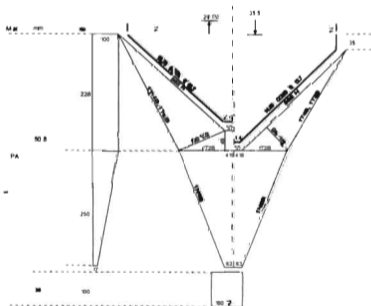


Fig. 23.- Otra versión del modelo de red conocida como "Intrepido".

Generalmente las redes de arrastre se construyen con un material que se conoce como poliamida multifilamento teñido y tratado (Fig. 24), con hilo #18 y diámetro de 1.8 mm. El tamaño de malla utilizado en el cuerpo de la red es de 44.45 mm y 50.18 mm y en el bolso se utiliza el mismo tipo de material con hilo #30 y tamaño de malla de 38 mm. Es importante mencionar que actualmente algunos equipos de pesca han empezado a ser contruidos con Polietileno trenzado con nudo y la coloración del paño es verde.



Fig. 24.- Fotografía que muestra el tipo de material utilizado en la construcción de las redes de arrastre camaroneras.

4.2.- Selección del tamaño de la embarcación, tipo y tamaño de red de arrastre, para la pesca comparativa.

De acuerdo con el planteamiento del proyecto en ejecución, después de realizar el censo en la flota camaronera y definir las características técnicas de la flota, así como de los equipos de pesca que se utilizan para la captura del camarón en el Golfo de Tehuantepec, se

procedió a seleccionar la embarcación, tipo y tamaño de red para realizar las evaluaciones pesqueras con base a la información obtenida durante el censo (Tabla 2).

Tabla 2.- Características generales de la embarcación, tipo y tamaño de red, empleada en los cruceros de pesca comparativa.

Hp	Eslora (m)	Manga (m)	Tipo de red (m)	LRS (m)
365				
	21 - 22			
		6		
			Volador	
				24.38 (80')

En la tabla 3, se presenta una relación de las embarcaciones que se encuentran dentro de las características definidas por el censo realizado previamente, para realizar las evaluaciones en la pesca experimental y de acuerdo con esto se procedió a la selección de la embarcación.

Tabla 3. Relación de embarcaciones muestreadas que se podrían ajustar al barco "tipo" y ser consideradas para realizar el estudio.

Embarcación	Año	Casco	Eslora (m)	Manga (m)	Puntal (m)	Hp
B/M 1	1980	Acero	21	6.5	5	385
B/M 2	1980	Acero	21	6	3.35	365
B/M 3	1980	Acero	21	6	3.35	365
B/M 4	1970	Acero	21	6	3	365
B/M 5	1975	Acero	21	6.06	3.26	365
B/M 6	1974	Acero	21	6.06	3.26	365
B/M 7	1973	Acero	21	6.06	3.26	365
B/M 8	1971	Acero	21.49	6.04	3.4	365
B/M 9	1971	Acero	21.6	6	3.05	365
B/M 10	1971	Acero	21.6	6.05	3.4	365
B/M 11	1971	Acero	21.6	6.05	3.4	365
B/M 12	1977	Acero	21.94	6.1	3.36	365
B/M 13	1977	Acero	21.94	6.1	3.36	365
B/M 14	1977	Acero	21.94	6.1	3.3	365
B/M 15	1977	Acero	21.94	6.1	3.3	365
B/M 16	1979	Acero	21.94	6.1	3.36	365
B/M 17	1976	Acero	22.30	6.6	3.34	365
B/M 18	1976	Acero	22.3	6.3	3.76	365

4.3.- Construcción de los equipos de pesca.

Con base en la información recabada sobre los tipos de red de arrastre utilizadas por la flota camaronera y el tamaño dominante (Fig. 25), se procedió a la construcción de los equipos utilizados en las evaluaciones (Fig. 26).

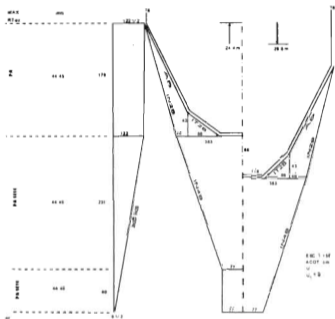


Fig. 25.- Plano del modelo de red tipo "Volador" convencional, utilizada por el barco 1, en los cruceros de pesca comparativa.

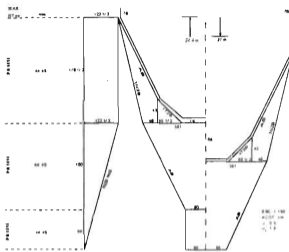


Fig. 26.- Plano del modelo de red "Volador" modificada, utilizada por el barco 1, en los cruceros de pesca comparativa.

De acuerdo con lo planeado en el proyecto, el equipo de pesca convencional fue el que la embarcación normalmente ha utilizado en la pesca comercial y solamente se construyó la red a evaluar, modificando la longitud del túnel así como los paneles laterales. El resto del equipo conservó su tamaño y distribución de mallas original y con los mismos materiales y tamaños de mallas que se han utilizado conforme a la Ley y de acuerdo a lo establecido en la norma oficial para la pesca del camarón (Fig. 26).

4.4.- Lances de pesca de comparativa.

Se realizaron 165 lances en 4 cruceros de pesca experimental durante el periodo de veda, por lo que los lances control se ajustaron a un tiempo de arrastre estándar de 60 minutos, que corresponde normalmente al tiempo de arrastre por estación de muestreo que se aplica durante los monitoreos del Programa Camarón del Instituto Nacional de Pesca.

Tabla 4.- Distribución de la intensidad de muestreo por crucero de pesca comparativa aplicada durante el experimento.

Crucero	Lances	T A (min.)	PP (m)
I	32	2305	33
II	53	6055	28
III	55	3475	31
IV	24	1744	33

(TA=tiempo de arrastre y PP=profundidad promedio).

Como se puede observar en la tabla 4, de los 164 lances de pesca de control que se realizaron en los distintos cruceros experimentales, 19.5 % se efectuaron en el primer crucero y cubrieron un tiempo total de 2305 minutos (38.4 horas). Los lances de pesca comparativa se realizaron en profundidades que variaron entre 14.5 y 65.5 m (Fig. 27).

En el segundo crucero se realizaron 53 lances que corresponden a 32 % del tiempo total (Fig. 27); con un tiempo acumulado de 6055 minutos (100.9 horas). Estos arrastres fueron realizados en profundidades que variaron entre 14.5 y 61.8 m, con un promedio de 31 m.

En el tercer crucero se registraron 55 lances que representaron 33.5 % del total (Fig. 27). Estos lances acumularon 3475 minutos de arrastre (57.92 horas). Los arrastres fueron realizados en profundidades que variaron entre 12.7 y 61.8 m con un promedio de 35 m.

En el cuarto crucero se efectuaron 24 lances, que representaron 15 % del total (Fig. 27) con un tiempo de arrastre de 1744 minutos (29 horas). Los arrastres se realizaron en profundidades que variaron entre 16.3 y 41.8 m de profundidad con un promedio de 28 m.

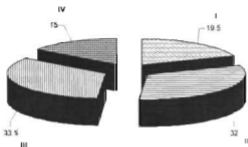


Fig. 27.- Distribución porcentual de los lances de pesca comparativa por crucero realizado.

Los cuatro cruceros de pesca experimental en su conjunto acumularon un total de 226.3 horas de arrastre.

La distribución de los lances de pesca comparativa por crucero, en función a la profundidad de operación, se presenta en la figura 28. El mayor número de lances se realizó en una profundidad de 16.3 m, que corresponde al segundo estrato seleccionado para el desarrollo del experimento. Los lances con mayor duración (TA) se realizaron entre las isobatas de 0-18 m (0-10 bz) y 20.02-36.4 m (11-20 bz), es decir entre el primer y segundo estrato de profundidad.

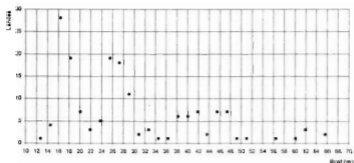


Fig. 28.- Distribución de los lanzes aplicados por nivel de profundidad durante los cuatro cruces de pesca comparativa.

4.5.- Captura de Fauna Acompañante del Camarón.

En 226.3 horas de arrastre se obtuvo la captura de 25,302 kg de Fac y 1,445.5 kg de camarón de diversas especies, tallas y calidad (Fig. 29)

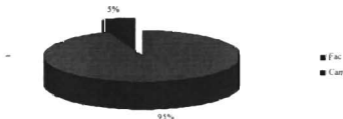


Fig. 29.- Distribución porcentual de la captura de camarón y Fac obtenida en los lanzes de pesca comparativa de los cuatro cruces realizados.

Es importante resaltar el hecho de que la mayor captura correspondió a la Fac con 95% y que el camarón solo significó 5 %, integrado por diversas especies, tallas y calidades (Fig.

29). La fauna acompañante también estuvo integrada por diversas especies de peces de tallas pequeñas y un alto porcentaje fueron regresadas al mar en malas condiciones para lograr recuperarse y sobrevivir.

También es importante mencionar que la alta proporción de Fac obtenida se debió a que los cruceros de pesca comparativa se realizaron durante el periodo de veda y no durante en la temporada comercial, aunque ello no deja de reflejar los niveles de descartes que se producen si se toma en cuenta el número de embarcaciones en operación cuando es temporada de pesca comercial, situación en que casi todas las embarcaciones están operando y por lo tanto las concentraciones de peces y de camarón se distribuyen entre el total de los barcos (Fig. 30).

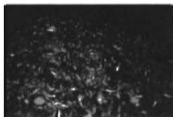


Fig. 30. Fotografía que denota los altos volúmenes de retención de Fac en un lance de pesca comparativa durante el periodo de veda.

A partir del análisis de la composición de especies de la Fac, se obtuvo que el grupo dominante fueron los peces con 78 % (Fig. 31), seguido por las rayas, moluscos, jaibas, etc

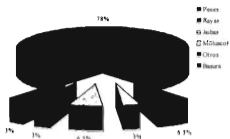


Fig. 31.- Composición porcentual de la Fac obtenida durante el desarrollo de los cruceros de pesca comparativa de redes de arrastre camaroneras.

De la Fac total retenida, 14,056 kg se obtuvieron con la red convencional y 11,246 kg con la red modificada (de túnel corto). En el total de los registros obtenidos de los cuatro cruceros de pesca experimental, la red convencional superó los volúmenes de retención de Fac respecto al equipo de pesca que se modificó. Los resultados mencionados se muestran en la tabla 5.

Tabla 5.- Fauna acompañante del camarón retenida por la RC y la RM por crucero de pesca comparativa.

Crucero	RC (kg)	RM (kg)	Diferencia (kg)	Diferencia %
I	3470	2595	875	25.22
II	4910	4043	867	17.66
III	4316	3368	948	21.96
IV	1360	1240	120	8.82

(RC= Red Convencional y RM= Red modificada)

A partir de los datos que se presentan en la tabla anterior, se pone en evidencia que los volúmenes de fauna acompañante retenidos son realmente diferentes entre la red convencional (RC) y la modificada (RM). Es importante mencionar que la proporción de la Fac obtenida en la red convencional puede ser considerada como la unidad, debido a que teóricamente retiene todo lo que encuentra a su paso.

También en la tabla 5 se observa que la mayor captura incidental se obtuvo durante el segundo crucero y el menor porcentaje en el cuarto. Sin embargo, durante el segundo crucero no se realizó el mayor número de lances, pero en el cuarto crucero, la menor retención de fauna si correspondió con el menor número de lances realizados.

Los valores globales por crucero indican que la capacidad de retención de Fac en la RM es menor que la RC, ya que se observa 25.22 % menos de Fac durante el primer crucero. El valor más alto de retención fue de 91.17 %, de donde se puede inferir que hubo 8.83 % de escape de Fac (Tabla 5). Durante los cruceros se registraron un total de 32 especies, pertenecientes a diferentes familias y una gran diversidad de tallas. La tabla 6 muestra la relación de los nombres comunes y científicos de las especies registradas en los lances de pesca comparativa.

Tabla 6.- Nombres científicos de las especies capturadas en los lances de pesca comparativa de las redes de arrastre camaroneras,

Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
Boca dulce	<i>Polidactylus approximus</i>	Jalbe	<i>Callinectes</i> spp.
Mojarr plateado	<i>Eucinostomus argenteus</i>	Lenguado	<i>Cyclopterus currua</i>
Barrigota	<i>Microgogonias altipinna</i>	Lucero	<i>Diplacium pacificum</i>
Barricuda	<i>Spharxus rita</i>	Lupón	<i>Megascopus lineatus</i>
Chabeta	<i>Peprilus audrey</i>	Matacaca	<i>Chaetodon pinnatus</i>
Chapeta	<i>Selene peruviana</i>	Roca de nova	<i>Eucinostomus argenteus</i>
Chifal	<i>Trachinotus</i>	Palmera	<i>Chirocentrus niger</i>
Chile	<i>Synodus scolopax</i>	Alacrán	<i>Mentus urhua panamensis</i>
Chico	<i>Mullus barbatus</i>	Raya	<i>Rajiformes</i>
Robalito	<i>Centrolophus rubellus</i>	Burro	<i>Macralliparus brevirostris</i>
Corvina	<i>Cynoscion reticulatus</i>	Sardina	<i>Sardinops terebinthus</i>
Corvina rayada	<i>Cynoscion phaeocephalus</i>	Zaguero	<i>Chirocentrus niger</i>
Doble	<i>Rhomboides glaucostigma</i>	Carrón burro	<i>Urophycis</i> spp.
Raya	<i>Urolophus</i> spp.	U. albatros	<i>Urophycis</i> spp.
Huchimangu	<i>Lutjanus peru</i>	Bonito	<i>Spharxus rita</i>
Raya	<i>Urolophus chilensis</i>	Canguyo	No identificado

Entre las especies capturadas con mayor frecuencia en la RC fue el *Microlepidotus brevipinnis* conocido comúnmente como “roncacho” que alcanzó una proporción de 22.15 % del peso de la captura total, seguido del *Polidactylus approximatus* o “boca dulce” y *Selene peruviana* o “chapeta” (Tabla 7).

Tabla 7.- Composición porcentual de las especies retenidas por la RC en los cruceros de pesca comparativa de redes de arrastre camaroneras.

N. científico	% Prom.	N. científico	% Prom.	N. científico	% Prom.
<i>Microlepidotus brevipinnis</i>	22.15	<i>Synodus scuticeps</i>	6.38	<i>Eucinostoma curvum</i>	1.90
<i>Polidactylus approximatus</i>	17.60	<i>Cynoscion reticulatus</i>	6.30	<i>Diplacurus pacificus</i>	1.20
<i>Selene peruviana</i>	10.15	<i>Cyclopterus curma</i>	6.25	<i>Cynoscion phaeocephalus</i>	2.95
<i>Claroacombus onqueza</i>	9.95	<i>Chaetodiptera zonata</i>	5.90	<i>Spharodes armatus</i>	2.30
<i>Diplazius peruvianus</i>	9.80	<i>Prepiza andery</i>	5.45	<i>Opisthonema libertatis</i>	2.40
<i>Uroarygon chilensis</i>	8.90	<i>Araia seamani</i>	4.40	<i>Menticorbus panamensis</i>	2.10
<i>Eucinostoma argenteus</i>	8.40	<i>Microgogonas ulpianus</i>	4.40	<i>Spharona entus</i>	2.02
<i>Meliodactylus dentatus</i>	7.75	<i>Uroarygon spp</i>	4.32	Bassas	8.10
<i>Callinectes spp</i>	7.00	<i>Centroponus robustus</i>	4.10	Otros	5.10
<i>Lepomis peru</i>	6.75	<i>Myxipristis brachyphus</i>	3.90		

Las especies de la Fac menos abundantes en la captura fueron la sardina, ratón y bicuda. La presencia de las especies más abundantes de la Fac en la RM, no fueron muy diferentes a la RC y el roncacho fue también el más abundante con una proporción de 20.0 %, seguido del cangrejo y la jaiba.

Tabla 8.- Composición porcentual de las especies retenidas por la RM en los cruceros de pesca comparativa de redes de arrastre camaroneras.

N. científico	% Prom.	N. científica	% Prom.	N. científico	% Prom.
<i>Microlepidion brevipes</i>	20.00	<i>Synodus aculeiceps</i>	7.50	<i>Chaetopterus zonatus</i>	3.80
Cangrejo (N.L.)	19.50	<i>Claroacombra orpua</i>	7.25	<i>Cynoscion reticulatus</i>	3.50
<i>Callinectes</i> spp.	13.60	<i>Microgomas altipinna</i>	6.65	<i>Rhombastis glaucostigma</i>	2.90
<i>Myrprura leognathus</i>	11.60	<i>Myrprura leognathus</i>	6.30	<i>Glyptocheilus liberatus</i>	2.90
<i>Urotygon chilensis</i>	11.30	<i>Centroponus robbetzi</i>	6.25	Caracá (no identificado)	2.25
<i>Diaprius peruvianus</i>	11.05	<i>Centroponus robbetzi</i>	6.25	<i>Pegrus tridens</i>	2.25
<i>Selene peruviana</i>	10.10	<i>Lutjanus peru</i>	6.10	<i>Sphaerodes armillatus</i>	1.50
<i>Cyclopetta querna</i>	8.50	<i>Menticirrhus panamensis</i>	5.30	<i>Diplecistrum pacificum</i>	1.50
<i>Eucinostomus argenteus</i>	8.25	<i>Mullusichthys dentatus</i>	4.60	Otros	4.80
<i>Palaeobryx appressatus</i>	8.00	<i>Eucinostomus cumati</i>	4.00	Baños	1.50

4.6.- Captura de Camarón.

En cuanto a la captura de camarón, 491 kg fueron retenidos por la red convencional mientras que 554.98 kg fueron retenidos por la red modificada. En ambos casos, considerando solamente los valores absolutos, se observaron ventajas en cuanto a la disminución de la Fac y no se apreció disminución de camarón en la red modificada, de modo que los resultados demostraron que la red modificada podría sustituir a la red convencional sin afectar los rendimientos de la captura objetivo que es el camarón, sino que por el contrario, podría mejorar estos rendimientos.

4.7.- Análisis estadístico

4.7.1.- Efecto de la modificación de la red de arrastre en la retención de fauna acompañante del camarón.

Los resultados obtenidos mediante el análisis estadístico aplicado al conjunto de datos obtenidos, indicaron que existen diferencias estadísticamente significativas entre las

capturas de Fac obtenidas por los dos tipos de redes, siendo menor la cantidad correspondiente a la red modificada con acortamiento del túnel.

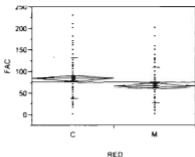


Fig. 32.- Intervalos de confianza para los promedios de la Fac obtenida por la red convencional y la red modificada.

La figura 32 muestra el resultado del análisis de los promedios de la Fac retenida por la **RC** y la **RM**, en la que se observa claramente que la concentración de capturas en la **RC** se distribuye por arriba de 76.67 kg, en tanto que el valor promedio de la **RM** se encuentra por debajo de éste, lo cual indica gráficamente que la diferencia entre capturas de uno y otro tipo de red es definitiva.

El análisis de varianza (ANDEVA) aplicado a los datos que se muestra de manera resumida en la Tabla 9, confirma con un nivel de confianza del 95 % que existen diferencias estadísticamente significativas en las capturas retenidas entre uno y otro equipo de pesca y que la modificación que se propone con el túnel corto favorece la disminución de la Fac

Tabla 9.- Resultado de la ANDEVA aplicado a los datos de la Fac retenida por la RC y la RM.

Factor	GL	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F relación	Prob > F
RÉD	1	23927,58	23927,6	12,1748	0,0006
Error	328	644631,08	1965,3		
C.					
Total	329	668558,65			

Con la finalidad de presentar otros elementos de juicio que permitan aportar mayor certidumbre al evaluar el efecto en la retención de Fac al modificar la longitud del túnel de la red de arrastre camaronera, se realizó una prueba de t-student, que arrojó los resultados que se muestran en la tabla 10.

Tabla 10.- Resultado de la prueba de t-student, aplicada a los datos de fauna acompañante retenida por la red convencional y la red modificada.

	Diferencia	Prueba-t	GL	Prob > t
Estimado	17,0303	3,489	328	0,0006
Error Std	4,8808			
Inf 95%	7,4287			
Sup 95%	26,6319			

El resultado de este análisis que se resume en la tabla 10, ratificó lo obtenido mediante al ANDEVA, demostrando la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las capturas de Fac retenidas en ambos tipos de redes de arrastre camaronera.

A partir del análisis mediante el método de la media ponderada aplicado a los valores de las capturas obtenidas por cada una de las redes de arrastre, se obtuvo la información que se resume en la tabla 11.

Tabla 11.- Medias para la ANDEVA de dos colas, aplicada a los datos de Fac retenida por la RC y la RM.

Factor	N	Media	Error Std	Lim inf 95%	Lim sup 95%
C	165	85,1879	3,4513	78,398	91,977
M	165	68,1576	3,4513	61,368	74,947

Los resultados presentados en la tabla 11 demuestran con un nivel de confianza del 95 % que los valores medios de retención de Fac de la red de arrastre convencional fue de 85.18 kg y la retención media de Fac de la red de arrastre modificada de 68.15 kg. Estos resultados se obtuvieron a partir del análisis de 165 pares de datos y ratifican que realmente existen diferencias estadísticamente significativas en la retención de fauna acompañante entre ambos tipos de red.

4.7.2.- Efecto de la profundidad sobre la proporción de fauna acompañante retenida.

Con la finalidad de observar el efecto de la profundidad sobre la retención de la Fac, se realizó el ejercicio siguiente:

Los datos de Fac, fueron comparados entre sí sin tomar en cuenta el nivel de la profundidad en donde se realizó la captura o retención y el análisis indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre uno y otro grupo de datos, es decir que en cualquier nivel de profundidad en la que se realizó un lance de pesca las variaciones en los volúmenes de Fac retenidas fueron las mismas. Se analizó la misma información de una

manera distinta, en función a la distribución del recurso camarón estableciendo intervalos de profundidad por estrato, como se muestra en la tabla 12.

Tabla 12.- Distribución de los estratos de profundidad, establecido con base en el comportamiento de la captura del camarón observada.

Estrato	Profundidad de operación
1	de 0 a 18.2 m (0 a 10 bz)
2	de 20.02 a 36.4 m (11 a 20 bz)
3	de 38.22 a 54.6 m (21 a 30 bz)
4	de 56.42 m en adelante (+ 30 bz)

El arreglo con base en los estratos de profundidad, produce la siguiente distribución de lances efectuados en cada uno de los estratos establecidos:

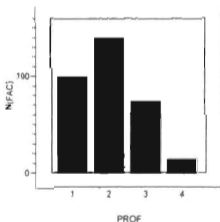


Fig. 33. Estratos de profundidad en que se aplicaron los lances de pesca comparativa, para evaluar la operación de las redes convencional (RC) y modificada (RM)

En la figura 33 se observa que el mayor número de lances realizados para efectos comparativos de retención de Fac entre cada una de la redes de arrastre, fue el estrato 2, es decir entre 20.02 y 36.4 m (11 a 20 brazas) de profundidad, siguiendo en el orden los estratos 1, 3 y 4.

Los resultados obtenidos a partir del modelo considerado para evaluar el efecto de la profundidad sobre la Fac, indicaron lo siguiente.

La retención de Fac se ve afectada por los niveles de profundidad analizados y el análisis indica que no existen diferencias en la retención de Fac entre el estrato 1 y el estrato 2, pero sí existen diferencias en el 2 y 3 y entre el 2 y 4, lo cual quiere decir que los mayores volúmenes de retención de Fac se producen en los estratos 1 y 2, disminuyendo en la medida que se incrementa la profundidad de operación (Tabla 13).

Tabla 13.- Resultados de los factores estimados para comparar la Fac retenida por la **RC** y la **RM** por estrato de profundidad.

Factor	Estimador	Error Standard	t -relación	Prob> t
Intercepto	79,92	4,261675	18,75	<.0001
PROF[2-1]	4,1871429	5,579842	0,75	0,4536
PROF[3-2]	-14,55309	6,125017	-2,38	0,0181
PROF[4-3]	-41,83977	12,42058	-3,37	0,0008
RED[C]	8,5670732	2,353116	3,64	0,0003

V.- **Discusión.**

Reducir la captura incidental de las especies no objetivo y los descartes en las pesquerías, es actualmente un tema prioritario de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y en consecuencia, los países parte de esta organismo mundial deberían participar en la solución del problema.

Es evidente que a nivel mundial la demanda de alimentos sigue creciendo, especialmente de los recursos más apreciados como los camarones y pescados de alta calidad; pero al mismo tiempo ha aumentado la preocupación internacional debida a la explotación excesiva de los recursos y otras repercusiones negativas por efecto de la pesca.

Tanto en México como en el resto del mundo, se ha reconocido que la pesca con redes de arrastre dirigida a la captura de camarones es de las menos selectivas, puesto que llega a capturar mayores proporciones de fauna de acompañamiento en relación con el camarón con valores desde 10:1 hasta 75.8:1, según la época del año (Gil-López y Sarmiento-Náfate, 1996).

De ahí la necesidad de aportar propuestas tecnológicas para atender esta problemática en la pesca de camarón con redes de arrastre, puesto que son muy graves las repercusiones ambientales producidas por el gran volumen de la captura incidental y los descartes, ya que las pérdidas económicas y los efectos nocivos sobre el fondo del mar y su fauna podrían ser irreparables. Los recursos marinos que actualmente son considerados como fauna acompañante del camarón y que no se aprovechan por su escaso valor comercial o debido a

que las tallas que poseen en el momento de su retención, significa un potencial alimento para el futuro.

En la actualidad ya se está observando que las pesquerías tropicales de muchas de las especies que anteriormente se desaprovechaban se están reteniendo a bordo sustituyendo algunas que han desaparecido. Sin embargo, aún deben reunir mejores condiciones como la talla para que se queden a bordo de las embarcaciones.

Como respuesta a esta preocupación, la FAO dio a conocer el Código de Conducta para la Pesca Responsable, que contiene principios y normas aplicables a la conservación, la ordenación y el desarrollo de todas las pesquerías, cubriendo aspectos como la captura, el procesamiento y el comercio de pescado y productos pesqueros, así como las operaciones pesqueras, la acuicultura, la investigación pesquera y la integración de la pesca en la ordenación de la zona costera (FAO, 1995).

Como parte de sus principios fundamentales, el Código promueve la protección de los recursos acuáticos vivos y sus ambientes, la investigación pesquera, así como de los ecosistemas asociados y factores medioambientales pertinentes y ofrece normas de conducta para todas las personas involucradas en el ámbito de la pesca.

El Código prevé que deberían continuar perfeccionándose y aplicándose, en la medida de lo posible, artes y prácticas de pesca selectivas y ambientalmente seguras a fin de mantener la biodiversidad y conservar la estructura de las poblaciones, los ecosistemas acuáticos y la calidad del pescado y que donde existan adecuados artes y prácticas de pesca selectivas y

ambientalmente seguras, deberían ser reconocidas y asignárseles una alta prioridad al establecerse medidas de conservación y ordenación aplicables a las pesquerías.

Tanto los países como los usuarios de los ecosistemas acuáticos deben reducir al mínimo el desperdicio de las capturas tanto de las especies que son el objeto de la pesca como de las que no lo son, de peces y otras especies, así como los efectos sobre las especies asociadas o dependientes, la captura incidental de especies no utilizadas y de otros recursos vivos.

De acuerdo con la FAO, también deben adoptarse medidas, cuando proceda, para incluir características técnicas que atiendan aspectos relacionadas con la talla del pescador, el tamaño de malla, los descartes, temporadas y zonas de veda, y zonas reservadas para determinadas pesquerías, especialmente para la pesca artesanal; estas medidas deben ser aplicadas para proteger a los juveniles y los reproductores.

En este tipo de iniciativas, los Estados y las Organizaciones pesqueras de los diferentes niveles, deben fomentar el desarrollo y la utilización de artes y técnicas de pesca selectivas rentables e inofensivas para el medio ambiente y promover la adopción de tecnologías apropiadas, teniendo en cuenta las condiciones económicas para el mejor aprovechamiento y tratamiento posible de las capturas retenidas.

Debe también desalentarse la utilización de artes y prácticas de pesca que compartan descartes de las capturas y promoverse la utilización de aquéllos que incrementen las tasas de supervivencia de los peces que escapan.

Por lo tanto, en este contexto se debe fomentar la investigación sobre los efectos ambientales y sociales de las artes de pesca y en particular, los efectos de dichas artes sobre la diversidad biológica y las comunidades pesqueras de la costa.

Otro aspecto no menos importante, es la utilización óptima de la energía por lo que debe promoverse la elaboración de normas y directrices adecuadas que permitan utilizar de forma más eficaz en el sector pesquero la energía en las actividades de captura y post captura, así como el desarrollo y la transferencia de tecnología en relación a este aspecto y en particular, alentar a los propietarios y armadores a dotar sus buques de instrumentos que permitan un aprovechamiento óptimo de la energía.

Entre las principales iniciativas ya aplicadas que han impactado favorablemente a la mitigación de los efectos de la captura incidental en redes de arrastre, se tiene la implementación de los dispositivos excluidores de tortugas marinas (DET). Como efecto secundario del uso de estos excluidores con abertura en la parte inferior en el Golfo de México, se ha favorecido la eliminación de fauna de tipo bentónico, principalmente especies de rayas (*Raja texana*, *Dasyatis sabina* y *Rhinobatus sp.*), lenguados (*Syacium gunteri*, *Ancylopsisella dillecta* y *A. quadrocellata*), jaibas (*Callinectes*), estrellas de mar, entre otras especies (FAO, 1997).

Un ejemplo de éxito se obtuvo en el Océano Pacífico mexicano, en donde la diferencia de captura de peces en redes con y sin DET fluctuaron entre 11.4% y 61.6 %, para lo que corresponde a la parte norte del Golfo de California y el Golfo de Tehuantepec respectivamente, usando diferentes tipos de DET durante los años 1993 y 1994. Los principales grupos de peces eliminados en las redes con DET fueron los ejemplares grandes

de más de 30 cm de longitud total, correspondientes a las familias *Sciaenidae*, *Carangidae*, *Bothidae*, *Haemulidae*, *Triglidae*, *Serranidae*, *Gerreidae*, *Urolophidae* y *Soleidae*.

En general, para el Golfo de Tehuantepec, Gil-López y Sarmiento (1996) determinaron que la diferencia de captura de fauna acompañante entre redes con y sin DET durante 1992 a 1994, fue de 53.2 %.

Es evidente que los trabajos sobre tecnología pesquera para el mejoramiento tecnológico de las redes de arrastre han contribuido a disminuir los efectos negativos que pudieran causar al medio ambiente; pero es especialmente significativo cuando este tipo de trabajos se ha realizado en coordinación con los pescadores, quienes serán los que realmente apliquen estas tecnologías en su trabajo cotidiano, de modo que deberán estar bien convencidos que no serán perjudicados, puesto que ellos mediante su actividad lo que desean es obtener ingresos económicos para su bienestar y el de sus familias.

Precisamente en el trabajo de investigación cotidiano que ha de realizarse siempre en las pesquería de camarón previo al levantamiento de la veda, se observó que, como lo hicieron Okonski y Martini (1976), los peces como parte de su comportamiento reaccionan ante la presencia de la red de arrastre y esto les permite escapar con mayor éxito y lo hacen mejor que los camarones ante la misma situación.

Las observaciones obtenidas de manera sistemática llevaron precisamente a pensar en la modificación del diseño básico de la red, consistiendo en un acortamiento del cuerpo, que de tener éxito conllevaría no solo a la reducción de la captura incidental y los descartes, sino en un ahorro de energía por efecto de la disminución de la resistencia al arrastre que implica el exceso de paño utilizado en su construcción.

Desde el análisis preliminar de la información acumulada de los cuatro cruceros de pesca experimental realizados, se observó una disminución de los valores absolutos de la Fac. al utilizar una red de túnel corto. Los datos de los cuatro cruceros dieron como resultado una disminución en ese rubro de por lo menos el 20 % de Fac. Este hecho fue el inicio de un desarrollo tecnológico que conduciría a la mitigación de los problemas que han caracterizado a las pesquerías de arrastre que especialmente dirigen su esfuerzo a la pesca de camarón.

Es importante mencionar que en la actualidad cualquier tecnología enfocada a mitigar el problema que ocasionan las redes de arrastre es de gran importancia, pues de esta manera se coadyuva a un adecuado aprovechamiento de los recursos pesqueros en donde los que no son objetivo de captura deben permanecer en su medio ambiente hasta el momento adecuado para que sean realmente recursos renovables, así como permitir que aquellos que sean aprovechables puedan ser extraídos de acuerdo con las tallas comerciales adecuadas con la finalidad de obtener el mayor rendimiento posible del recurso.

Sobre este tipo de actividades de tipo tecnológico, también existen antecedentes, que aún no se encuentran reportados y que hablan sobre el esfuerzo que a través del Instituto Nacional de Pesca se encuentran en proceso. Varios investigadores han conformado un grupo especializados para atender este asunto tanto a nivel nacional como en la FAO, en donde se han considerado los resultados que aquí se presentan para ser transferidos como un desarrollo tecnológico factible de instrumentar en otros países con pesquerías de características similares.

Como los resultados lo indican, el mejoramiento tecnológico de los sistemas de pesca de arrastre para disminuir la captura incidental, los descartes y los daños irremediables al medio ambiente marino, no necesariamente tienen que repercutir en perjuicio de los pescadores, sino que también pueden producir beneficios por ser más eficientes en la captura de la especie objetivo como es en este caso el camarón, mismo que capturado de esta manera es obtenido con mayor calidad y con menos esfuerzo, debido a que los efectos abrasivos de la Fac son reducidos considerablemente.

Aunque dentro de los objetivos que fueron trazados para el desarrollo de este trabajo no se incluyó determinar el ahorro de energía por efecto de la disminución de la resistencia de la red de túnel corto, es evidente que esto sucede por añadidura, de modo que los trabajos de investigación sobre este aspecto deben ser enfocados, especialmente cuando se suma el efecto debido al uso de paños de red de alta resistencia y bajo calibre que se han desarrollado por la industria de las redes en los años recientes.

-

VI.- Conclusiones

La flota camaronera del Golfo de Tehuantepec está compuesta por 112 barcos de los cuales 76 corresponden al Puerto de Salina Cruz, Oaxaca y 36 a Puerto Chiapas.

Las características más comunes de los barcos del Golfo de Tehuantepec, fue un motor con potencia de 365 Hp, eslora entre 21 y 22 m, manga de 6 m y puntal de 3 m.

El tipo de red de arrastre más común utilizado para la captura de camarón es la red conocida como tipo "volador", debido a que ésta tiene la cualidad de trabajar adecuadamente tanto en aguas someras como profundas y se caracteriza por tener un relinga superior de 24.38 m u 80 pies de longitud.

Los resultados obtenidos sobre la comparación de la red tipo volador con el túnel corto, reduce significativamente la captura incidental de especies no objetivo sin perjudicar los rendimientos normales de la captura de camarón.

Las especies de camarón que son el objetivo de esta pesquería son el camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) y el camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*), aunque también se obtienen otras especies que tienen importancia en el consumo regional como los camarones azul (*L. stylirostris*), cristal (*F. brevisrostris*), botalón (*Xiphopenaeus kroyeri*), roca (*Sicyona brevisrostris* y *S. dorsalis*) y cebra (*Trachypenaeus similis* y *T. fovea*).

Entre los organismos de especies capturadas incidentalmente por esta pesquería, las de mayor frecuencia fueron el ronchacho (*Microlepidotus brevipinnis*) que alcanzó una

proporción de 22.15 % del peso, seguido por el boca dulce (*Polidactilus approximatus*) y la chapeta (*Selene peruviana*).

La excesiva captura incidental de especies no objetivo obtenida durante la etapa de los experimentos, que fue alrededor del 95 %, pudo ser debida a que el trabajo se realizó durante la temporada de veda del camarón. Los volúmenes de esta magnitud son típicos al inicio de la temporada de pesca comercial con una disminución paulatina a lo largo de la temporada.

Los aspectos tecnológicos abordados en este documento son muy especializados y están enfocados a proponer alternativas tecnológicas para contribuir a la disminución de la fauna acompañante del camarón, talón de Aquiles de esta pesquería de arrastre que genera un alto porcentaje de desaprovechamiento de diversas especies de peces, moluscos, caracoles y otras, que son aprovechadas en menor escala por la actividad ribereña o que momentáneamente no son aprovechadas, pero que son generadoras potenciales de alimentos.

La alternativa de modificar la red de arrastre para la pesca de camarón lleva consigo otros beneficios como lo es ahorrar combustible en las maniobras de pesca, ya que al utilizar menor material para su construcción lo convierte en un aparejo económico, disminuye la resistencia al avance y como consecuencia el consumo de combustible.

VII.- Recomendaciones

Implementar esta propuesta tecnológica ya que contribuye al desarrollo sustentable de la pesquería de camarón con redes de arrastre y se mitiga sustancialmente el problema de la retención de organismos que no son especies objetivo.

La protección de especies que no son comercialmente importantes para la industria camaronera puede favorecer a la aceptación de los sistemas de arrastre en el mundo. Difundir los resultados de las pruebas realizadas y evidenciar estas pruebas a una mayor escala, podría contribuir a su transferencia tecnológica a nivel nacional y hacia otros países interesados por lo que se recomienda fomentar la participación de los especialistas en eventos nacionales e internacionales sobre esta materia.

La propuesta tecnológica planteada se caracteriza por responder a una necesidad de protección al medio ambiente que está siendo reclamada cotidianamente por organismos oficiales y no gubernamentales, de modo que si se considera que los resultados obtenidos han sido mediante la participación coordinada entre los pescadores y personal del área de tecnología de capturas y además se reconoce que aún existe potencial para mejorar las artes y métodos de pesca, entonces sería recomendable que las experiencias obtenidas fueran capitalizadas para continuar llenando los vacíos tecnológicos que puedan contribuir a mejorar el aprovechamiento de los recursos pesqueros, conforme lo establece el Código de Conducta para la Pesca Responsable promovido por la FAO.

VIII.- Literatura citada

- Alverson, D.L.; Freeberg, M.H.; Pope, J.G.; Munro, S.A., 1984. A global assessment of fisheries bycatch and discards. FAO Fisheries Technical Paper, No. 339, Rome, FAO, 233p.
- Amescua-Linares, F. 1990. Los peces demersales de la plataforma continental del Pacífico Central de México. Tesis doctoral. Univ. Nat. Auton. México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, 287 p.
- Blackburn, M. 1962. An Oceanographic Study of the Gulf of Tehuantepec. United States Fish and Wildlife Service. Special Scientific Report- Fisheries, N° 404.
- Broadhurst, M. K., Kennelly, S. J. and Barker, D. T. 1997. Simulated escape of juvenile sand whiting (*Sillago ciliata*) through square-meshes: effects on scale-loss survival. *Fish Res.*, 32: 51-60.
- Buesa, R. J. 1977. Método basado en la teoría de la información para calcular el tamaño de muestra de animales marinos. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. UNAM*. México 4(1): 99 - 106.
- Boddeke, R. 1970. Bycatch reduction of Penaeid shrimp trawlers on basis of European experiences. Netherlands Institute for Fisheries Research (RIVO.DLO), IJmuiden, The Netherlands.
- Boddeke, R. 1992. Bycatch reduction of penaeid shrimp trawlers on the basis of European experiences. In: Proceedings of the International Conference on Shrimp Bycatch, May 24-27, 1992, Lake Buena Vista, Florida. Sponsored by the Southeastern Fisheries Association, Tallahassee, Florida. NOAA/NMFS, Tallahassee, Florida. pp. 229-239.
- Carranza-Edwards, A., Morales de la Garza, E. y Rosales Hoz, L. 1998. Tectónica, sedimentología y geoquímica, Cap. 1: 1-12. En: M. Tapia-García (Ed.) *El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos*, 240 p. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México, ISBN 970-654-348-1.
- Chavez, E.A., y Arreguín-Sánchez, F. 1984. Evaluación y diagnóstico de la pesquería del camarón en el Golfo de Tehuantepec. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados IPN/Unidad Mérida. 60 p.
- Clarke, A. J. 1988. Inertial Wind Path and Sea Surface Temperature Patterns Near the Gulf of Tehuantepec and Gulf of Papagayo. Journal of Geophysical Research, 93. 15491-15501.

- Conolly, C. P. 1992. Bycatch activities in Brazil. Brazilian National Environment Research Center. International Conference on shrimp Bycatch. Lake Buena Vista, Florida. pp 291-298.
- Deweese, C.M., and E. Ueber, eds. 1990. Effects of different fishery management schemes on bycatch, joint catch and discards: summary of a national workshop. California Sea Grant College, University of California, La Jolla, California.
- Eayrs, S. 2005. A guide to Bycatch reduction in tropical Shrimp-Trawl Fisheries, Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, Rome, Italy.
- Ercoli, R. 1989. Dispositivo de Selectividad de langostino (DISELÁ) Boletín informativo del INIDEP 7 P.
- FAO. 1973. Informe de la consulta de expertos sobre redes de arrastre selectivas para la pesca del camarón. Ijmuiden, Países Bajos 12 - 14 de junio de 1973. *FAO Informe de Pesca N° 139*. 73p.
- Ferreira, H. 1965. Notas sobre la historia de la pesquería comercial del camarón en el Pacífico de México. INIBP, Serv. Div.x (99). 14 p.
- García, E. (Ed.), 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM 3ª Ed., Mexico 252 p.
- Grande-Vidal, J. M. y A. Arias. 1991. Selectividad de los principales tipos de redes de arrastre camaronerías utilizadas por la flota comercial de Mazatlán. Sin. FAO Expert Consultation on selective shrimp trawl development. Mazatlán, Sin. México (24-28 nov.1986). *Ciencia Pesquera. Inst. Nal. Pesca, Sria. De Pesca. México (8)* 83-106. (1991).
- Grande-Vidal, J. M., Aguilar-Ramírez, D., Gil-López, H. A. y Sarmiento-Náfate, S. 1998. Pesca experimental comparativa de las redes de arrastre camaronerías utilizadas en el Golfo de Tehuantepec. SEMARNAP/INP. Informe de investigación. 20 p.
- Hendrickx, M. E. 1985. Diversidad de los macro-invertebrados bentónicos y acompañantes del camarón en el área del Golfo de California y su importancia como recurso potencial. In: Yañez-Arancibia, A. (Ed). Recursos Potenciales de México: La Pesca Acompañante del Camarón. Prog. Univ. de Alimento. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol., Inst. Nal. De la Pesca. UNAM, México, D.F. Cap 3 95-148
- Heredía, J. A. y García, A. 1986. Estudio de la selectividad en las redes de arrastre camaronerías. Tesis de Maestría en Ingeniería Pesquera.- SEP/SEIT/ITMAR - Mazatlán, Sin.
- Hurd, W. E. 1929. Northers of the Gulf of Tehuantepec. *Mon. Weather Rev.*, 57(5): 192-194.

- Igartua, L. E. 1992. Ensayo sobre la determinación de las dimensiones principales de una embarcación camaronera. Tesis de Licenciatura SEP-SEIT-DGEC y IM. ITMAR de Mazatlán. 71 p.
- Lavin, M. F., J. M., Robles, M. L., Argote, E. D., Barton, R. Smith, J. Brown, M. Kosro, A. Trasviña, H. S. Vélez y J. García. 1992. Física del Golfo de Tehuantepec. Ciencia y Desarrollo, XVIII (103): 97-107.
- Le-Reste, L. 1971. Rythme saisonnier des reproduction, migration et croissance des portlarvae et des jeunes chez la crevette *Penaeus indicus* H. Milde Edwards de la Baie d'Ambaro. Cote N. O. des Madagascar. Contribution a l'étude d'une baie eutrophique tropicale. Cah. ORSTOM., sér Oceanogr. 9 (3): 279-292.
- Lluch, B. D. 1975. Diagnostico, modelo y régimen óptimo de la pesquería de camarón de altamar en el Noroeste de México. Tesis Doctoral, E.N.C.B. 430 p.
- Lluch, B. D. 1975. Selectividad de las redes de arrastre camaroneras en el Pacifico mexicano. Instituto Nacional de la Pesca. INP/SC:6.
- McCaughran, D.A. 1992. Standardized nomenclature and methods of defining bycatch levels and implications. 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. 200-201.
- Medina-Reyna, C. E. 1986. Muestreo preliminar de postlarvas de camarón. Inf. Activ. Realizadas. Rep. Manuscrito. Centr. De Est. Tec. Del Mar, Salina Cruz, Oax. 34 p.
- Molina-Cruz, A. y Martínez-López, M. 1992. Oceanography of the gulf of Tehuantepec, - Mexico, indicated by Radiolaria remains. Inédito. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México. 43 p.
- Monreal-Gómez, M. A. y Salas de León, D. A. 1998. Dinámica y estructura termohalina, Cap. 2: 13-26. En: M. Tapia-García (Ed.) El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos, 240 p. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México, ISBN 970-654-348-1.
- Morales de la Garza, E. A., 1990. Estudio de sedimentos fosfatados en el Golfo de Tehuantepec, México. Tesis de Maestría UNAM-ICML. 113 p.
- Mounsey, R. 1995. AUSTED trials. Field trip report of trials in Western Gulf of Carpentaria 17 July 95 to 26 July 95. Northern Territory Department of Primary Industry and Fisheries. Unpubl. 3 p.

- 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.
- Okonski, S. L. y Martini, L. W. 1976. Materiales didácticos para la capacitación en tecnología de artes y métodos de pesca. Serie de Materiales de Estudios en Ciencia y Tecnología del Mar. Secretaría de Educación Pública, México.
- Padilla-Sánchez, R. J., Martínez-Serrano, R. G. y Torres-Rodríguez, V. 1983. Carta Tectónica. Escala 1:2,000,000. Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- Pérez-Cruz, L. L. y Machain, M. L. 1990. Benthic Foraminifera of the oxygen minimum zone, Continental Shelf of the Gulf of Tehuantepec, México. *Jour. Forams. Res.* 20(4): 312-315.
- Pérez-Mellado, J. y Findley, L. T. 1985. Evaluación de la ictiofauna acompañante del camarón capturado en las costas de Sonora y norte de Sinaloa, México, Cap. 5: 201-254.
- Reynaldo J., M. A. 1986. Estudio y Procedimientos para el Cálculo de Redes Camaroneras en Embarcaciones de 120 - 500 Hp. Tesis de Licenciatura UAN-ESIP. 75 pp.
- Roden, G. I. 1961. On the wind-driven circulation in the Gulf of Tehuantepec and its effect on surface temperature. *Intl. Geophys.*, 1 (3): 55-76.
- Rodríguez de la Cruz, M. C. 1981. Estado actual de la pesquería del camarón en el Pacífico Mexicano. *Ciencia Pesquera* (1) INP-SEPESCA 53-60 p.
- Rogers B.D.; de Silva J.A.; Wright V.L.; Watson J.W. 1997. Evaluation of shrimp trawls equipped with bycatch reduction devices in inshore waters of Louisiana. *Fis. Res.* Volume 33, Number 1, December 1997, pp. 55-72(18)
- Saila, S. 1983. Importance and assessment of discards in commercial fisheries. UN/FAO, Rome, Italy. FAO Circ. 765. 62 pp.
- Sarmiento-Náfate, S. 1993. Análisis de la flota camaronera del Golfo de Tehuantepec y propuesta de una red prototipo. Tesis de Licenciatura UAN-ESIP. 123 pp.
- Sarmiento-Náfate, S. y Gil-López, H. A. 1996. Efecto de la modificación de una red camaronera para la reducción de la captura de fauna acompañante del camarón, en el Golfo de Tehuantepec. SEMARNAP/INP/Informe técnico interno 23 p
- Secretaría de Marina. 1988. Compendio de estudios oceanográficos. Secretaría de Marina, México (91 p.

- Sepúlveda, M. A. 1991. Análisis biológico-pesquero de los camarones peneidos comerciales en el Pacífico Mexicano, durante el periodo de veda (1974-1983). Tesis de postgrado. Univ. Nal. Aut. De Méx. *Inst. Cienc. Del Mar y Limnol.*
- Strome, T. y Saetersdal, G. 1987. Propesciones de los recursos pesqueros de la plataforma pacífica entre Colombia y el sur de México. NORAD/UNDP/FAO PROGRAMME. Institute of Marine Research, Bergen, Norway. 106 p.
- Villaseñor-Talavera, R. 1977. Dispositivos excluidores de tortugas marinas. *FAO Documento Técnico de Pesca. N° 372. Roma, FAO. 116p.*
- Zar, J. H. 1999. . Biostatistical Analysis. 4th Edition. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ. 931 p.