

Selectividad de Sistemas de Pesca de Arrastre para Camarón. Implicaciones para el Ordenamiento Pesquero



SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO
RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

COMISIÓN NACIONAL DE ACUACULTURA Y PESCA

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA



SAGARPA



MAZATLÁN, SINALOA, DICIEMBRE DE 2003

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO
RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

COMISIÓN NACIONAL DE ACUACULTURA Y PESCA

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA

Selectividad de Sistemas de Pesca
de Arrastre para Camarón.
Implicaciones para el Ordenamiento
Pesquero

ISBN: 970-93887-1-1

Mazatlán, Sinaloa, Diciembre de 2003

Este documento fue preparado por la CONAPESCA, con la colaboración de los participantes en el Taller Nacional Sobre Selectividad de Sistemas de Pesca de Arrastre para Camarón. Implicaciones para el Ordenamiento Pesquero. Junio de 2003.

La revisión editorial de este documento se efectuó en la Dirección General de Ordenamiento Pesquero y Acuícola de la CONAPESCA, y estuvo a cargo de Samuel Ramos Carrillo.

Las citas bibliográficas se presentan tal y como fueron proporcionadas por los autores, excepto en el caso de la bibliografía del capítulo “Estudio de la Selectividad en las Redes de Arrastre Camaroneras en el Pacífico Mexicano (Sección del Cuerpo)”, en donde la estructura de las citas bibliográficas se modificó por el revisor editorial.

El texto de cada trabajo se presenta como fue presentado por el autor, excepto en el caso del título “Modificaciones a las Artes de Pesca en Búsqueda de la Selectividad con un Enfoque Ecosistémico”, en el cual se hicieron algunas modificaciones de estilo en la introducción.

Las figuras son las proporcionadas por el autor, excepto en el caso en el que se indica que fueron modificadas por los editores.

CITA DE ESTE DOCUMENTO

CONAPESCA, 2003. Selectividad de Sistemas de Pesca de Arrastre para Camarón, Implicaciones para el Ordenamiento Pesquero. Mazatlán, Sinaloa, junio de 2003. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, Instituto Nacional de la Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 83 p.

DIRECTORIO

JAVIER BERNARDO USABIAGA ARROYO
Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo
Rural, Pesca y Alimentación

COMISION NACIONAL DE ACUACULTURA Y PESCA

Ramon Corral Avila
Comisionado Nacional

Prisciliano Melendrez Barrios
Director General de Ordenamiento
Pesquero y Acuícola

Raul Villaseñor Talavera
Director de Normalización

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA

Guillermo Compeán Jimenez
Director en Jefe del Instituto Nacional
de la Pesca

Miguel Angel Cisneros Mata
Director General de Investigación en
Evaluación y manejo de Recursos
Pesqueros

Ignacio Méndez Gómez-Humarán
Director General de Investigación y
Desarrollo Tecnológico

Rafael Solana Sansores
Director General de Investigación en
Procesos para el Desarrollo
Sustentable

CONTENIDO

	Página
Cita del documento	I
Directorio	II
Contenido	III
Modificación a las Artes de Pesca en Búsqueda de la Selectividad con un Enfoque Ecosistémico. J. Flores O.	1
Selectividad Multi e Intraespecífica de la Red de Arrastre Utilizada en la Pesca del Camarón en el Golfo de Tehuantepec, México. S. Sarmiento N., H. A. Gil L.	13
Estudio de la Selectividad en la Bolsa de las Redes de Arrastre Camaroneras del Pacífico Mexicano. I. Galeana V., O. Guevara R.	19
Evaluación del Escape en el Bolso de una Red de Arrastre Camaronera de 37.7 m de Relinga Superior Operada en el Banco de Campeche a Bordo del BIP "Onjuku". J. L. Oviedo P., A. J. Valdés G., A. A. Seefoo R.	31
Estudio de la Selectividad en las Redes de Arrastre Camaroneras en el Pacífico Mexicano (Sección del Cuerpo). A. García Z., J. A. Heredia Q.	39
Selectividad del Bolso de la Red de Arrastre Camaronera en Función de su Tamaño de Malla. L. Rivera R.	57
Selectividad Multiespecífica de Redes de Arrastre Equipadas con Dispositivos Excluidores de Peces (DEP's) en el Golfo de California, México. A. Balmori R., J. M. García C., D. Aguilar R., J. R. Torres J., A. A. Seefoo R.	65
Evaluación de Modificaciones a las Redes de Arrastre Camaroneras Orientadas a Incrementar la Selectividad. A. Balmori R., J. M. García C., J. R. Torres J.	81
Un Método para la Estimación de la Eficiencia de la Flota Camaronera y Análisis de la Capacidad de Pesca. S. Ramos C.	91

Modificaciones a las Artes de Pesca en Búsqueda de la Selectividad con un Enfoque Ecosistémico.

Dr. Jorge Flores Olivares
e-mail: cigmaritf@hotmail.com

Centro de Investigación y Graduados del Mar
Instituto Tecnológico del Mar
de Mazatlán, Sinaloa.
Tel: 847209

Introducción

El principio fundamental del concepto de pesca responsable es aumentar al máximo los ingresos de los pescadores con un mínimo efecto en las poblaciones y el ambiente. El concepto de "aumentar al máximo los ingresos al operador" es bastante sencillo y puede medirse "en pesos y centavos" para la pesca comercial o simplemente en "la satisfacción ganada" en el caso de una pesquería recreativa. Los efectos de las operaciones de pesca sobre el ambiente y las poblaciones de peces, así como su minimización, son mucho más difíciles de cuantificar. La introducción de modificaciones a los equipos de pesca para hacerlos más eficaces, realizando la actividad de manera acorde al concepto de pesca responsables es complicado, debido a las complejas interacciones entre los sistemas de pesca, las poblaciones de peces y el efecto en el ambiente.

Durante los años, el mejoramiento de las artes de pesca, las técnicas y tácticas de pesca han hecho más eficiente a las empresas de la pesca; sin embargo, estos desarrollos han evolucionado con pequeñas consideraciones y con grandes efectos sobre las poblaciones de los recursos pesqueros y su hábitat. Cuando a nivel mundial se reconoce la necesidad por la conservación se empieza asegurar una pesquería sustentable, quien lo hace de manera responsable, está aplicando los principios de conservación.

A lo largo de la historia se han desarrollado una amplia variedad de sistemas de pesca. La evolución de las técnicas de pesca ha llevado a la desaparición de algunas artes o a un uso muy restringido de ellas y a una rápida expansión de otras que resultan muy efectivas y rentables desde el punto de vista de los niveles de capturas. Técnicas algunas de ellas, sin embargo, muy poco selectivas como es el caso de las artes de arrastre o de las redes de deriva. La sobre pesca y los sistemas de pesca no

selectivos empleados están poniendo en peligro la existencia misma de los recursos pesqueros, dañando muchos ecosistemas marinos, amenazando la estabilidad económica y el sustento de decenas de millones de personas.

Las políticas pesqueras aplicadas se demuestran, en muchos casos, ineficaces e insuficientes para frenar el declive por la creciente escasez de recursos y para afrontar y acometer la crisis del sector. Se reclama pues, en cuanto a las medidas técnicas, enfoques más eficaces, amplios y ambiciosos: medidas que fomenten claramente el uso de las artes que son más selectivas y que, en cambio, prohíban totalmente aquellas técnicas que son las más depredadoras y las que más daño están causando.

Las propuestas deben de considerarse y medirse según el impacto real que produzcan sobre la pesca y las especies en sí mismas, y no sobre las políticas pesqueras una determinada dependencia, persona o grupo de personas. Es preciso seguir un principio de precaución que contemple las medidas técnicas en su relación, no solo con las especies a capturar, sino también con el ecosistema marino afectado.

En el caso de las pesca de camarón, la adopción de medidas demasiado generalizadas puede resultar contraproducente si no se tiene en cuenta las distintas condiciones biológicas de las distintas pesquerías y los perfiles reales de la actividad pesquera. Es preciso encontrar un equilibrio entre las tendencias homogeneizadoras y diversidad. Las normas no se pueden hacer extensivas, sin más, a todas las situaciones, sino que deben tenerse en cuenta las características diferenciadas de los buques, de las especies objetivo y de los caladeros. En este contexto, no es posible introducir un modelo único de arte de pesca, ya que el diseño de la estructura y dimensiones de la red de arrastre se realiza en función de las características técnicas del

buque, de la maniobra de pesca y de las modalidades de arrastre. Las medidas técnicas innovadoras deben estar basadas en criterios científicos contrastados, bien fundadas, sólidamente experimentadas, incentivadas e intencionadamente consensuadas con el sector pesquero.

Este reporte proporciona un análisis del estado actual del conocimiento de la selectividad de las artes de pesca y examina como los investigadores sobre la selectividad pueden recomendar su uso en los futuros desarrollos de las medidas técnicas y regulaciones diseñadas para minimizar los radios de mortalidad de juveniles y especies no objetivo. La información es presentada en una manera que sea accesible a todo tipo de personas, inclusive, a las que no cuenten con una formación técnica.

Situación de la pesca en México

En muchas pesquerías de México, particularmente se requiere de una reducción de las capturas de juveniles, específicamente en la de algunos moluscos y crustáceos, adicionalmente, otro asunto que también es urgente atender, es la disminución de los descartes y la fauna acompañante, las cuales requieren de protección adicional, las cuales son obtenidas por adopciones nuevas, o las revisiones de las medidas técnicas ya existentes en pesquerías internacionales. Las medidas técnicas ayudaran a mejorar la selectividad de las operaciones de pesca o para imponer restricciones de espacio o tiempo de estas actividades pesqueras

Se hace una revisión de la literatura mundial de los trabajos y las medidas técnicas aplicadas sobre la selectividad en las artes de pesca en varias pesquerías mundiales, considerando como criterio que las medidas en aplicación puedan garantizar que no se capturan peces demasiado jóvenes ya que resulta ventajoso según estas experiencias, que se obtienen avances, tanto desde el punto de vista biológico como económico, ya que las pesquerías que lo practican, permiten conseguir mejores capturas una vez que los peces hayan alcanzado un mayor tamaño y ofrece la garantía de que el número de adultos que puede reproducirse sea suficiente para mantener poblaciones sanas. En este sentido, se hace una revisión de los criterios básicos de la selectividad, que a continuación se definen:

Aplicación del concepto de la selectividad

Ha habido muchas discusiones públicas sobre los métodos "selectivos" de la pesca, y como resultado de todo ello se ha generado muchísima confusión. Este documento es un esfuerzo por clarificar y definir el concepto de la selectividad, y de relacionarla directamente con las necesidades de la pesquería del camarón. La clave es entender que la selectividad no existe en un vacío, sino que es parte para asegurar la salud de las poblaciones que habitan en el medio natural, y dentro de la naturaleza de su explotación que debe de considerar la sustentabilidad del recurso. Para que esto sea posible, el centro de la discusión necesita ser resultado de un trabajo selectivo, más bien enfocado a los mecanismos de captura de cualquier tipo determinado de arte de pesca.

La selectividad de pesca puede definirse como la habilidad de capturar el blanco apropiado, ya sea el pez o la captura por especies, según su tamaño o sexo (o combinación de éstos) durante las operaciones de pesca, permitiendo a todos los que se considera como pesca incidental soltarlos en forma ilesa sin daño alguno. Por captura incidental se puede incluir a peces pequeños (o juvenil), a las especies que no son objetivo de captura, pájaros y otros organismos vivientes encontrados durante las operaciones de pesca. Implícito en la definición de la sustentabilidad en la práctica de las operaciones de pesca capturando solo aquellos peces que son los objetivos de captura, soltando aquellos que no son objetivo de pesca en forma ilesa y sin daños.

Influencia del esfuerzo de pesca sobre la mortalidad por pesca

Las poblaciones marinas son recursos renovables, es decir que las pérdidas causadas por la mortalidad natural que les afecta es compensada por la incorporación de nuevos individuos producto de la reproducción de las especies. Resulta evidente que cualquier arte de pesca ha sido diseñado para obtener capturas de especies que puedan ser comercializadas y que, consecuentemente, genera una serie de mortalidades sobre las poblaciones potencialmente explotables. Por lo tanto, la pesca actúa sobre una población haciendo descender el número de sus supervivientes.

A medida que aumenta la explotación, por ejemplo por incrementos en el número de las unidades pesqueras, el número de supervivientes (la biomasa total) se hace menor. Es decir, un aumento en el esfuerzo de pesca provoca un descenso proporcional en el valor global de la biomasa. Niveles de esfuerzo muy elevados pueden llevar a la biomasa a niveles críticos, de manera que la tasa de renovación de la población que pueden generar los supervivientes, sea demasiado pequeña como para soportar las pérdidas generadas por la actividad de la pesca, llevando al colapso a la pesquería. En esta situación, aunque se experimenten disminuciones del esfuerzo de pesca no es posible obtener los mismos valores de captura que antes del desfondamiento del stock (figura 1).

Las relaciones stock-reclutamiento (entendiendo por reclutamiento el número de individuos jóvenes producidos anualmente) muestran que se puede llegar a un círculo vicioso: para una

tasa de explotación muy elevada, un stock parental (reproductor) produce un nivel de reclutamiento que conduce a la obtención de un stock menor, este proceso reiterado en el tiempo provoca un empobrecimiento progresivo de la biomasa (figura 2).

Muchos de los stocks alrededor del mundo están sobreexplotados. En aguas de la Unión Europea se considera que todos los stocks de peces lo están (LASSEN, 1996) y en el caso concreto del Mediterráneo occidental, cada año se extrae un 50 % de la biomasa total de las principales poblaciones demersales (CADDY y GRIFFITS, 1990). En la mayoría de los stocks explotados en el Mediterráneo español el nivel del RMS ha sido ampliamente superado, sirvan como ejemplos que las reducciones necesarias en los niveles de esfuerzo en los stocks de merluza y salmonete, se consideran que deben ser de un 60% a un 85% para situarse en los correspondientes niveles del RMS (LASSEN, 1996).

Capturas

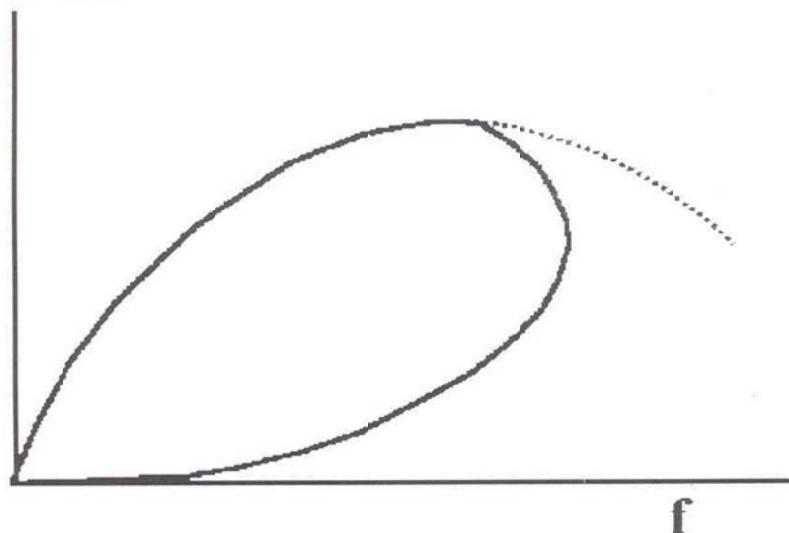


Figura 1. Relación teórica entre las capturas y el esfuerzo de pesca (f). La relación en forma de bucle muestra que al aumentar el esfuerzo de pesca la captura baja muy rápidamente (caso de pequeños pelágicos) y que una disminución del esfuerzo no permite obtener las mismas capturas que antes del desfondamiento de la pesquería (según CURY, 1991)

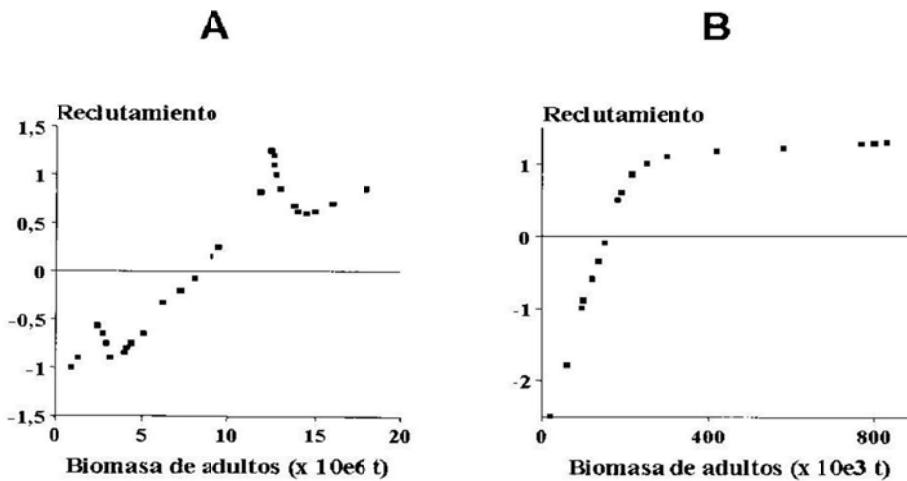


Figura 2. Relación existente entre el índice de reclutamiento y el tamaño del stock parental para la anchoveta del Perú (A) y la sardina del Pacífico (B). Cada punto representa un año de observación (modificado de CURY, 1991).

La sobreexplotación puede entenderse tanto en términos de crecimiento (el crecimiento potencial de un stock no es usado al nivel óptimo) como en términos de fallos de reclutamiento (el reclutamiento se encuentra a niveles por debajo de los requeridos para sostener el stock). En muchas situaciones concurren ambos tipos de sobreexplotación, por lo que la situación de los stocks es especialmente delicada.

El principal objetivo de la gestión de las pesquerías es sostener las producciones pesqueras a lo largo del tiempo. Dado que los recursos explotados son renovables, el primer paso debe estar encaminado a mantener las poblaciones en unos niveles lo suficientemente elevados como para asegurar la autorenovación. Así, implícito a la gestión de las pesquerías hay un potente elemento conservacionista

Aunque a veces los criterios económicos o políticos pueden primar sobre los biológicos, resulta claro que deben tomarse las medidas necesarias para garantizar la existencia continuada y la productividad de los stocks, habiéndose establecido diferentes normas para controlar los niveles de explotación. Puesto que existe una relación directa entre la mortalidad causada por la pesca y el esfuerzo ejercido para ello, estas normas van dirigida básicamente a regular los niveles de captura o bien a limitar

con otras medidas el esfuerzo pesquero. Por lo tanto son dos los parámetros sobre los que se puede actuar: la mortalidad por pesca y la edad (talla) de primera captura.

Una de las variables a tener en cuenta para determinar la talla mínima de captura de una especie en un área concreta, responde a criterios puramente biológicos: la talla de primera madurez. Se trata de asegurar que los individuos de la especie en cuestión, puedan llegar a la talla o edad a la cual alcanzan la madurez sexual y, por lo tanto, puedan al menos reproducirse una vez. De esta manera se trata de asegurar un nivel suficiente del stock parental y evitar situaciones de sobre explotación de reclutamiento.

Sin embargo, en muchas otras ocasiones el establecimiento de tallas mínimas va encaminado en primer lugar a mantener los niveles del RMS (cualquier incremento de la talla mínima produciría un aumento del RMS) y asegurar los rendimientos pesqueros, evitando situaciones de sobreexplotación de crecimiento (figura 4). En estos casos la talla mínima se establece en función de criterios técnicos, estando muy relacionada a la estimación de tamaños de malla óptimos en las redes que prevengan la captura de individuos por debajo de esa talla. Dicho de otro modo, regulando la

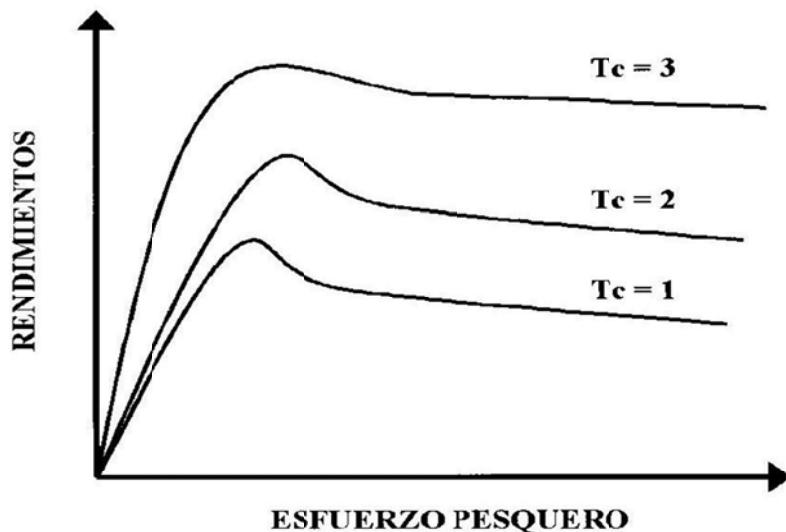


Figura 3. Curvas de rendimientos teóricas para el mismo stock en función de una mayor o menor talla de primera captura (Tc).

selectividad de los artes mediante la autorización de determinadas luces de mallas se pretende la captura de productos pesqueros por encima de las tallas mínimas autorizadas.

Sin embargo, la talla mínima fijada en función de una malla autorizada no siempre coincide con los criterios biológicos mencionados anteriormente. Este es el caso de numerosas especies en las pesquerías mundiales. Como ejemplos se pueden citar el caso de la merluza (*Merluccius merluccius*) y el besugo (*Pagellus acarne*) para los que están autorizadas tallas mínimas de 20 cm y 12 cm respectivamente, mientras que sus tallas de primera madurez han sido establecidas entre 28cm (machos) y 34 cm (hembras) para la merluza (RECASENS, 1992) y en 19 cm para el besugo (BARO, 1996).

En otras ocasiones no existe una concordancia entre las tallas mínimas y las tallas que son susceptibles de quedar retenidas por los artes de pesca. Esto ocurre en el caso de especies que pueden ser pescadas por diferentes tipos de artes y que, por lo tanto, tienen diferente selectividad.

Cuando la captura de un determinado arte es multiespecífica, resulta prácticamente imposible el establecer una medida de malla que satisfaga la captura de diferentes especies por encima de

las tallas mínimas autorizadas. El ejemplo más patente lo constituye el caso del arte de arrastre, muy extendido en todo las pesquerías mundiales. Este arte está formado por dos partes fundamentales: un saco, de forma troncocónica, que se abre en una amplia boca, y dos alas o bandas que la limitan en los laterales. Para mantener la boca abierta en sentido vertical, ésta va provista en su parte superior de flotadores y en la inferior de un burlón lastrado con plomos. Las puertas unidas por las malletas a los extremos de los calones de cada banda, son las encargadas de mantener la mayor abertura horizontal. El arte es arrastrado por el lecho marino capturando prácticamente todo lo que encuentra en su paso, escapando de la red solo aquellos individuos cuya talla es inferior a la de primera captura dada por la selectividad de la malla autorizada.

Resulta evidente que si los artes de arrastre son empleados en zonas de pesca donde conviven poblaciones muy diversas, cuyas estructuras de tallas son muy amplias, es inevitable que éstos capturen individuos por debajo de las tallas mínimas de muchas de ellas. Dado que las regulaciones de pesca impiden la venta y comercialización de los productos pesqueros por debajo de las tallas mínimas, las capturas que no cumplen la normativa son en la mayoría de

las ocasiones devueltas al mar, constituyendo lo que se conoce como descartes.

En el Mediterráneo la magnitud de los descartes no alcanza el valor de las pesquerías más desarrolladas del Atlántico norte, sin embargo pueden llegar a suponer hasta el 50% del total capturado por la flota de arrastre dependiendo de las zonas y épocas del año. En concreto, en el Mar de Alborán se puede descartar entre un 34% y un 56% del total capturado, de los que entre un 11% y un 39% corresponden a especies de interés comercial (CARBONELL, 1996). El principal problema de los descartes es que cuando éste se produce, los individuos arrojados de nuevo al mar ya han muerto, con lo que los efectos positivos (evitar la sobreexplotación) que se pretenden conseguir con el establecimiento de una talla mínima no se obtienen.

Para paliar en lo posible las deficiencias de las regulaciones basadas en la determinación de tallas mínimas de captura, se debe de prever en la legislación pesquera otro tipo de medida que atenúe los efectos de la mortalidad pesquera sobre las clases de tallas (o edades) más jóvenes, que es la de establecer áreas vedadas a la pesca.. Existen zonas que por sus características oceanográficas son propicias para el alevinaje de muchas especies. La prohibición de pesca en estas áreas, resulta eficiente para proteger áreas de cría contra la explotación, para reducir los niveles de captura de los individuos de tallas más pequeñas y para mejorar las estrategias de explotación. Además, estas áreas pueden ser determinadas por razones conservacionistas, aunque el principal problema de las reservas marinas es que evidentemente, ni las masas de agua, ni los animales están limitados por fronteras arbitrarias impuestas por el hombre. Las áreas protegidas deben ser dirigidas a preservar una especie concreta, un hábitat específico o una comunidad determinada y deben ir acompañadas de medidas paralelas como la reducción del esfuerzo, para paliar en lo posible que exista un cambio en la distribución espacial del esfuerzo pesquero, intensificándose el mismo en un área no protegida que pueda contrarrestar los efectos positivos anhelados.

Otra medida reguladora, que acompaña en numerosas ocasiones a la anterior, es la establecer vedas temporales de pesca. Estas vedas pueden ser particularmente útiles para proteger a ciertos componentes del ecosistema

durante etapas críticas de su vida (épocas de puesta, migraciones,...) o para evitar capturas accidentales de especies cuyas distribuciones se solapan en el tiempo (y en el área) con las de las flotas.

Como se comentó anteriormente la captura indiscriminada de las tallas más pequeñas de las especies, puede provocar una serie de consecuencias en las estructuras de las poblaciones cuyos efectos se traducen tanto en una disminución de los rendimientos pesqueros, como en la aparición de estados de sobreexplotación que alteren las relaciones stock-reclutamiento, pudiendo causar el colapso de ciertas pesquerías.

Para mejorar en lo posible los patrones de explotación de los stocks de las especies, parece necesario el profundizar en el conocimiento de medidas técnicas que favorezcan el buen estado de los recursos. Así, además de la prohibición de ciertos métodos de pesca que inciden directamente sobre las fases juveniles de las especies (artes de playa), la implantación de vedas espacio-temporales o la reconversión de ciertas flotas a métodos de pesca más selectivos, resulta necesario el introducir modificaciones en los artes de pesca (por ejemplo el arrastre) para que aumenten la capacidad de seleccionar su captura tanto al nivel de tallas como de especies.

Igualmente, un mayor conocimiento de las distribuciones espaciales y temporales de las especies y de las flotas que las explotan, así como de los diferentes componentes de flotas (dirigidas preferentemente a la captura de un cierto grupo de especies) que puedan encontrarse en aquellas que utilizan un mismo arte, permitiría la adopción de medidas técnicas más consistentes y coherentes particularizadas a determinados sectores de la flota, evitando en lo posible generalizaciones de menor eficacia.

La política pesquera y el medio ambiente

La Comunidad Económica Europea realizó en 1992 un análisis de los diez primeros años de aplicación de su política pesquera común, en el que no eludió la autocritica. Los errores cometidos, junto con acontecimientos imprevisibles, habían conducido a una situación en la que la sobreexplotación de los recursos pesqueros atentaba gravemente contra la conservación de las poblaciones comerciales de peces. Había demasiados buques pesqueros en

la Comunidad para los peces disponibles. ¿Qué había sucedido? A fines de la década de los años ochenta se registraba una situación caracterizada por el exceso de inversión, por la sobreexplotación y por desembarques más pequeños. Las medidas comunitarias de conservación de los recursos no habían sido suficientes para evitar que se produjera esta situación.

Al mismo tiempo, sin embargo, el sector fue en gran medida una víctima de su propio éxito. Durante los años anteriores, tanto los desembarques como los precios fueron satisfactorios, por lo que las autoridades de los Estados miembros realizaron inversiones en el sector. Asimismo, la Comunidad prestó su asistencia financiera al sector pesquero con el fin de promover el desarrollo regional. A pesar de la existencia de programas de orientación plurianuales, dirigidos a gestionar el desarrollo de la flota sin aumentar la capacidad pesquera general, se llegó a una situación opuesta, ya que se incrementó la flota comunitaria con demasiados buques nuevos, tendencia que continuó incluso después de sonar las primeras señales de alarma.

Durante los años siguientes, la Comunidad no fue capaz de frenar esta tendencia. No obstante, según las fluyencias monetarias y el aumento de la competitividad en los mercados mundiales contribuían a empeorar la situación, nació una conciencia general de la necesidad de limitar el esfuerzo pesquero con el fin de adaptarlo a los recursos disponibles.

De lo que ya no quedaba ninguna duda era de la insuficiencia de medidas tales como el establecimiento de cuotas y la adopción de medidas técnicas, dirigidas a limitar las capturas o a evitar la pesca de peces pequeños mediante artes de pesca selectivos. Mientras siguiera habiendo demasiados buques, es decir, demasiado poder de pesca, el esfuerzo pesquero sería mayor del necesario para mantener el equilibrio con los recursos disponibles. En estas condiciones, la sobreexplotación era inevitable y, por consiguiente, había que reducir el índice de pesca o esfuerzo pesquero.

¿Una solución evidente?

El esfuerzo pesquero se define como la capacidad, en toneladas y en potencia de motor, multiplicada por la actividad expresada en días

pasados en el mar. Si bien el control del esfuerzo pesquero puede parecer una solución lógica, en la práctica es de difícil aplicación. La abundancia de las poblaciones varía de año en año en función de factores que aún no se conocen suficientemente. La construcción de nuevos buques con el despliegue tecnológico en el ámbito de la electrónica o de los artes de pesca requiere una considerable inversión de capital. No obstante, una vez construido, un buque puede permanecer activo durante décadas y los inversores desean pescar para reembolsar los créditos contraídos. Al mismo tiempo, la flota debe modernizarse continuamente si se desea que sea competitiva y que se mejoren las condiciones de seguridad e higiene. Por otra parte, el sector pesquero necesita instalaciones portuarias para los desembarques y el mantenimiento de los buques, lonjas de pescado, instalaciones de descarga y tratamiento de pescado que pueden estar sujetas a condiciones de higiene aún más estrictas. El sector de la captura no puede sobrevivir sin inversiones en estos otros sectores. De la misma forma, cualquier disminución de los desembarques tiene una repercusión directa en los otros sectores de la industria.

Todos estos factores explican por qué la reducción del esfuerzo pesquero no puede llevarse a cabo de la noche a la mañana.

Medidas de gestión

Como señala J. Caddy en 1993, "El tamaño de la malla no puede por si solo conducirnos a una gestión apropiada de la pesca demersal, pero dejando al margen el control del esfuerzo, si nos preguntamos por el tamaño de malla que permitiría al 50 % de las especies comerciales que alcanzan la primera madurez sexual entrar en su fase reproductora antes de su captura, entonces tendríamos que ampliar la luz de malla muy por encima de los 40 mm, que es el mínimo recomendado desde 1972." Este aumento de malla supondría perdidas importantes en la pesquería demersal para las especies con tallas pequeñas. Las tasas de captura podrían descender significativamente en áreas litorales, donde las grandes especímenes son relativamente escasos.

Las flotas tenderían a moverse hacia aguas externas de la plataforma y podrían capturar con mayor eficiencia a concentraciones de reproductores. Esto podría tener a corto plazo

efectos negativos para el stock reproductor si no se redujera el esfuerzo. Habría otras causas indirectas poco estudiadas, como el efecto de los daños producidos por el escape en el copo y la red.

Como también indicaba Caddy con anterioridad (1991), otras medidas tales como el cierre a la pesca de áreas costeras durante los períodos de rápido crecimiento juvenil, tendrían el mismo efecto para la talla de primera captura que el aumento de malla. Entre ellas la más necesaria, aunque no se aumentara la malla inmediatamente, sería la reducción del esfuerzo significativamente. Dentro de las medidas que más se discuten para implementarse son:

- Aumentar la malla de arrastre
- Limitar el esfuerzo
- Cerrar a la pesca áreas de reproducción y cría de alevines
- Detener la actividad pesquera en períodos reproductivos de las especies de interés
- Instalar elementos disuasorios para la pesca y protectores de praderas marinas
- Muestreos de adultos y juveniles para conocer su abundancia anual
- Análisis rutinarios de costos, beneficios, inversiones en la pesquería
- Análisis bioeconómico del sistema pesca
- Analizar el impacto medicambiental y de la contaminación en los recursos
- Análisis conjunto con el sector de las posibles medidas de regulación

Intensificación de las medidas técnicas

Con el fin de aumentar los rendimientos de la pesca y de mejorar su sostenibilidad, así como de reducir sus efectos en el ecosistema, es necesario mencionar algunas medidas normativas para reducir las capturas de los peces más jóvenes, las capturas accesorias de la pesca mixta y los descartes. Las medidas incluyen lo siguiente:

- implantación de artes de pesca más selectivos, como, por ejemplo, redes con mallas más grandes, caras de red de mallas cuadradas o rejillas seleccionadoras, y modificaciones de la concepción y armamento de esos artes para mejorar la selectividad;
- restricción de la pesca para proteger los juveniles así como las especies acompañantes y los hábitats sensibles;

• dimensiones mínimas de los desembarques acordes con la selectividad de los artes en cuestión;

• pruebas de prohibición de los "descartes" consistentes en animar, mediante incentivos económicos, a que muestras representativas de buques pesqueros mantengan a bordo todas las capturas;

• búsqueda de incentivos económicos para la utilización de prácticas de pesca más selectivas.

Estas propuestas se deberán de introducir según las necesidades a la luz de las modificaciones que se produzcan en las poblaciones de peces, de los avances científicos, de los cambios de las prácticas pesqueras y de la evolución de los nuevos artes de pesca.

Asimismo, la autoridad pesquera deberá de invitar a la industria pesquera a crear, como un código voluntario de conducta con el que se pretende reducir los descartes. Además, deberá de poner en práctica un método de seguimiento científico y técnico de las prácticas pesqueras que dan lugar a descartes y seguirá pidiendo asesoramiento sobre medidas paliativas.

Pesca industrial

La pesca que tenga por objeto la transformación de las capturas en harinas deberá dirigirse a aquellos peces que carecen de mercado para el consumo humano directo. Se puede mencionar que en los países europeos en donde se ha implementado esta medida, ya se ha logrado reducir considerablemente las capturas accesorias de otras especies que son el objetivo de la pesca destinada al consumo humano directo.

La pesca industrial, al igual que todos los demás tipos de pesca, estará supeditada a las medidas de conservación y gestión elaboradas e incluidos los planes de gestión plurianuales.

El sector oficial de administración de pesquerías deberá de realizar una evaluación de los efectos de la pesca industrial en los ecosistemas marinos. Además deberá de efectuar el seguimiento de este tipo de pesca para cerciorarse de que sus efectos sobre las especies de peces de consumo humano y sobre

otras especies marinas sigan siendo moderados.

Gestión de la pesca con un enfoque ecosistémico

Los principios generales de gestión de la pesca con un enfoque ecosistémico de la pesca son aplicables a todas las pesquerías mundiales. Ahora bien, para la aplicación de estos principios deben tenerse en cuenta las características específicas de cada región.

La propuesta de este trabajo considera que deben ponerse en práctica las actuaciones siguientes:

- examen, por parte de los interesados, de una iniciativa coordinada para crear zonas más amplias de protección de la pesca;
- una gestión de las poblaciones de peces altamente migratorios y otras poblaciones compartidas, como determinadas poblaciones de pequeñospeces pelágicos y demersales;
- revisión de las medidas técnicas de conservación vigentes, como la revisión de las dimensiones de mallas y los tamaños mínimos de los desembarques, con el fin de asegurar la coherencia con la gestión descrita anteriormente;
- programas de gestión para poblaciones compartidas basados en la limitación del esfuerzo;

Incorporar las cuestiones medioambientales en la gestión de la pesca

Con arreglo a los compromisos sobre biodiversidad y protección del medio ambiente contraídos en los Consejos Europeos de Cardiff y Gotemburgo, se deberá de tener en cuenta los efectos sobre el medio ambiente y el ecosistema. En concreto, prestará atención a los aspectos relacionados con el medio ambiente y la biodiversidad al elaborar los planes de gestión plurianuales. La reducción del esfuerzo pesquero y la reconstitución de las poblaciones de peces es la medida más importante para restablecer la integridad del ecosistema.

Se deberán de crear indicadores de los efectos medioambientales basándose en los avances logrados por los organismos pertinentes, incluida todas las participaciones de

Universidades y Centros de Investigación pesquera que aporten datos sobre esta temática, con el fin de proponer la aprobación de un conjunto previo de este tipo de indicadores a principios de 2005. Éstos se utilizarán para evaluar hasta qué punto las medidas de gestión sirven para resolver los problemas medioambientales.

La SAGARPA deberá de abogar por una estrategia a largo plazo para promover la protección de las especies vulnerables, como los cetáceos, los tiburones costeros, las rayas y las aves marinas, y los hábitat, valiéndose de medios tales como las restricciones de los artes, el cierre de zonas y las vedas. Como primer paso, la SAGARPA deberá proponer, durante 2004, medidas para garantizar la protección de los tiburones, dentro del Plan internacional de actuación de la FAO sobre este particular, entre ellas la prohibición de quitar las aletas a los tiburones y descartar el resto del animal (práctica conocida en inglés como finning) en aguas nacionales, medidas para reducir las capturas accesorias de cetáceos y un programa de conservación de las aves marinas.

Dimensiones de las mallas

¿Cuál es el factor que debe determinar la dimensión de las mallas: la zona geográfica o la pesquería? Si se llevan a bordo redes de diferentes dimensiones de malla, ¿cómo pueden estar seguros los inspectores de que se utilizan para la pesquería apropiada? Lo ideal sería llevar a bordo redes de una sola dimensión de malla. Ahora bien, los pescadores alegan que a veces tienen que cambiar de pesquería durante una misma marea y que perderían la oportunidad de capturar caballa, por ejemplo, si no llevasen redes de mallas más pequeñas, que son las que requiere esta pesquería. Por eso consideran que se les debería permitir llevar a bordo redes de diferentes dimensiones de mallas.

Para fomentar el empleo de las redes apropiadas, se han fijado índices de las cantidades mínimas de las especies perseguidas que se prevé que haya en las capturas. Los porcentajes de las especies perseguidas y de otras especies capturadas durante las mismas operaciones de pesca se calculan según las pesquerías, las zonas y la dimensión de mallas de las redes.

Dispositivos para aumentar la selectividad

Además de utilizar mallas más grandes, pueden emplearse varios dispositivos para aumentar la selectividad. Por ejemplo, se puede colocar en las redes de arrastre un paño de mallas amplias para que los peces pequeños y las especies que no se desea capturar puedan escapar. En este tipo de redes pueden colocarse también paños de mallas cuadradas, ya que tienen la ventaja de permanecer abiertas incluso cuando están sometidas a la tensión del arrastre, lo que permite que los peces jóvenes escapen de la red. Las rejillas de escape instaladas en las redes de arrastre desempeñan la misma función que los paños de mallas cuadradas.

Si bien todos estos métodos aumentan la selectividad, los resultados obtenidos varían considerablemente dependiendo de una serie de factores: desde la claridad y la temperatura del agua a la colocación exacta de los dispositivos. Tal como se ha mencionado anteriormente, la eficacia dependerá también de las características biológicas de la especie de que se trate.

Estas diferencias hacen que al legislador le resulte difícil elaborar medidas que puedan adaptarse a cada situación, sin verse obligado a dictar un conjunto de normas tan vasto que su aplicación resulte imposible.

Plan de actuación para la mejora de la información científica para la gestión de la pesca

Además del respaldo continuado a la investigación pesquera que se debe de prestar a estos temas, se debe de considerar que hay que adoptar medidas encaminadas a mejorar la calidad y oportunidad de la información científica destinada a los encargados de la gestión de la pesca y a proporcionar la ayuda financiera necesaria. Para lograr una gestión pesquera eficaz es fundamental contar con una información científica fiable y coherente. Estas medidas deberán de incluir lo siguiente:

- mejora de la recogida de datos, en los que deberán incluirse los efectos medioambientales;
- mayor respaldo a escala nacional para el trabajo científico realizado en los organismos científicos de asesoramiento y puesta en aplicación de procedimientos adecuados de validación y revisión paritaria;

- potenciación de las estructuras de asesoramiento científico, en particular el Comité científico de pesca y acuicultura;
- una coordinación más estrecha entre la universidades y centros de investigación pesquera con el INP acerca de las prioridades y la asignación de recursos en este ámbito;
- creación a largo plazo de un Centro de investigación de Evaluación y Gestión Pesquera, que aglutine conocimientos científicos a escala del Pacífico mexicano.

Conclusiones

Desde el punto de vista del provecho económico el éxito de una pesquería se alcanza cuando se logran los mayores volúmenes con la aplicación del menor esfuerzo y el empleo del menor tiempo posible. Con esta premisa se han desarrollado prácticamente todas las pesquerías masivas del mundo y solo hasta que éstas han acusado crisis ha sido necesario aplicar nuevos conceptos, sobre todo tendientes a la sustentabilidad y conservación del recurso y de su ambiente.

En la pesquería de camarón del Pacífico mexicano, hoy tan desarrollada a la vez que sofisticada con embarcaciones y personal especializado con el empleo de redes de arrastre, el mirar hacia la selectividad del arte de pesca es, probablemente, el problema más difícil de solucionar. Con excesiva frecuencia se realizan actividades que perjudican a las reservas de pesca y que, por lo general, no aportan ningún beneficio comercial a los pescadores. Las medidas técnicas constituyen un compromiso entre diferentes objetivos y como tales no suelen ser plenamente satisfactorias. Las medidas innovadoras deben estar basadas en criterios científicos contrastados, bien fundadas y suficientemente experimentadas. Se considera pues necesario abrir un amplio diálogo con los pescadores y el sector, informando y suministrando una firme fundamentación sobre los cambios a acometer. Debe pues, destinarse tiempo suficiente a la celebración de consultas y realizarse un esfuerzo mucho mayor para intentar convencer al sector y escuchar sus puntos de vista, aplicando asimismo un programa de formación e información. Es preciso cuantificar y conocer el impacto económico y social de esta propuesta de nuevas medidas técnicas. Concretar un plan

que contrarreste los efectos negativos que producirá a corto plazo y garantizar los apoyos financieros para los necesarios cambios estructurales.

Debe desarrollarse la posibilidad de estímulos a la aplicación voluntaria de algunas medidas, recurrir con mayor frecuencia a incentivos financieros o de otro tipo, a fin de estimular la práctica de medidas que fomenten la conservación de recursos.

REFERENCIAS.

CARBONELL, A., 1997. Discards of the western Mediterranean trawl fleets. Contract DGXIV-MED/94/027.

BARO, J., 1996. Biología pesquera del besugo [*Pagellus acarne* (Risso, 1826)] del Mar de Alborán. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga. 228 pp.

CADDY, J. F. et R. C. GRIFFITHS, 1990. Tendances récentes des pêches et de l'environnement dans la zone couverte par le Conseil général des pêches pour la Méditerranée (CGPM). *Etudes et revues, Conseil général des pêches pour la Méditerranée*, No. 63. Rome, FAO 1990. 92 pp.

CURY, P., 1991. Les contraintes biologiques liées à une gestion des ressources instables. IN: CURY, P. et C. ROY (Eds.), 1991. *Pêcheries Ouest Africaines. Variabilité, Instabilité et Changement*. Paris: ORSTOM (Ed.), 1991: 506-518.

LASSEN, H. (Ed.), 1996. Report of the group of independent experts to advise the European Commission on the Fourth Generation of multi-annual guidance programs. 28 March 1996.

RECASSENS, L., 1992. *Dinàmica de les poblacions i pesqueria del lluç (*Merluccius merluccius*) al Golf de Lleó i la mar catalana*. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.

Selectividad Multi e Intraespecífica de la Red de Arrastre Utilizada en la Pesca del Camarón en el Golfo de Tehuantepec, México.

Saúl Sarmiento Náfate
Heldail A. Gil López
e-mail: cripsc@salinacruz.podernet.com.mx
Centro Regional de Investigación Pesquera
Apdo. P. 274. C.P. 70680
Salina Cruz, Oaxaca. México.

INTRODUCCION

La pesca de arrastre del camarón provoca la captura incidental de diversos organismos, dentro de los más importantes se encuentran la tortuga marina y la Fauna acompañante del camarón (Fac), de esta Fac se han determinado diversas proporciones según la temporada, zona y profundidad de operación.

Se sabe que la gran mayoría de países que capturan camarón utilizando este método son grandes descartadores de Fac, la relación media mundial se encuentra en el orden de 6:1, la producción de camarón tropical es de 1.5 millones de toneladas anuales, la cantidad de Fac extraída es de alrededor de 9 millones de toneladas anuales; ante esta situación de carácter mundial la FAO ha respondido mediante la aplicación de un Código de Conducta Para la Pesca Responsable, con el objeto de reducir el impacto hacia las poblaciones que no son objeto de captura en la pesca de camarón.

Por otro lado, en las dos últimas décadas se incrementó el número de pescadores ribereños que inciden en la pesca del camarón, el uso de artes de pesca prohibidos, los métodos de cautiverio (encierros y atravesadas) y la reducción del tamaño de malla en las redes de arrastre de la flota camaronería de 57.15 mm a 44.4 mm, ha generado una sobreexplotación y una disminución importante en los remanentes que reponen lo explotado y con ello se provocó un descenso importante en los niveles de producción, que conlleva a la pérdida de empleos, ingresos de divisas y a la competitividad de una flota camaronería obsoleta. Las investigaciones realizadas para evaluar la selectividad específica de las

redes de arrastre utilizadas en el Golfo de Tehuantepec, demuestran que la reducción del tamaño de la malla en las redes de arrastre impacta el stock de juveniles de camarón. En este estudio se resalta la importancia de modificar nuevamente el tamaño de la malla de 57.15 mm (2 ¼ ") en las redes de arrastre que utiliza la flota camaronería en el Pacífico Sur, para efectos de sustentar la pesquería.

Por ello, en la región del Pacífico Sur se han desarrollado trabajos de carácter técnico con el objeto de mejorar la captura de las redes de arrastre camaroneras y que de acuerdo a las conductas de respuestas de los diversos organismos que se encuentran en su paso permitan su escape y con ello reducir la captura incidental de la Fac.

OBJETIVOS

- 1) Determinar la selectividad de las redes camaroneras construidas con mallas de 44.4 mm (1 ¾ "), 50.8 mm (2 ") y 57.15 mm (2 ¼ ") utilizadas en la captura de camarón en el Golfo de Tehuantepec.
- 2) Establecer el tamaño mínimo de malla en la red camaronería.
- 3) Proporcionar alternativas tecnológicas en la pesquería del camarón, que reduzcan la captura de la Fac.

MATERIAL Y METODOS

Se realizaron 15 cruceros de pesca experimental entre 1998 y el 2000, se contabilizaron en total 561 lances de pesca de control distribuidos de la siguiente manera: 9 cruceros en períodos de pesca comercial incluido vedas, con 481 lances para la evaluación de la captura incidental de la Fac; 6

cruceros con 80 lances para la evaluación de la selectividad intraespecífica de las redes de arrastre camaroneras.

Los lances de pesca fueron simultáneos, por la banda de babor se colocó la red convencional en tanto que por la banda de estribor fue colocada la red modificada y en cada lance se tomaron datos de posición geográfica inicial y final, tiempo de pesca, profundidad de operación además de captura de fauna acompañante (Fac), captura de camarón, en ambos equipos de pesca.

En cada crucero se realizaron lances de pesca de control, se compararon tres redes de diferentes tamaños de malla en el cuerpo de la red; de 44.45 mm (1 ¾") contra una red de 50.8 mm de tamaño de malla (2") y posteriormente una red de tamaño de malla de 57.15 mm (2 ¼") alternando los equipos cada 15 lances. Los equipos de pesca utilizados fueron de 22.86 y 24.8 m (75 y 80 pies) de relinga superior, tipo Volador y Cholo, construidos con paño Poliamida multifilamento teñido y tratado, hilo N° 18, los bolsos o copo con malla de 3.81 cm (1 ½") no variaron con la finalidad de demostrar la hipótesis de que la selectividad se da por el tamaño de la malla en el cuerpo de la red y no en el bolso, en la captura de camarón en el Pacífico sur. Las capturas obtenidas por cada red de diferente tamaño de malla se separaron, contabilizaron, pesaron y de una submuestra se registró la longitud total (medido desde la punta del rostro hasta la punta del telson), sexo y grado de madurez por especie, los datos se anotaron en una forma elaborada expresamente para ello.

Los datos de profundidad y posición de los lances se determinaron con videosonda Furuno FVC 668 y posicionador Magellan DLX5000, respectivamente.

Procesamiento de la información

Los datos generados a partir de los cruceros de pesca experimental, con objeto de reducir la captura de la Fauna acompañante fueron analizados a partir de la técnica de comparación de volúmenes capturados, histogramas de frecuencias de lances/capturas. Las estadísticas descriptivas permitieron efectuar una evaluación y con

ello determinar el tipo de análisis a aplicar a la información, tomando en cuenta el objetivo del proyecto. Se aplicó la prueba ANOVA a la captura de camarón y de fauna acompañante con el objeto de conocer si estadísticamente eran diferentes las hipótesis establecidas fueron:

H_0 = Las diferencias en las capturas de camarón y Fac, entre la red convencional y la red modificada se deben alazar.

H_a = Las diferencias en las capturas de camarón y de Fac entre la red convencional son debidas a la modificación de la red. Con un nivel de significancia del 0.05.

En el caso de la información generada a partir de los cruceros en donde se evaluaron el efecto de las mallas en la retención de las tallas y volumen de camarón se aplicó una prueba de F_{max} (Sokal y Rohl, 1981) a las tallas de los organismos capturados para conocer el grado de heterogeneidad de los mismos. El análisis de Varianza (ANOVA) se utilizó para determinar las diferencias en las longitudes medias entre tratamientos (tamaños de malla).

La hipótesis establecida fue la siguiente:

H_0 = Existen diferencias en las tallas de captura de camarón por efecto del cambio de tamaño de malla en el cuerpo de la red.

H_a = No existen diferencias de tallas de capturas en las redes experimentadas.

Los datos de frecuencias de tallas de cada tamaño de malla se suavizaron por el método de promedios móviles (Murray, 1970). La composición de tallas de captura por cada tamaño de malla se representó por polígonos de frecuencias y las curvas de selectividad se elaboraron con base en la curva logística propuesta por Pope, et al (1975), Gulland (1983) y Sparre y Venema, (1992), cuya expresión matemática de la curva logística es la siguiente:

$$SL = \frac{1}{1 + \exp(S_1 - S_2) * L}$$

RESULTADOS

Fauna acompañante del camarón (Fac)

De los nueve cruceros de pesca experimental para evaluar la reducción de la Fac, la captura total asciende a 95213.755 Kg y de ella el 3.31 % corresponde a camarón y el resto a la fauna acompañante del camarón (96.69 %) de diferentes especies y organismos. La Fig. 1 muestra los datos

de las proporciones capturadas de camarón y fauna acompañante.

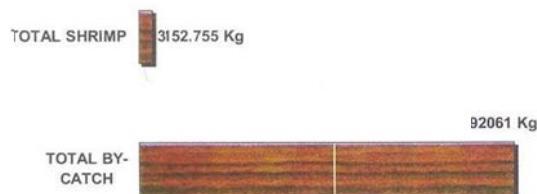


Fig. 1. Proporción de camarón y Fauna capturado en los lances de control.

Por otro lado, las capturas de camarón y FaC, entre la red modificada y la red convencional, se comportaron de la siguiente manera. De los 92,061 Kg de Fauna capturada; 51315 Kg fue capturado por la red convencional y 40746 Kg por la red modificada (red corta), de tal manera que esto representa el 44.25 % con respecto al total y la red convencional aporta el 55.75 %. Sin embargo comparando los volúmenes de captura entre uno y otro equipo de pesca la red modificada reduce la captura de FAC en promedio 21 %, considerando como unidad la red convencional.

La Fig. 2, muestra el comportamiento de FaC en ambas redes, observando claramente la diferencia en las capturas de fauna acompañante del camarón entre la red convencional y la red modificada. Aunque es conveniente indicar que las diferencias de captura fueron variables en algunos casos el porcentaje fue a veces superior al 50 % y en otras ocasiones menos del 20 %.



Fig. 2. Captura de FaC entre red convencional y red modificada.

Los lances de pesca se realizaron entre los 10.92 m (6 bz) y los 69.2 m (38 bz), en toda el área del Golfo de Tehuantepec, la duración

de estos lances variaron de 32 hasta 360 minutos; sin embargo el mayor número de lances fue de 60 minutos de operación, el valor promedio de operación es de 85 min.

La Fauna acompañante del camarón en el Golfo de Tehuantepec, es diversa y algunos organismos son abundantes, el número de especies encontradas durante las faenas de pesca de control ascienden a 30 organismos de los cuales el 80 % corresponde a peces, 7 % a rayas, 7 % a jaibas, 7 % a moluscos, 3 % a otros organismos (especies de peces que su frecuencia fue muy baja) y el 3 % restante a basura (compuesta por restos de vegetales y/o materiales). Del total de las especies extraídas como fauna acompañante, solamente un bajo porcentaje es aprovechado con fines de consumo para la tripulación (especies finas) y otros con fines comerciales (especies de segunda).

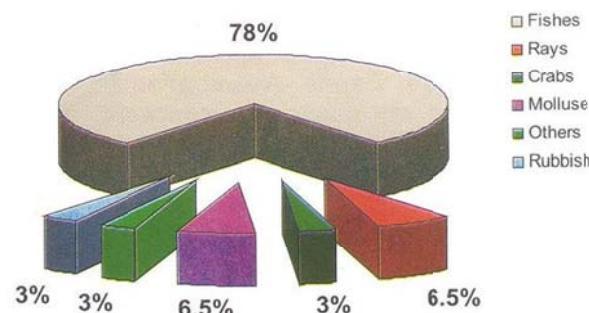


Fig. 3. Composición porcentual de la FaC

Captura de camarón

En cuanto al camarón los volúmenes de captura entre una y otra red no son estadísticamente diferentes, sin embargo se aprecia un ligero incremento de camarón capturado por la red corta. La diferencia porcentual entre el camarón capturado por la red convencional y la red modificada es apenas del 2 %, esta pequeña diferencia es insignificante estadísticamente y no se puede atribuir ese aumento a la modificación del arte de pesca; sin embargo resulta muy importante en términos de producción ya que se asegura que la modificación de la red no genera una disminución de captura de camarón y por lo tanto no lesionará económicamente la actividad.



Fig. 4. Capturas de camarón entre ambas redes.

están representados desde los 85 a 205 mm de longitud total (Lt). La talla de captura al 50% (L_{50}) es de 160 mm. Con la red de tamaño de malla de 50.8 mm, se reduce la captura de organismos pequeños, por lo que la retención se inicia desde los 95 a 210 mm de Lt. Con una talla de captura al L_{50} de 165 mm. Usando la malla de 57.15 mm en el cuerpo de la red, el comportamiento en la retención de organismos cambia, y se observa desde los 105 mm a 215 mm de Lt. y la talla de captura al L_{50} de 170 mm.

Especie	T.M. (mm)	L_{25} (mm)	L_{50} (mm)	L_{75} (mm)	Rangos (mm)
<i>L. vannamei</i>	44.45	145	160	175	85 - 205
	50.80	150	165	180	95 - 210
	57.15	160	170	180	105 - 215

Análisis estadístico

Las pruebas estadísticas aplicadas a la información de Fauna Acompañante y camarón, con el objeto de conocer la existencia de diferencias estadísticas significativas entre las capturas con el equipo de pesca convencional y el equipo de pesca modificada (red de túnel corto) indican lo siguiente:

ME	SS	GL	F-cal.	SL	Ha.	Ho
FAO	116358.0844	1	11.94	0.0006	No	Si
CAM	0.106	1	0.005	0.9412	Si	No

En este análisis estadístico, se determina que los cambios realizados a la red de arrastre han generado disminución en la captura incidental de la Fac.

En cuanto al proceso selectivo intraspecífico de las tres redes camaronesas construidas con diferentes tamaños de malla en el cuerpo de la red y con respecto a cada una de las dos especies capturadas durante la fase experimental del proyecto es el siguiente:

Litopenaeus vannamei:

Los organismos capturados con la red de arrastre con tamaño de malla de 44.4 mm,

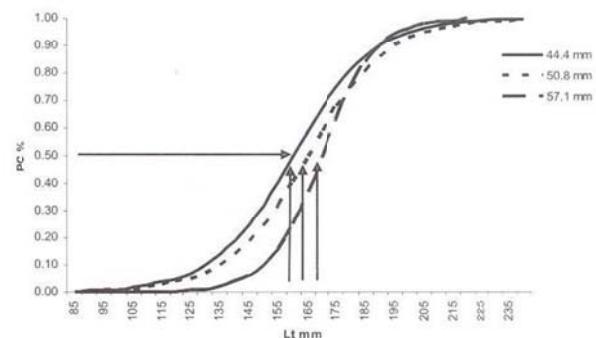


Fig. 5.- Curvas de selección en tres tamaños de malla diferentes en la red de arrastre camaronesa.

Farfantepenaeus californiensis

Para esta especie, con la red de 44.4 mm de tamaño de malla, la retención de organismos se genera a partir de los 80 a 210 mm de Lt, con una talla de selección al L_{50} de 147.5 mm de Lt. Cuando se utiliza la malla de 50.8 mm la retención de organismo se desplaza hacia tallas de 100 a 215 mm, con una talla de selección al L_{50} de 160 mm y con el tamaño de la malla de 57.15 mm, los rangos de tallas son desde los 125 a 215 mm, con una talla de selección al L_{50} de 175 mm.

Especie	T.M. (mm)	L_{25} (mm)	L_{50} (mm)	L_{75} (mm)	Rangos (mm)
<i>F. californiensis</i>	44.4	130	147.5	165	80 - 205
	50.8	140	160	180	105 - 210
	57.1	165	175	185	105 - 215

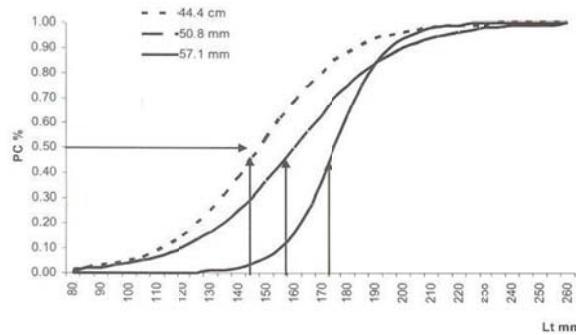


Fig. 6.- Curvas de selección en tres tamaños de malla diferentes en la red de arrastre camaronera.

Análisis estadístico

El resultado de la prueba estadística aplicada a las frecuencias de tallas capturadas por cada red de tamaño diferente demostró que existen cambios en las estructuras de tallas de los camarones capturados.

DISCUSION

Es importante mencionar, que los resultados expuestos en este documento, es producto de múltiples esfuerzos y coordinación, entre el personal de investigación y el Sector Productivo; las alternativas para reducir la FAC que no es aprovechada y como se menciona antes es del orden del 96 % de la captura total en la pesca comercial del camarón, están expuestas en este documento y en otros anteriores, en los que se recomienda incrementar el tamaño de malla de los bolsos de la red, con el objeto de permitir el escape de organismos juveniles de peces, los cuales quedan atrapados en el intento cuando se utiliza malla de 3.81 cm (1 1/2") en esa parte de la red (Sarmiento-Náfate y Gil, 1998). Se realizaron también algunas pruebas con relinga doble en la sección de arrastre del sistema de captura, aunque los resultados no fueron los esperados, esta alternativa es viable para que los volúmenes de escape de la FAC sean mayores. Es probable que el uso de doble relinga en el equipo de pesca logre incrementar hasta un 60 % de escape de FAC, sin embargo esta posibilidad queda en espera de mayores

recursos económicos para efectuar las pruebas pertinentes en este caso.

La modificación del equipo de pesca (red de túnel corto) significa no solamente reducción de FAC, sino también: a) Ahorro de energía: pues el arte de pesca ofrece menor resistencia al avance lo que se traduce en menor consumo de combustible y como consecuencia el ahorro de la energía; b) Menor cantidad de material para la construcción del equipo de pesca; c) Ligero incremento en las capturas de camarón; d) Menor tiempo en las maniobras de recuperación de la red y descarga del producto; e) Incremento en la calidad del camarón, etc.

Las investigaciones de selectividad realizadas anteriormente fueron dirigidas a comprobar que el proceso selectivo de las redes de arrastre camaroneras se presentaba en el bolso o copo de la red (Grande-Vidal y Arias 1986, 1991, Grande-Vidal et al., 1998), la presente investigación se realizó bajo la Hipótesis de que el proceso selectivo de la red de arrastre camaronera se produce en el cuerpo de la misma. Por lo tanto la actual medida de malla en la red de arrastre autorizada impacta las poblaciones de camarones juveniles, por lo consecuente, es participe actualmente entre otros muchos factores en el deterioro de la pesquería.

CONCLUSIONES

Por todo lo expuesto, es importante que se considere:

- La reducción del cuerpo de la red camaronera de arrastre, como una alternativa viable para reducir la FAC.
- Incrementar el tamaño de la malla del bolso de 3.81 cm (1 1/2") a 4.12 cm (1 5/8"), con el objeto de permitir el escape de organismos juveniles de peces, sin perjuicio en las capturas de camarón.
- La posibilidad de experimentar la doble relinga en la red de arrastre camaronera, con el afán de incrementar los volúmenes de escape de FAC.
- Existen diferencias significativas en las tallas medias de camarón capturado por las redes evaluadas con diferente tamaño de malla.
- Se presenta una selectividad en las tallas de camarón al incrementarse el tamaño de malla en el cuerpo de la red de 44.4 mm a 50.8 mm y a 57.15 mm.

- La red construida con tamaño de malla de 57.15 mm, tiene la más baja retención en ambas especies de camarón (café y blanco) menores de 130 mm de longitud total.
- El uso de redes de tamaño de malla de 57.15 mm, permitirá garantizar el crecimiento de los camarones juveniles hasta una talla mínima de 130 mm con el consecuente incremento en la biomasa y en la población que conforma el stock reproductivo de las dos especies más importantes en altamar y en consecuencia permitir el desarrollo sustentable del recurso.

BIBLIOGRAFIA

Sokal R.R., y Rohlf F.J., 1981. Biometría. Los principios y prácticas estadísticas en la Investigación Biológica. Universidad del Estado de Nueva York, Story Brook N.Y. 859 pp.

Murray, R. S., 1970. Teoría y Problemas de estadística. Serie de Compendios Schaum. McGraw-Hill de México, S. A. de C. V. 357p.

Pope J.A., Margetts A.R., Hamley J.M. and Akyuz E.F. 1975. Manual of methods for fish stock assessment Part III Selectivity of fishing gear. FAO Fish. Tech. Pap. (41) Rev.1.

Gulland (1983). Effort and catch per unit effort. Fish Stock Assessment. Ch. 2, Section 2.3, p.30-53.

Sparre, P. and S.C. Venema, 1992. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1-manual. FAO Fish. Tech. Pap. (306.1) Rev. 1:376 p.

Sarmiento-Náfate S. y H. A. Gil L., 1998. Selectividad de las redes agalleras utilizadas en la captura de tilapia en las presas presidentes Miguel Alemán y Miguel de la Madrid, Oaxaca, México. Informe de Investigación. Doc. Int. CRIP Salina Cruz. Instituto Nacional de la Pesca. 16 pp.

J.M. Grande V., Y A. Arias U. 1991. Selectividad de los Principales Tipos de Redes de Arrastre Camaroneras Utilizadas por la Flota Comercial de Mazatlán, Sin. Ciencia Pesquera., (8): 7-125, Nov. 1991. Inst. Nal. Pesca. Sra. de Pesca. México.

Estudio de la Selectividad en la Bolsa de las Redes de Arrastre Camaroneras del Pacífico Mexicano

Ildefonso Galeana Villaseñor
E-mail: galean_vi@hotmail.com

Oscar Guevara Rodríguez

Instituto Tecnológico del Mar

Tel.: 01 (669) 983-84-00, Fax: 01 (669) 984-72-09

Apartado Postal 757

Mazatlán, Sin., México

RESUMEN

A fin de proporcionar bases para una adecuada reglamentación del tamaño de las mallas en la bolsa de las redes de arrastre camaroneras, que se utilizan en el pacífico mexicano, del 17 de enero al 26 de febrero de 1986 se realizaron cuatro cruceros de pesca comercial con un total de 86 lances desde las costas norte de Mazatlán Sin., hasta los límites con Guatemala.

Para determinar la selectividad, la bolsa de la red se cubrió con dos colectores (figura 1) que permitieran recapturar los organismos que escaparon de la bolsa. Se determinó la selectividad de la bolsa comercial con tamaño de malla de $2a=41.3\text{mm}$ (1 5/8") y luz de malla de $A=33.2\text{mm}$ en tres variantes: Variante I, con defensa y filástica en la tapa inferior y superior; Variante II con defensa y filástica en la tapa inferior y solo defensa en la tapa superior; Variante III, con defensa y filástica solo en la tapa inferior; y de una bolsa experimental de $2a=50.8\text{mm}$ (2") y Luz de malla $A=46.5\text{mm}$, con defensa y filástica solo en la tapa inferior, para las siguientes especies de camarón de mayor importancia comercial: café (*Farfantepenaeus californiensis*), camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*); camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*) y camarón cristal (*Farfantepenaeus brevirostris*) y de la fauna de acompañamiento en general.

La bolsa comercial de $2a=1\frac{5}{8}''$ (con luz de malla de 33.2 mm) con defensa y filástica en la tapa superior no permite el escape ninguna de las especies de camarón de mayor importancia comercial, pero sin defensa y sin filástica y aumentando el tamaño de malla a 2" (bolsa experimental con luz de malla de $A=46.5\text{mm}$) se apreció el escape de camarón en los porcentajes y tallas que se muestra en las curvas de selectividad de la figura 2; y un aumento de 4.4% a 38.2%, en el escape de

peces de tallas de 50 a 300mm mejorando con esto, la calidad de la captura.

Desde el punto de vista de la conservación del recurso camaronero, la bolsa experimental con tamaño de malla de $2a=2"$ (Luz de malla A = 46.5mm) y diámetro del hilo $d=1.98\text{ mm}$ (No. 30) tratado, puede ser utilizada, en principio, para proteger las especies de camarón de mayor importancia comercial de tallas inferiores a la de primera maduración sexual y en general para los peces de la fauna de acompañamiento.

Para extender la protección a un 50% de selectividad de tallas de primera maduración sexual de los camarones e incrementar el escape de peces, se recomienda continuar con las investigaciones de selectividad incrementando aun más el tamaño de la malla de bolsa en un rango de $2\frac{1}{4}''$ a 3". Se realizaron pruebas en el laboratorio de materiales pesqueros, de los paños de las bolsas, con el fin de observar las variaciones de sus propiedades físico-mecánicas, las cuales pueden tener una influencia significativa en los resultados de selectividad.

INTRODUCCIÓN

El camarón es uno de los recursos mas abundantes con que se cuenta en México y por muchos años ha venido sosteniendo una de las pesquerías mas importantes, debido a los altos ingresos que genera su explotación y a la infraestructura que lo rodea proporcionando una gran cantidad de empleo.

Se considera que la pesquería del camarón se inicia en el país en la década de los 20s., por barcos extranjeros y fue a partir de la década de los 40s., cuando la captura se realizó con barcos mexicanos (Rodríguez de la Cruz, 1981).

La abundancia del recurso al inicio de la pesquería, permitió un incremento relativamente gradual de la flota camaronera, sin embargo a partir de la década de los 60s., se ha observado que la pesquería presenta una tendencia general de disminución de la captura total de camarones de alta mar, en contraste con el incremento elevado de la flota, lo que ha originado una reducción cada vez más aparente de los meses de buena captura y una disminución en la disponibilidad del recurso, con tendencia a mantenerse equilibrada en los últimos años (Rodríguez de la Cruz, 1981).

Aunado a lo anterior, las especies de camarón azul (*L. stylirostris*) y blanco (*L. Vannamei*) que penetran a las bahías y sistemas lagunarios-estuarinos, en el litoral del Pacífico, estuvieron sometidas a un esfuerzo pesquero adicional al ser capturadas desde el estado de post-larva para surtir la demanda de las granjas camaroneras, así como de juveniles y reproductores, lo que en cierta medida aumentó la necesidad de establecer medidas que permitan administrar adecuadamente este recurso.

Por lo anterior se han establecido medidas de regulación que comprende: períodos de veda para reproductores y juveniles a fin de asegurar una cantidad suficiente de individuos para subsecuentes ciclos de vida; regulación de las artes de pesca en los sistemas lagunarios-estuarinos restringidos al uso de redes surperas y alarrayas con luz de malla no menor a 38 mm para todas las partes; y regulación de la pesca de camarón en aguas marinas la cual se puede realizar solo con embarcaciones de 10 ton o mas que cuente con el permiso correspondiente y no pesquen en el litoral a menos de 9.15m (5 brazas) de profundidad; y se prohíbe el uso de redes de arrastre con luz de malla menor a 44.45mm(1 ¾") en el cuerpo de la red y con luz de malla menor de 38.1mm (1 ½") en la bolsa o copo y sin Dispositivo Excluidor de Tortugas (DET) (CONAPESCA, 2003).

Además de las medidas citadas anteriormente, se debería considerar para el caso de la pesca en aguas marinas, el establecimiento de las tallas mínimas de captura de las especies a proteger, medida asociada a la reglamentación del tamaño mínimo admisible de las mallas en la bolsa de las redes camaroneras con el fin de asegurar una selectividad apropiada para la protección del recurso.

Se cuentan con los resultados de algunos trabajos de selectividad, como la recomendación que permitió el regular el tamaño de la malla en alas y cuerpo de las redes de arrastre camaroneras del Pacífico mexicano (Lunch, 1975). Se ha determinado también, que la selectividad a lo largo de todo el cuerpo y alas de la red es diferente, encontrándose que el escape de camarón es mayor por las tapas laterales de la red, incrementándose en la llamada zona crítica, que se encuentra en los últimos 6.0m en paño estirado a lo largo del cuerpo de la red (Heredia y García. 1986).

En lo que se refiere a selectividad de la bolsa, Simpson y Pérez (1974) determinaron, para el camarón rosado del golfo de Campeche, que con el incremento de la longitud de la malla (de 40 a 60mm) se manifestó un incremento del escape de camarón rosado, hasta encontrarse tallas de escape de 37.5 mm para un 50% de selectividad.

OBJETIVOS

- ❖ Determinar la selectividad de la bolsa de las redes de arrastre camaroneras comerciales, del Pacífico mexicano.
- ❖ Establecer la base que sustente estimar un tamaño mínimo admisible de las mallas en la bolsa de las redes de arrastre, para disminuir la repercusión ambiental que estas ejercen en la pesquería del camarón.
- ❖ Determinar las principales características físico-mecánicas de los materiales de la bolsa de las redes camaroneras, las cuales tiene influencia en la selectividad.

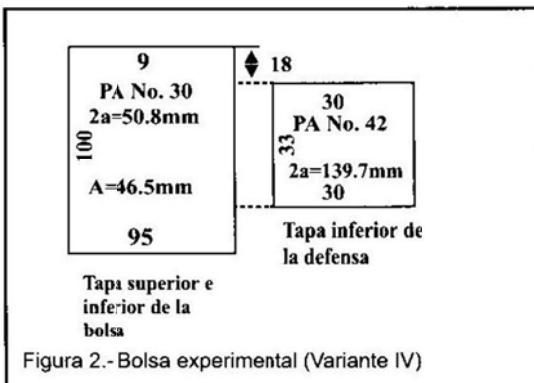
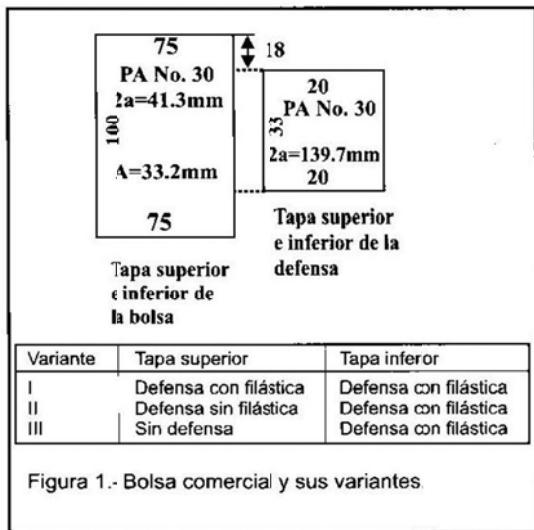
MATERIAL Y MÉTODOS

Se sometieron a investigación las siguientes bolsas:

- a) **BOLSA COMERCIAL** de paño tratado de piola de poliamida No. 30 ($d_{nom.}=1.9\text{mm}$) con longitud de malla nominal $2a=41.3\text{mm}$ (1 5/8"), luz de malla de $A= 33.2\text{mm}$ y defensa de paño tratado de piola de poliamida No. 42 ($d_{nom.} = 2.1\text{mm}$) con longitud de malla nominal de $2a=134.7\text{mm}$ (51/2"). Esta bolsa se confeccionó con defensa y filástica en la tapa inferior y para

evaluar el escape de camarón, esta bolsa se preparó en tres variantes de la tapa superior (figura 1).

- a) **Variante I;** con defensa y filásticas
- b) **Variante II;** con defensa y sin filástica
- c) **Variante III;** sin defensa y sin filástica.



- b) **BOLSA EXPERIMENTAL** (variante IV) de paño tratado de piola de poliamida No. 30 ($d_{nom}=1.98\text{mm}$) con longitud de malla de $2a=50.8\text{mm}$ (2"), luz de malla de $A=46.5\text{mm}$ y defensa con filástica solo en la tapa inferior (figura 2).

Para obtener la información necesaria, se realizaron a bordo de la embarcación camaroneña "Columbia 3/82", lances con una duración de 1 a 4 horas en zonas de pesca comercial, evitando arrastrar en áreas con fondo que presentaran peligro de dañar el equipo de pesca. Se utilizaron redes de arrastre camaroneñas conocidas como "VOLADOR" de tamaño 23/21 (Figura 3).

La selectividad se determinó, cubriendo la tapa superior de la bolsa con paño de poliamida de malla relativamente pequeña (14mm), para recapturar los camarones que escaparon por la bolsa (Pope et al, 1983) como se muestra en la figura 4.

Se analizó la composición de la captura de la bolsa y los colectores por separado, de la siguiente manera: el peso de la captura total de camarón se determinó con precisión de ± 50 gramos.

Para analizar la composición por tallas y por especie, se tomó el peso total de la captura si esta no fue mayor de 8.0 kgf; para pesos mayores se tomó una muestra de 10% del peso total. Como no existe reglamentación de la longitud mínima de captura de camarón de altamar, se consideró que ésta debería ser igual a la talla en la que el camarón alcanza su primera maduración sexual, tomándose las siguientes: 167mm para camarón azul; 130mm para camarón café (Rodríguez de la Cruz, 1881); 120 y 160 para camarón blanco (Barreiro, 1970; Enshadt M.N. et al 1985, citados en Flores 1985). De la fauna de acompañamiento de peces y camarones de menor importancia comercial se determinó su composición en la captura y su escape en peso (kgf) y rangos de talla (mínima y máxima).

Las curvas de selectividad se trazaron a partir del % nivelado de camarones que quedaron retenidos en la bolsa, del total de la captura (bolsa mas colector) para cada especie y por variante de las bolsas sometidas a investigación.

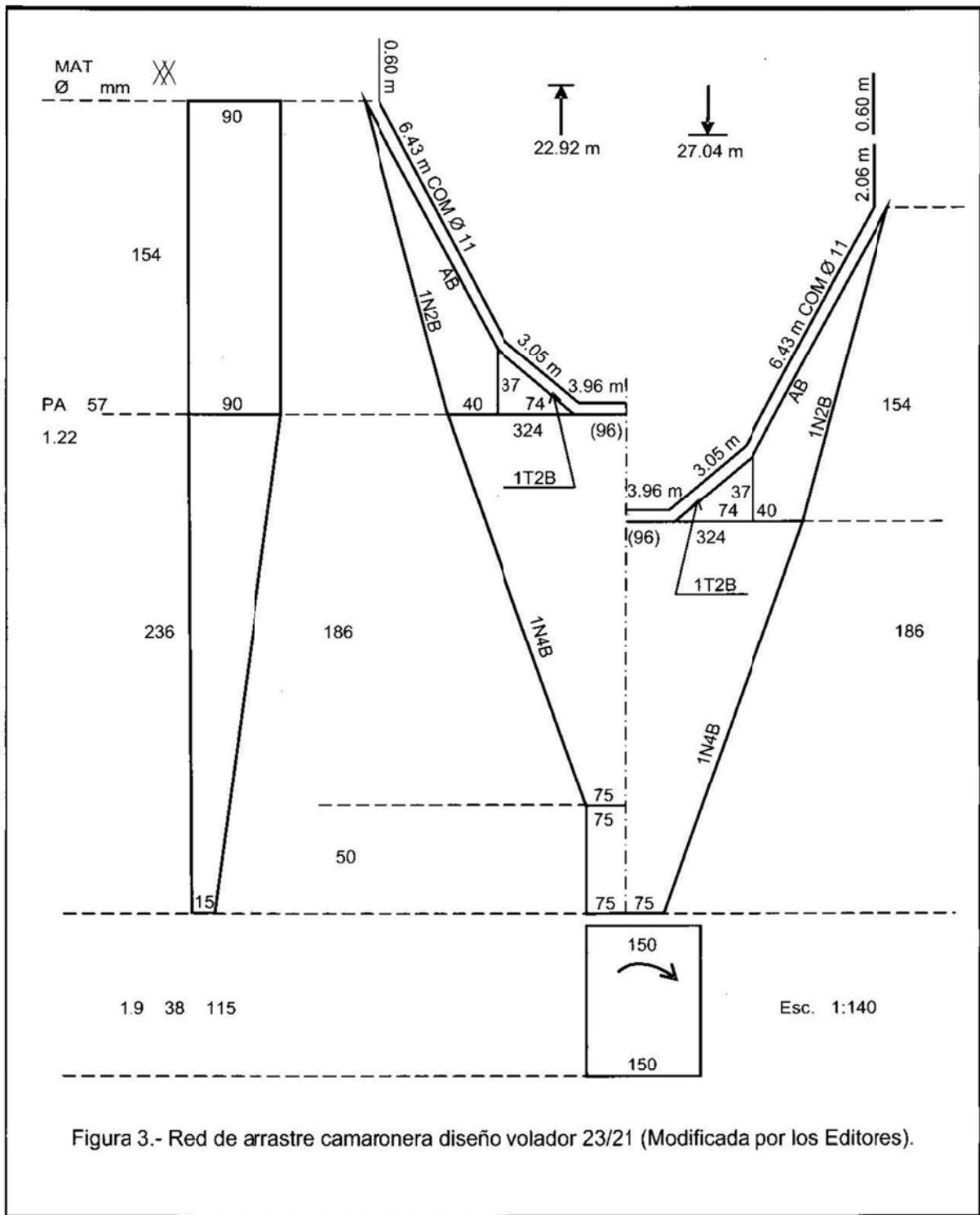


Figura 3.- Red de arrastre camaronera diseño volador 23/21 (Modificada por los Editores).

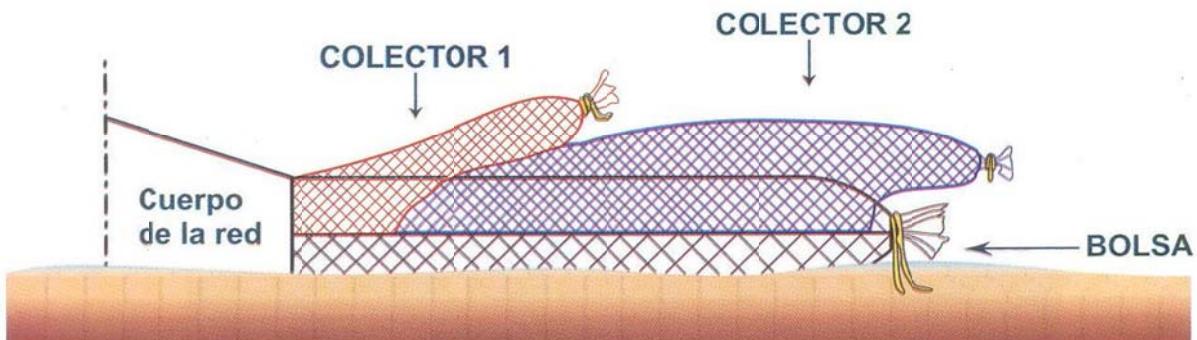


Figura 4.-Forma de trabajo de la bolsa y los colectores

El coeficiente de selectividad se determinó con la siguiente expresión:

$$S_{50} = \frac{Lc_{50}}{\bar{A}}$$

Donde:

S_{50} : Coeficiente de selectividad a un 50%

Lc_{50} : Talla del camarón para un nivel de 50% de selectividad [mm]

\bar{A} : Luz de la malla promedio del paño [mm]

Se tomaron muestras de los paños de las bolsas al inicio y después de 25 horas de arrastre, para determinar en el laboratorio de materiales pesqueros, las variaciones en sus características físico-mecánicas, de acuerdo con el método propuesto por Bucki (1984).

RESULTADOS

Del 17 de enero al 26 de febrero de 1986 se realizaron cuatro cruceros de pesca comercial con 86 lances, en el área comprendida entre el norte de Mazatlán, Sin. y los límites con Guatemala (Figura 5.), a profundidades entre 9 y 73 m. y en un rango de velocidad de arrastre de 1.1 m/s a 2.0 m/s (2.14 a 3.84 nudos)

Las especies de camarón que se capturaron fueron: café (*Farfantepenaeus californiensis*); blanco (*Litopenaeus vannamei*); azul (*Litopenaeus stylirostris*), cristal (*F. brevirostris*); botalón (*Trachypenaeus similis pacificus*, Bukenroad 1934); roca (*Sicyonia*

penicillata, Lckington 1879) y camarón rosado (*Xiphopenaeus riveti*, Bouvier 1907).

La captura total de peces fue de 10,879 kgf

ANÁLISIS DE LA CAPTURA

a) Camarones de menor interés comercial y peces

En la tabla 1 se muestra la composición de camarón de menor interés comercial y peces, por variante, de la captura total. La variación de la presencia de camarones por variante, se debe principalmente a la zona donde se realizó el arrastre y a su distribución. De la misma forma se puede decir, que a mayores profundidades de arrastre, la presencia de peces en la captura disminuyó.

El camarón botalón fue el más abundante en la captura total y en la bolsa de la Variante III, mientras que el camarón roca presentó una menor abundancia en la captura total, sin tener presencia en la bolsa de la variante IV.

b) Especies de camarón de mayor interés comercial (café, azul, blanco y cristal)

Los 86 lances que se realizaron, representó una captura total de 17983 camarones con un peso de 521.5 Kgf ; y en general, para todas las variantes de las bolsas sometidas a investigación, el intervalo de tallas de especies capturadas fueron de 50 a 190mm para camarón cristal; 80 a 210mm para camarón café; 95 a



Área de estudio por Zonas

Figura 5.- Área de estudio por zonas.

210mm para camarón blanco y 165 a 240mm para camarón azul (figura 6).

En promedio la especie mas abundante en la captura total, para todas las variantes de bolsas, fue el camarón café que representó un 42.7% y el menos abundante fue el camarón azul. La bolsa que presento mayor porcentaje de captura fue la variante IV con un 38.4% de la captura total, como se muestra en la tabla 2.

La proporción entre camarones comerciales (café, azul, blanco y cristal) y peces capturados fue de 1:20.9 (521.5 : 10879 Kgf) y comparando las capturas totales de todos los camarones (de mayor importancia comerciales y menor importancia comerciales) la proporción camarones -peces se registró en 1:6.4 (1695 : 10879 Kgf). Por otro lado la proporción entre camarones comerciales y no comerciales es de 1:2.3 (521.5 : 1174.0 Kgf) lo que representa volúmenes de captura significativos de camarones de menor interés comercial.

SELECTIVIDAD

a) Camarones de menor importancia comercial (Botalón, rosado y roca) y peces

El uso de la filástica y la defensa en la bolsa comercial de $2a = 1\frac{5}{8}$ " tiene una influencia negativa para el escape de camarones cuando su abundancia relativa en la captura aumenta.

Con el aumento del tamaño de la malla a $2a = 2"$ (Bolsa experimental) sin defensa y sin filástica, el escape se incremento hasta un 42.9 % para el camarón rosado (tabla 3).

En el caso de los peces, se nota una clara tendencia del incremento del escape al aumentar el tamaño de la malla de $2a = 1\frac{5}{8}$ " a $2a = 2"$ y con la remoción de la defensa y la filástica en la tapa superior de la bolsa, lo que mejora la calidad de la captura (tabla 4).

b) Camarones de mayor importancia comercial (café, azul, blanco y cristal)

La bolsa comercial con luz de malla de 33.2 mm cubierta con defensa y filástica (variante I) y su modificación sin filástica en la tapa superior (Variante II) no presentaron escape para ninguna de las especies de camarón. Sin embargo al ser removida la defensa de la tapa superior (Variante III) permitió el escape de camarones con una talla de 104mm para un 50% de selectividad para las cuatro especies de camarón (figura 7).

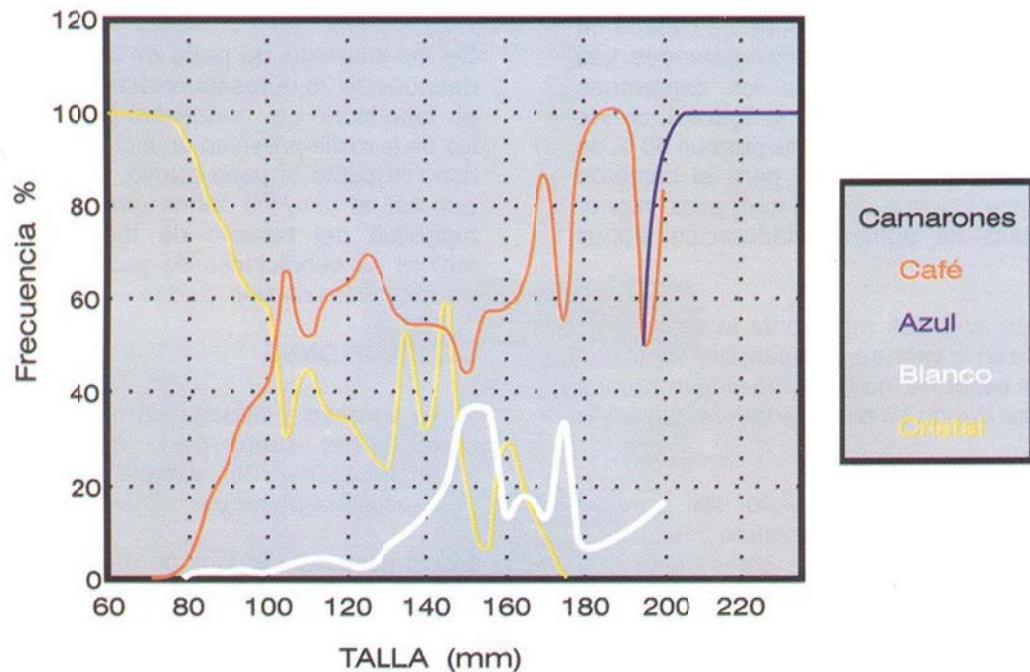


Figura 6.-Composición por tallas y especie de camarón, en la captura total obtenida en diferentes zonas de pesca comprendida del norte de Mazatlán, Sin. hasta los límites con Guatemala, 1986.

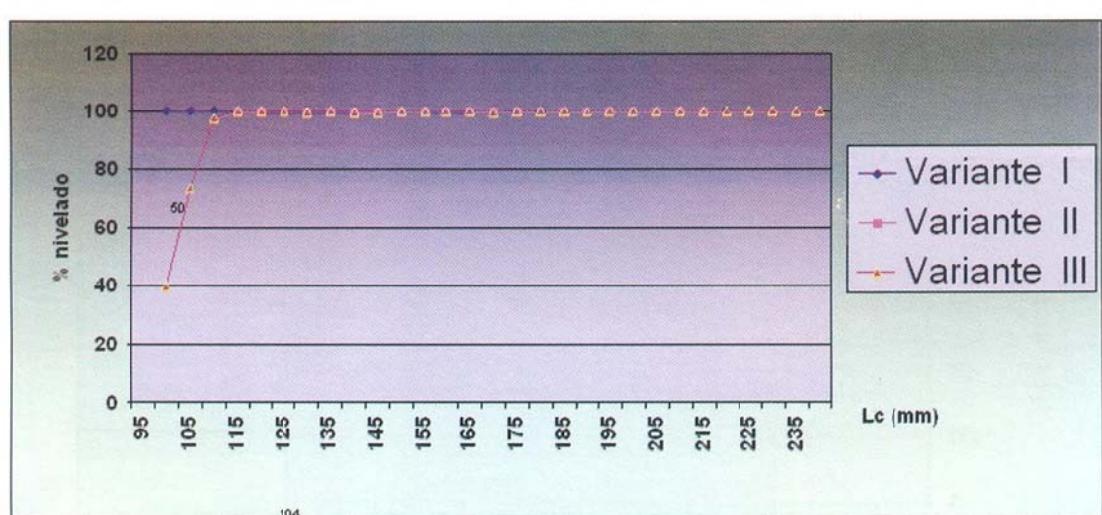


Figura 7.- Curvas de selectividad de camarones (café, azul, blanco y cristal) Bolsa comercial: variante I, II y III
 2a nom. = 41.3 mm
 2a real = 39.9 mm
 A = 33.2 mm

Al incrementar la luz de la malla de 33.2mm (bolsa comercial) a 46.5 mm (variante IV,) se presentaron mejores condiciones de escape en general, para todas las especies capturadas. Las curvas de selectividad para los camarones comerciales se presentan en la figura 8, donde se puede apreciar que las tallas para un 50 % de selectividad fueron mayores para el camarón café con una longitud de 116 mm, pero menor que su talla de primera maduración sexual (130mm).

El camarón azul que representa la especie de mayor talla en la captura, comparativamente con las demás especies, no presentó ningún escape por la bolsa siendo su selectividad -retensión de un 100%.

El camarón cristal presentó las peores condiciones de escape, alcanzando una talla de 93 mm para un 50% de selectividad. La abundancia de la especie en la composición de la captura de la variante IV, no presentó influencia en los resultados de escape ya que el camarón cristal siendo el más abundante (20.1%) su talla de escape (93 mm) para un 50 % de selectividad fue menor que la del camarón café (116 mm) y camarón blanco (106 mm) que presentaron menor proporción de abundancia en la bolsa.

Esto se puede constatar con los valores de sus coeficientes de selectividad que se presentan en la tabla 5, donde se puede apreciar que el mayor coeficiente corresponde al camarón café, lo que significa que es la especie que presenta mayor

facilidad de escape para condiciones similares de la bolsa.

De las muestras de paño de la bolsa, tomadas después de 25 horas de arrastre, se encontró en el laboratorio de materiales pesqueros, que la luz de la malla presenta un incremento de un 3% con respecto al paño nuevo, lo que se espera que con el uso, los paños presenten una mayor magnitud del tamaño de las mallas lo que mejora las condiciones de escape, modificando los resultados de selectividad.

CONCLUSIONES

- 1) La defensa y filástica en la tapa superior de la bolsa comercial, disminuyen las posibilidades de escape de todas las especies capturadas.
- 2) El aumento del tamaño de la malla permite incrementar el escape de las diferentes especies y mejorar las condiciones de la captura, lo que presenta una posibilidad de utilizar el tamaño de las mallas en la bolsa, como medida de protección del recuso camarónero y de la fauna de acompañamiento.
- 3) Los resultados de los coeficientes de selectividad de los camarones nos permiten estimar que para condiciones iguales de la bolsa, la "facilidad" de escape es diferente para cada uno, siendo mayor para el camarón café.

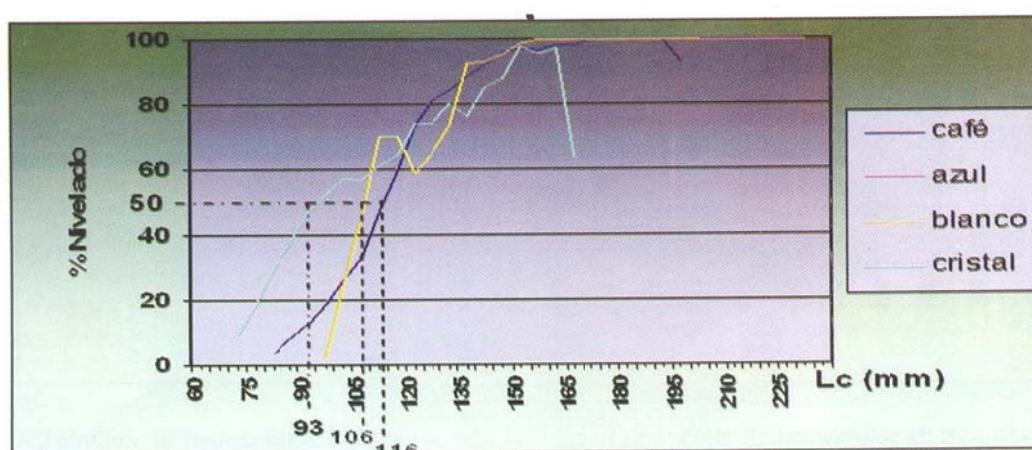


Figura 8. Curvas de selectividad de camarones (café, azul, blanco y cristal) Bolsa experimental: variante IV
 2^a nom. = 50.8 mm
 A = 46.5 mm

RECOMENDACIONES

Para fines de protección del recurso camarónero se proponen las siguientes recomendaciones:

- 1) Utilizar la bolsa de las redes de arrastre camaróneras con tamaño de malla de $2a = 50.8$ mm (2"), Luz de malla A = 45.5 mm y diámetro máximo del hilo $d = 1.98$ mm (No. 30), para permitir el escape de camarones juveniles de mayor importancia comercial (café, azul, blanco y cristal) y de peces.
- 2) Para establecer un tamaño de malla en la bolsa de las redes camaróneras, que permitan un 50 % de selectividad escape de tallas de primera maduración sexual, de camarones con mayor importancia comercial (café, azul, blanco y cristal) y fauna de acompañamiento, se recomienda continuar con las investigaciones de selectividad a escala semicomercial, de las bolsas con tamaño de mallas establecidas en la tabla 6

LITERATURA CITADA

Anónimo .10 de agosto de 1993. Diario Oficial de la Federación. Secretaría de Pesca. Proyecto de Norma Oficial Mexicana 002-PESC-1993, para ordenar el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos.

Bucki F. 1984. Materiales pesqueros, segunda parte. Serie de textos Didácticos en Ciencia y Tecnología del Mar. SEP/SEIT/DGCTM. México, D.F. 127-134p.

Chapa S. ____ La biología y el cultivo de camarones. SEP/DGCTM/CEDEFT. México. 77p.

Flores C. 1986. Distribución, abundancia y madurez gonadal de camarones *penaeus*, en las costas de Sinaloa, durante la primavera y verano de 1985. Rev. Ciencias del Mar No. 8. 14-21p.

Heredia Q. y García, 1986. Estudio de la selectividad de las redes de arrastre camaróneras. Tesis de grado, DGCyTEM/Instituto Tecnológico del mar, Mazatlán, Sin. México. 160p

Lluch Belda D. 1975. Selectividad de las redes de arrastre camaróneras en el pacífico

mexicano. Instituto nacional de la Pesca INP/SC:6.

Pope J.A. et al , 1983. Manual de métodos para la evaluación de peces. Parte 3 selectividad de las artes de pesca. FAO Doc. Tec..Pesca, (41) Rev. 1:56 p.

Rodríguez de la Cruz 1981. Estado actual de la pesquería del camarón en el pacífico mexicano. Ciencia Pesquera, Instituto Nac. Pesca. Depto. Pesca, México 1(1): 1-118p.

Rodríguez de la Cruz 1981. Aspectos pesqueros del camarón de alta mar en el pacífico mexicano. México 1(2): 1-19 p.

Tabla 1- Composición de la captura total de camarones de menor importancia comercial y peces (diferentes zonas de pesca comprendidas del norte de Mazatlán hasta los límites con Guatemala, 1986)

ESPECIE	VARIANTES								TOTAL	
	I		II		III		IV			
	kgf	%	kgf	%	kgf	%	kgf	%	kgf	%
BOTALÓN	309	26.3	102	8.7	239	20.4	8	0.7	748	63.7
ROSADO	36	3.1	14	1.2	43	3.7	264	22.5	357	30.4
ROCA	32	2.7	8	0.7	29	2.5	---	---	69	5.9
TOTAL	377	32.1	124	10.6	311	26.6	272	0	1174	100
PECES	3252	29.9	86	0.79	4443	40.8	3098	35.9	10879	100

Tabla 2 Composición por especie de camarón de importancia comercial en número de individuos y % de la captura total, por variante de la bolsa, obtenida en diferentes zonas de pesca comprendidas desde el norte de Mazatlán, Sin. Hasta los límites con Guatemala, 1986.

CAMARÓN	VARIANTE								SUB-TOTAL	
	I		II		III		IV			
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
CAFÉ	2592	14.4	584	3.2	1548	8.6	2964	16.5	7688	42.7
AZUL	42	0.2	122	0.7	148	0.8	17	0.1	329	1.8
BLANCO	2331	13.0	146	0.8	1510	8.4	313	1.7	4318	24.0
CRISTAL	705	3.9	--		1351	7.5	3610	20.1	5666	31.5
TOTAL	5670	31.5	852	4.7	4557	25.3	6904	38.4	17983	100

Tabla 3.- Resultados de la selectividad de camarones de menor importancia comercial (botalón, rosado y roca) para cada variante de bolsa utilizada.

VARIANTE	CAMARÓN	CAPTURAS							ESCAPE DE CAMARÓN
		BOLSA		COLECTOR No. 1		COLECTOR No. 2		TOTAL	
		Talla (mm)	kgf	Talla (mm)	kgf	Talla (mm)	kgf	kgf	%
I	botalón	60 a 150	298.1	30 a 90	2.7	30 a 90	8.0	308.8	3.5
	rosado	30 a 90	25.0	30 a 80	1.7	40 a 90	9.2	35.9	30.4
	roca	40 a 90	23.0	40 a 90	2.3	40 a 90	6.9	32.2	28.6
II	botalón	50 a 90	50	40 a 90	37	40 a 80	21.5	109.5	53.9
	rosado	40 a 70	10	30 a 50	1	30 a 50	2.5	13.5	25.9
	roca	50 a 80	6	40 a 60	0.5	40 a 60	1.4	7.9	24.1
III	botalón	40 a 150	281	40 a 120	48			329	14.6
	rosado	40 a 90	32	30 a 80	11			43	25.6
	roca	40 a 90	21	40 a 90	8			29	27.6
IV	botalón	30 a 75	5.3	30 a 75	0.8	30 a 75	1.7	7.8	32.1
	rosado	30 a 100	151	30 a 90	33.2	30 a 90	80.2	264.4	42.9

Tabla 4.- Selectividad -escape de peces (ratones, lenguados, sardina, mojarra, corvinas, caballitos, pargos, etc.) de tallas que fluctuaron de 50 a 300 mm.

VARIANTE DE BOLSA	C A P T U R A (kgf)				% ESCAPE DE PECES
	BOLSA	COLECTOR No. 1	COLECTOR No. 2	T O T A L	
I	3090	12	130	3232	4.4
II	435	2	72	509	14.5
III	3016	427		3443	12.4
IV	1915	171	1012	3098	38.2

Tabla 5.- Coeficientes de selectividad de camarones de importancia comercial (café, azul, blanco y cristal)

CAMARÓN	TALLA AL 50% DE SELECTIVIDAD	LUZ DE MALLA		COEFICIENTE DE SELECTIVIDAD
		Lpz 50% (mm)	A (mm)	
CAFÉ	111.5	46.5		2.40
AZUL	-	46.5		-
BLANCO	106	46.5		2.28
CRISTAL	93	46.5		2.00

Tabla 6.- Tamaño de mallas recomendados en los paños de las bolsas de las redes de arrastre camaroneras, para la protección a un 50% de selectividad de tallas de primera maduración sexual de camarones con mayor importancia comercial (café, azul, blanco y cristal).

CAMARÓN	TALLA MINIMA ADMISIBLE	COEFICIENTE DE SELECTIVIDAD	LUZ DE MALLA	LONGITUD DE MALLA	
				Lpz mín. [mm]	S ₅₀
CAFÉ	130	2.40	54.2	60.6	2 3/8
AZUL	167	-	-	-	-
BLANCO	120 a 160	2.28	52.6 a 7.02	58.8 a 78.5	2 5/16 a 3
CRISTAL	100	2.00	50.0	55.9	2 1/4

Evaluación del Escape en el Bolso de una Red de Arrastre Camaronera de 37.7 m de Relinga Superior Operada en el Banco de Campeche a Bordo del BIP "Onjuku"

*Jorge Luis Oviedo Pérez
E-mail: joviedop@hotmail.com*
*Antonio Jesús Valdés Guzmán
E-mail: ajvg53@hotmail.com*
*Andrés Antonio Seefoo Ramos
E-mail: aseefoo@netscape.net*

Instituto Nacional de la Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera
Av. Cuauhtémoc Nte. #110, Col. Playa Linda
Tels. (229) 9-39-43-65 Y 9-39-43-66; Veracruz, Ver.

RESUMEN

Para evaluar el escape del bolso camaronero con tamaño de malla de 5.08cm (2"), se instaló un sobrebolso con tamaño de malla de 2.54cm (1").

Se realizaron 11 lances con sistema de arrastre camaronero entre los 50 y 70m de profundidad. El área explorada fue de 472Ha, aplicándose un esfuerzo pescuero de 37 horas de arrastre. La red camaronera operó con promedios de abertura vertical de 3m y de abertura horizontal de 23.4m (62% de la relinga superior).

La captura total retenida en el bolso fue de 1632 Kg., con la siguiente composición: 7.17% (117Kg) de camarón; 1.72 % (28Kg) de calamar; 12.63% (206Kg) de peces de importancia comercial mayores de 20cm de longitud; 3.95% (65Kg) de jaiba; 74.53 % (1216Kg) de fauna de acompañamiento. La eficiencia de captura del sistema de arrastre camaronero fue de 44.18 Kg/hora de arrastre.

El escape del bolso al sobrebolso en los 11 lances fue de 930Kg., de los cuales 7 Kg (0.75%) correspondieron a camarón café, 80.00 Kg. (9%) a camarón sintético, 6Kg (0.63%) a calamar y 837Kg. (90.02%) a FAC.

INTRODUCCIÓN

En 1971 el I.N.P. inició el estudio del recurso camarón con el programa "Investigación Biológico-Pesquera de Camarón del Golfo de México y Mar Caribe", en Campeche, Camp.; Grande y Vargas en 1982 describieron las características técnicas del BIP/ONJUKU al realizar una evaluación biotecnológica de la pesquería de arrastre de escama del Golfo de México. Vargas en 1995 diseñó un sistema de arrastre camaronero para 200m de profundidad

utilizando el BIP/ONJUKU. En 1996 Seefoo y colaboradores realizaron 3 cruceros de pesca experimental y exploratoria de camarón en las zonas adyacentes a las plataformas petroleras del Banco de Campeche.

Éste, es el último de una serie de cuatro cruceros estacionales del proyecto "Pesca Exploratoria y Experimental de Camarón de Profundidad y Especies Afines del Banco de Campeche"; ejecutado por el Instituto Nacional de la Pesca y auspiciado por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Desarrollo Pesquero del Gobierno del Estado de Campeche.

Se usaron las experiencias de cruceros anteriores, especialmente en lo relativo a la configuración de los fondos, la distribución y abundancia de los recursos camarón y calamar, así como del comportamiento hidrodinámico del sistema de arrastre.

El Crucero ON/97/01 se realizó del 26 de febrero al 22 de marzo de 1997, en el Banco de Campeche. Se dan resultados de la pesca exploratoria y experimental con el sistema de arrastre camaronero, con énfasis en la abundancia y distribución de los recursos durante el invierno.

OBJETIVOS

El objetivo general del crucero consistió en efectuar operaciones de pesca experimental con redes de arrastre demersal y camaronera en la zona adyacente a las plataformas petroleras; así como evaluar para el ciclo de invierno, la distribución y abundancia del camarón, calamar y las especies capturadas incidentalmente en la zona de trabajo objeto del proyecto.

Los objetivos específicos se definen de la siguiente manera:

- Realizar actividades de pesca exploratoria de camarón en las isobatas de 50, 60 70, 80, 90, 100, 150, 200 y 250 m de profundidad.
- Experimentación tecnológica del sistema de arrastre camaronero que forma parte del equipamiento del Buque de Investigación Pesquera Onjuku, (BIP/Onjuku) ajustándolo a las condiciones de operación de la zona de investigación.
- Evaluar la eficiencia técnica y operativa para la captura de camarón y calamar con el sistema de pesca de arrastre del BIP Onjuku.
- Evaluar el escape del bolso camaronero con tamaño de malla de 50.8 mm (2").

MATERIALES Y METODOS

MATERIALES

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL B/I ONJUKU

El B/I Onjuku es un buque de investigación pesquera cuyo diseño es de un arrastrero por popa con rampa, de 36.9m de eslora y 490t de desplazamiento, es propulsado por un motor Yanmar de 700 hp de potencia nominal con hélice de paso variable.

Para la operación del equipo de pesca dispone de un malacate de arrastre hidráulico con dos tambores principales y un tambor de red con capacidad de 2.5t de tiro y 1000m de cable de arrastre, adicionalmente cuenta con una grúa y dos molinetes hidráulicos con capacidad de 800 y 500Kg respectivamente.

El equipo electrónico de auxilio a la navegación y pesca consiste de un Navegador por satélite (GPS), 2 radares, trazador de ruta (plotter), ecosonda gráfica de doble frecuencia (28 y 50 kHz), un sonar y un equipo de radio-comunicación.

EQUIPO DE PESCA

Se utilizó una red de arrastre camaronera de 37.7m de relinga superior, 47m de relinga inferior, 39m de longitud del cuerpo, paño de PA No. 18 y malla de 57mm (2 1/4") en el cuerpo y

de 50.8mm (2") en el bolso. El equipo camaronero se integró de la siguiente manera:

- Red de arrastre camaronera tipo "volador (1) de 37.7m de relinga superior.
- Portones rectangulares planos (2) de madera y acero de 5.2 m².
- Patas de gallo (2) de 6m cable de acero 6 x 19 + 1 de 16mm.
- Estrobo (4) de 3m cable de acero 6 x 19 + 1 de 16mm.
- Bridas (2) de 12m cable de acero 6 x 19 + 1 de 16mm.
- Volador (2) de cable de acero 6 x 19 + 1 de 16mm.
- Flotadores de plástico (6) alta resistencia, 30 atmósferas Ø de 30cm.
- Lastre: 150 Kg. de cadena galvanizada de 3/8"
- Cadena espantadora de 3/8" y 1/2".
- Cabo falso de PE 50 m. de long. Ø de 25.4mm.

METODOS

Los parámetros operacionales del equipo de pesca se estimaron por métodos indirectos mediante los triángulos semejantes formados por el cable de arrastre y la separación entre pastecas, portones, aparejamiento y red de arrastre.

PESCA CON EL SISTEMA DE ARRASTRE CAMARONERO

Dado que este sistema de pesca se experimentó durante tres cruceros realizados durante 1996, no se efectuaron pruebas de calibración ni fue necesario efectuar reconocimiento hidroacústico. La red de estaciones se limitó a las zonas que presentaron mayores concentraciones de camarón y calamar en profundidades de 50, 60 y 70m con fondos susceptibles para realizar operaciones de arrastre. Lo anterior, debido a que sólo se cuenta con una red y los fondos en estratos de mayor profundidad presentan configuración ligeramente irregular, que en cruceros previos ocasionaron severas roturas al equipo de pesca.

Para efectos de evaluación del escape en el bolso con tamaño de malla de 5.08cm (2.0"), se instaló un sobrebolso de malla de 2.54cm (1.0") de hilo número 8, el cual se experimentó durante todos los lances de pesca de control.

RESULTADOS

PESCA CON SISTEMA DE ARRASTRE CAMARONERO

La red de estaciones de pesca de control comprendió un total de 11 lances, en estratos de profundidad de 50, 60 y 70m, que corresponden a 36.93 horas de arrastre efectivo y un área de barrida de 471.19Ha. Los lances se efectuaron siguiendo las isobatas, uno a sotavento y otro a barlovento.

La red de arrastre operó con promedios de aberturas vertical de 3m y horizontal de 23.4m (62.00%); el régimen de revoluciones en la máquina principal fue de 780 RPM con paso de 11° y 13°, dependiendo de la dirección y magnitud del viento y corrientes; la velocidad de arrastre promedio fue de 2.93 nudos. En la tabla 1 se presentan los resultados de los lances de pesca de control y su ubicación geográfica.

RETENCION EN EL BOLSO

La captura total en el bolso en los 11 lances consistió de: 1,632Kg; de los cuales 95Kg (5.2%) correspondieron a camarón café (*Farfantepenaeus aztecus*), 22Kg (1.35%) de camarón sintético (*Hymenopenaeus robustus*), 28Kg (1.72%) de calamar (*Loligo pealei e Illex coindeti*), 206Kg (12.63%) de peces de importancia comercial > de 20cm, 65Kg (3.95%) de jaiba de tamaño comercial (*Callinectes similis*) y 1,216Kg (74.53%) de fauna de acompañamiento (FAC).

La eficiencia de captura del sistema de arrastre fue de 44.18 Kg/hr. La captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) expresada en Kg/hr de arrastre fueron las siguientes:

Camarón café	=	2.57 Kg/hr
Camarón sintético	=	0.60 Kg/hr
Calamar	=	0.76 Kg/hr
Peces importancia comercial > 20 cm de longitud	=	5.58 Kg/hr
Jaiba de tamaño comercial	=	1.75 Kg/hr
Especies sin valor comercial	=	32.93 Kg/hr

Las concentraciones detectadas en los caladeros de pesca expresadas en Kg/ha barrida dan los valores siguientes:

Camarón café	=	0.20 Kg/ha
--------------	---	------------

Camarón sintético	=	0.047 Kg/ha.
Calamar	=	0.059 Kg/ha.
Peces importancia comercial > 20 cm de longitud	=	0.44 Kg/ha
Jaiba de tamaño comercial	=	0.14 Kg/ha.
Especies sin valor comercial	=	2.58 Kg/ha.

Con respecto al camarón café, se presentaron capturas de este recurso en los 11 lances, en estratos de profundidad de 50, 60 y 70m, con variación de 4 a 14 Kg/lance y promedio de 8.64 Kg/lance.

Del muestreo biológico efectuado a 2,712 ejemplares de camarón café (*Farfantepenaeus aztecus*), podemos observar en la tabla Tabla 2, que el rango de tallas capturadas comprende de 120 a 230mm de longitud total, con una longitud promedio observada de 163mm. El rango de tallas observadas para los machos es de 120 a 190mm, con una longitud promedio de 147mm. Para las hembras, el rango de tallas fue de 125 a 230mm, con una longitud promedio observada de 179mm.

La muestra analizada comprendió 1,364 (50.3%) ejemplares machos y 1,348 (49.7%) hembras, lo que indica una relación global machos/hembras de prácticamente 1:1.

En lo que se refiere al calamar, se obtuvieron capturas en 9 de los 11 lances, en los estratos de profundidad señalados, con variación de 1 a 6 Kg/lance y promedio de 3 Kg/lance. Se observó una marcada presencia de ejemplares juveniles de este recurso.

La composición de la FAC presentó mayor abundancia de diversas especies de peces, en proporción de 87% y 13% de crustáceos, principalmente jaiba de tamaño no comercial.

ESCAPE DEL BOLSO

La captura total en el sobrebolso en los 11 lances (Tabla 1) fue de 930Kg, de los cuales 7Kg (0.8%) correspondieron a camarón café, 80Kg (8.6%) de camarón sintético, 6Kg (0.6%) de calamar y 837Kg (90%) de FAC.

Considerando el total de camarón café capturado en bolso y sobrebolso (102Kg), se observa un escape del bolso de aproximadamente 7%. La muestra analizada comprendió 212 (82%) ejemplares machos y 47

(18%) ejemplares hembras, lo que indica una relación global machos/hembras de 4.5:1.

De 259 ejemplares de camarón café muestreados en el sobrebolso (Tabla 3) se encontró que el rango de tallas capturados comprende de 115 a 195mm de longitud total, con una longitud promedio observada de 145.25mm. El rango de tallas observadas para los machos es de 115 a 175mm con una longitud promedio de 140mm. Para las hembras, el rango de tallas fue de 125 a 195mm con una longitud promedio observada de 168mm.

Del total de calamar capturado (34Kg), el 83% fue retenido en el bolso y escape fue del orden del 17%.

De la muestra analizada del recurso calamar, el 59% correspondió a *Loligo pealei* y 41% a *Illex coindetii*, observándose una longitud promedio general de 43mm, con 22mm y 56mm respectivamente por especie.

Con respecto a jaibas y peces comerciales = a 20 cm, no se registró escape en el bolso, ya que no se observaron este tipo de organismos retenidos en el sobrebolso.

En lo referente a la FAC, la captura total fue del orden de 2,053Kg, de los cuales el 59% fue retenido en el bolso con el 41% de escape; la composición de la misma fue de 87% de peces y 13% de crustáceos en el bolso y 82%, 18% respectivamente, en el sobrebolso.

CONCLUSIONES

El sistema de pesca empleado presenta parámetros de operación aceptables; ya que se obtuvieron valores de frente operacional adecuados a las características de diseño y el comportamiento del principal objetivo de captura, siendo del orden de 60 a 80 m² para el sistema de arrastre camaroneño.

En lo que se refiere a la eficiencia de captura, se obtuvieron 44.18 Kg/hr con el sistema de arrastre camaroneño. Mientras que la CPUE de camarón café fue de 2.57Kg/hr.

De los 101.95Kg de captura total de camarón con cabeza en el bolso y el sobrebolso de la red camaroneña, se pudo observar que el bolso retuvo 95Kg (93%) y permitió el escape hacia el sobrebolso de 6.95Kg (7%). En relación con el

camarón sintético, la captura total fue de 102Kg, de los cuales 22Kg (22%) fueron retenidos y 80Kg (78%) escaparon.

En los camarones, la proporción de sexos en el bolso fue de 1:1; mientras que en el sobrebolso fue de 4.5:1 (macho:hembra). Esto se explica porque, al presentar tallas menores, los machos escaparon con mayor facilidad que las hembras. La talla mínima capturada fue de 120mm para machos y 125mm para hembras y las máximas fueron de 190 y 230mm.

De acuerdo con los datos de captura obtenidos en el sobrebolso de la red de arrastre camaroneña, se observa escape significativo de camarón sintético y FAC, y en menor medida de calamar y camarón café en bolso con tamaño de malla de 5.08 cm (2"). Asimismo, no se registra escape de peces de talla comercial mayores de 20 cm y jaibas de tamaño comercial.

RECOMENDACIONES

Para continuar con la evaluación de la selectividad en el bolso de los diversos tipos de redes de arrastre empleadas en la pesca comercial de camarón en la zona del Banco de Campeche, es necesario efectuar pruebas experimentales con diferentes tamaños de malla de configuración diamante y cuadrada.

PARTICIPANTES

Ing. Andres A. Sefoo Ramos. México, D.F.
Ing. Samuel García Vázquez. Tampico
Ing. Jorge Luis Oviedo Pérez. Veracruz
C. Ricardo Valerio Pérez. Veracruz
C. Marcelo Salvador Samano Espadas.

Veracruz
Isabel Cortes García. Veracruz
Eduardo Bautista Flores. Veracruz
David Reyes Lara. Veracruz

AGRADECIMIENTOS

Se agradece y reconoce el apoyo brindado por la tripulación del BIP/ONJUKU para la realización de este crucero.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

GRANDE VIDAL, J. M. y E. VARGAS M. 1982. Evaluación biotecnológica de la pesquería de arrastre de escama del Golfo de México durante el período 1.77-

1980. CIENCIA PESUERA. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría. De Pesca. México. (3):9-32.
- VARGAS MOLINAR E. 1995. Informe Técnico "Diseño de un sistema de pesca de fondo para la captura de camarón para el B/I Onjuku". SEMARNAP/INP. Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de Investigación Pesquera. Documento Interno.
- SEEFOO-RAMOS, A. A., J.M. GRANDE V., D. AGUILAR R., E. VARGAS M., J.L. OVIEDO P., S. GARCIA V. 1996. Informes Técnicos de los Cruceros de Pesca Exploratoria y Experimental de Camarón de Profundidad y Especies Afines del Banco de Campeche ON/96/01, ON/96/02 y ON/96/03 a bordo del B/I ONJUKU. Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de Investigación Pesquera de Veracruz. Documentos Internos

TABLA 1 Presentación de los resultados de los lances de pesca de control con red de arrastre camaronera

	Lance 1	Lance 2	Lance 3	Lance 4	Lance 5	Lance 6	Lance 7	Lance 8	Lance 9	Lance 10	Lance 11
Posición Inicial	18°53.519'	18°56.693'	18°51.185'	18°58.072'	18°51.158'	18°53.129'	18°58.828'	18°53.851'	18°53.791'	18°59.433'	18°53.375'
Profundidad inicio-fin (m)	92°53.827'	92°47.970'	92°58.920'	92°48.729'	92°59.084'	92°59.198'	92°49.519'	92°58.262'	92°59.732'	92°50.893'	93°00.418'
Longitud cable (m)	49.5 / 47.7	49.4 / 50.4	52.4 / 56.2	58.0 / 52.8	53.1 / 60.7	61.8 / 63.0	63.8 / 63.5	63.7 / 63.1	67.5 / 71.2	72.4 / 69.6	35.5 / 68.5
Distancia entre puertas (m)	200	200	212	212	212	250	250	250	263	275	263
Distancia entre alas (m)	31.00	33.20	32.19	32.19	32.19	34.00	34.00	34.00	33.80	33.30	33.80
Área Barrida (ha)	21.97	23.53	22.80	22.80	22.80	24.09	24.09	24.09	23.95	23.60	23.96
Velocidad arrastre (nudos)	38.34	43.95	42.15	31.76	45.69	41.64	40.14	49.73	52.82	41.05	
Tiempo arrastre (min)	2.77	3.07	2.97	3.07	2.73	2.87	2.87	2.87	3.07	2.97	3.00
Bolso+sobrebolso (kg)	204	197	210	195	165	214	195	188	219	244	185
Bolso Total (Kg)	132.25	185.20	275.00	181.20	306.85	324.75	225.50	233.75	268.40	202.75	260.75
Camarón 1 ^a	86.00	136.00	175.00	111.00	137.10	205.00	135.00	154.00	214.00	137.00	172.50
Pacotilla (sintético)	6.00	6.00	12.00	8.00	4.00	10.00	8.00	8.00	11.00	14.00	8.00
Calamar	0.00	2.00	0.00	2.00	0.10	2.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00
Peces > 20 cm.	2.00	6.00	0.00	5.00	5.00	2.00	1.00	2.00	3.00	0.00	2.00
Jaliba t. Comercial	9.00	37.00	46.00	14.00	15.00	15.00	3.00	20.00	19.00	14.00	14.00
FAC	1.50	3.50	12.00	8.00	11.00	11.00	3.00	4.00	4.50	2.50	3.50
Peces	67.00	78.00	100.00	70.00	100.00	160.00	115.00	116.00	170.00	100.00	140.00
Crustáceos	57.00	70.00	89.00	61.00	87.00	147.00	103.00	93.00	136.00	90.00	125.00
Sobrebolso Total (Kg)	10.00	8.00	11.00	9.0	13.00	13.00	12.00	23.00	34.00	10.00	15.00
Camarón 1 ^a	46.25	49.20	100.00	70.20	169.75	119.75	90.50	79.75	54.40	65.75	88.25
Pacotilla (sintético)	0.25	0.20	1.00	1.20	0.75	0.75	0.50	0.75	0.30	0.75	0.50
Calamar	8.00	4.00	8.50	9.00	7.50	9.00	10.00	8.00	4.00	5.00	7.00
FAC	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	1.00	0.10	0.00	0.75
Peces	37.00	45.00	89.00	59.00	157.00	110.00	80.00	70.00	50.00	60.00	80.00
Crustáceos	29.00	41.00	62.00	46.00	140.00	75.00	65.00	60.00	45.00	48.00	72.00
	8.00	4.00	27.00	13.00	17.00	35.00	15.00	10.00	5.00	12.00	8.00

TABLA 2 Composición de las capturas de camarón café (*Penaeus aztecus*) en bolso de red de arrastre camaronera, por sexo y talla.

Lt mm	Lance 1		Lance 2		Lance 3		Lance 4		Lance 5		Lance 6		Lance 7		Lance 8		Lance 9		Lance 10		Lance 11		
	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	
120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
125	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	8
130	0	0	5	0	7	0	6	0	4	0	10	0	2	0	11	0	7	0	3	0	3	0	58
135	2	0	8	0	11	0	10	1	10	0	29	0	7	0	16	0	27	1	3	0	14	1	140
140	7	0	24	1	35	0	21	0	20	0	44	1	14	0	25	0	63	0	32	1	31	0	319
145	13	0	24	0	28	1	20	0	9	0	31	0	12	0	15	1	51	0	31	1	34	0	271
150	25	1	21	3	24	1	14	0	3	1	31	1	8	1	12	5	55	0	24	4	33	1	265
155	18	2	5	10	14	6	6	8	4	7	10	5	5	7	5	5	20	2	22	8	9	0	178
160	12	3	4	12	10	13	4	11	2	9	7	10	5	5	6	3	12	5	13	12	8	6	172
165	3	3	3	13	2	18	3	15	3	10	7	11	4	9	5	12	8	13	10	14	4	0	170
170	0	10	1	13	3	38	3	18	1	16	4	21	4	16	2	25	3	14	16	45	6	16	275
175	1	8	0	17	0	28	3	12	1	11	6	12	0	14	0	10	4	13	3	34	0	11	188
180	0	25	0	21	1	27	0	14	0	7	0	22	1	13	0	11	5	17	1	36	3	17	221
185	1	12	0	12	0	12	0	15	0	7	0	1	0	13	0	12	1	10	0	23	0	8	127
190	0	22	0	11	0	11	0	9	0	5	0	13	0	6	0	3	1	9	0	9	0	5	104
195	0	9	0	3	0	6	0	4	0	1	0	2	0	6	0	0	5	0	7	0	3	46	
200	0	11	0	2	0	2	0	5	0	4	0	3	0	4	0	5	0	0	5	0	2	55	
205	0	2	0	2	0	3	0	2	0	3	0	4	0	5	0	1	0	4	0	6	0	1	33
210	0	4	0	1	0	2	0	2	0	1	0	8	0	3	0	6	0	7	0	7	0	1	42
215	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0	1	0	1	10
220	0	0	0	1	0	2	0	1	0	0	0	4	0	1	0	3	0	1	0	3	0	1	17
225	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5
230	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
82	113	95	124	132	173	93	121	58	83	181	121	64	105	99	102	275	112	158	220	145	74	2712	

TABLA 3 Composición de las capturas de camarón café en sobrebolso de red camaronesa, por sexo y talla.

Lt mm	Lance 1			Lance 2			Lance 3			Lance 4			Lance 5			Lance 6			Lance 7			Lance 8			Lance 9			Lance 10			Lance 11		
	Frecuencia		Frecuencia	Frecuencia		Frecuencia	Frecuencia		Frecuencia	Frecuencia		Frecuencia	Frecuencia		Frecuencia	Frecuencia		Frecuencia	Frecuencia		Frecuencia	Frecuencia		Frecuencia	Frecuencia		Frecuencia	Frecuencia		Frecuencia			
	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H			
115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
125	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9		
130	7	0	1	0	6	0	5	0	6	0	1	0	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34		
135	2	0	3	0	9	0	6	0	6	0	0	0	0	0	0	6	0	4	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	39		
140	2	1	2	0	10	0	0	0	8	0	8	0	8	0	0	2	0	3	0	0	2	0	0	9	0	0	0	0	0	0	55		
145	1	0	3	0	5	0	2	0	4	0	7	0	3	0	4	1	1	0	0	3	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	39		
150	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	9	0	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	23		
155	0	1	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13		
160	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	8		
165	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6		
170	0	1	0	4	0	3	0	0	1	0	1	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	19		
175	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4		
180	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3		
185	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
Total	13	5	10	7	36	9	16	4	28	2	29	5	15	5	18	5	13	1	14	4	20	0	259										

Estudio de la Selectividad en las Redes de Arrastre Camaroneras en el Pacífico Mexicano (Sección del Cuerpo).

Arturo García Zavala.
E-mail: agz613@hotmail.com
José Angel Heredia Quevedo
E-mail: herediaja@hotmail.com
Instituto Tecnológico del Mar
Carretera. Internacional Sur Urías
Estero La Sirena
Tel. 669-9847209
Mazatlán, Sin.

RESUMEN

Existe una gran riqueza en México por la abundancia de los recursos naturales que posee. De los recursos renovables con que cuenta, los recursos pesqueros se consideran como uno de los más importantes para el desarrollo del país. La industria pesquera se ha desarrollado rápidamente debido al aprovechamiento de los avances tecnológicos y el desarrollo de proyectos de inversión. Gran parte de esto se debe a que se ha puesto la vista en la industria pesquera como una fuente de trabajo, generadora de divisas y principalmente como una fuente de alimentos que no ha sido aprovechada. La pesquería del camarón es una de las pesquerías que puede ser considerada pionera del desarrollo de la pesca en México, lo cual dentro del marco económico del desarrollo nacional permite que sea considerada como una de las más importantes junto con la delatún.

Atendiendo a las demandas tecnológicas de la pesquería del camarón, y considerando la eminente llegada del llamado pesca responsable, se realizó un estudio comparativo entre una red de arrastre camaronera tradicional utilizada en la pesca comercial y dos redes modificadas a las que se les incrementó el tamaño de las mallas del paño. A una de las redes modificadas se le incrementó en un 78% el paño del cuerpo de la red y a la otra en un 460%, los lances se realizaron en las zonas de pesca comercial y durante los períodos de pesca activa, para el caso de las redes experimentales, el aparejamiento y operación se dieron en circunstancias similares, con el objetivo de determinar el efecto de dichos incrementos de las mallas y su repercusión en

el volumen de la captura y fauna de acompañamiento a partir del escape de camarón y peces, así como su influencia en la variación de los costos de construcción y operación de las redes sujetas a estudio.

Los resultados del trabajo comparativo de las redes mostraron que el incremento aplicado en tamaño de las mallas en las dos redes experimentales, en ninguno de los casos se registró diferencia evidente en la cantidad de camarón capturado, con respecto a la red comercial, lo que se considera que por cuestión de comportamiento de reacción ante el arte de pesca, el camarón no mostró el escape a través de las mallas. Sin embargo el volumen de peces si registró una disminución considerable.

Las ventajas detectadas por las modificaciones efectuadas en cuanto al incremento del tamaño se manifestaron en la disminución del trabajo de recolección del camarón y la calidad del mismo, en la disminución del costo en la construcción de la red y de su resistencia al avance para el remolque con el beneficio consecuente de menor consumo de combustible durante las operaciones pesquera.

Del análisis de resultados obtenidos realizados por separado para cada uno de los objetivos de captura, en el caso del camarón de mayor importancia comercial se presentan los siguientes datos parciales: se escaparon 30 camarones en 48 lances usando la red comercial y de 18 camarones en 13 lances usando la red de 102 mm. de tamaño de malla y de 17 camarones en 13 lances usando la red de 320 mm. de tamaño de malla, de esta manera se llegó a las siguientes conclusiones: las redes investigadas presentan su máximo escape por la última sección del cuerpo de la

red denominada zona crítica, en esta zona el escape más alto es a través de los paños laterales, siguiendo la parte inferior y el mínimo registrado por la tapa superior; al aumentar el tamaño de las mallas de la tapa lateral de la zona crítica, se incrementan directa y proporcional el escape registrado, el aumento del tamaño de las mallas en la tapa superior también provocó un incremento en el escape pero fue menor, debido a estas observaciones, para evitar el escape en esta zona, el tamaño de malla debe ser igual al tamaño selectivo de la bolsa, el tamaño de las mallas del resto del cuerpo de la red puede incrementarse tomando como base que en el presente trabajo se aumentaron de 57 a 102 mm. En toda la red y hasta 320 mm en la tapa superior en la segunda variante.

Finalmente se presentan dos diseños de redes con incremento en tamaño de mallas que pueden implementarse en la pesca comercial de camarón. De manera similar se presentan datos para el resto de las especies que fueron objeto de captura.

1. INTRODUCCION

Se considera que existe una gran riqueza en México por la abundancia de los recursos naturales que posee. De los recursos renovables con que se cuenta, los recursos pesqueros se consideran como uno de los más importantes para el desarrollo del país. La industria pesquera se ha desarrollado más rápidamente gracias al aprovechamiento de los avances tecnológicos y el desarrollo de proyectos de inversión. Gran parte de esto se debe a que se ha puesto la vista en la industria pesquera como una fuente de trabajo, generadora de divisas y principalmente como una fuente de alimentos que no ha sido aprovechada.

La pesquería del camarón es una de las pesquerías que puede ser considerada pionera del desarrollo de la pesca en México, lo cual dentro del marco económico del desarrollo nacional permite que sea considerada como una de las más importantes. Para el desarrollo de una industria explotadora de recursos renovables debe contarse con la seguridad de realizar una explotación racional y controlada, lo que permitirá mantener por más tiempo la labor de producción. Existen otras actividades paralelas a la explotación de un recurso que son las investigaciones biológicas sobre el mismo y las investigaciones técnicas sobre los equipos

utilizados, lo que permite conocer su comportamiento y eficacia.

En el presente trabajo se realiza un análisis sobre el comportamiento de los equipos pesqueros utilizados para la pesca de camarón en la zona del océano Pacífico Mexicano. La industria del camarón tuvo sus orígenes por el año de 1870 cuando el camarón fue considerado por primera vez como un producto de interés comercial.

Pero solo hasta los primeros años de la década de los cuarenta la industria camaronera se establece y se desarrolla en el puerto de Guaymas, Sonora alcanzando un nivel semi-industrial.

Esto influyó directamente en el desarrollo de una infraestructura para apoyar de forma inmediata las actividades de extracción y motivó la creación de astilleros, varaderos, plantas receptoras congeladoras, etc. Posteriormente se inició la creación de sociedades cooperativas pesqueras para buscar el financiamiento económico y actualmente se han integrado los inversionistas llamados armadores. Desde entonces la pesquería del camarón se extendió a lo largo de las costas del Pacífico Mexicano y ha sido una gran fuente de empleos, productores de alimentos y principalmente una importante captadora de divisas para el desarrollo del país.

Por la importancia que tiene este recurso, se han llevado a cabo estudios encaminados a lograr datos sobre el comportamiento del camarón, ya que desde el punto de vista biológico no ha podido ser definido, por falta de información confiable, por las dificultades que se encuentran para determinar la mortalidad natural y por las alteraciones que ésta presenta ante los cambios de los factores ambientales.

Para resolver los problemas de la pesquería del camarón se han buscado alternativas y así podemos encontrar algunos diagnósticos con base en las estadísticas pesqueras, aprovechando datos sobre:

- la captura por unidad de esfuerzo; consideraba como un indicador de la abundancia del recurso, y
- la estructura de la captura, por edad, talla, peso madurez sexual, etc. lo que puede considerarse como un parámetro

complementario a los datos de explotación.

El camarón como producto en venta está cotizado con un precio muy alentador en el mercado nacional e internacional. Esto influyó de una manera decisiva para el incremento en el número de barcos dedicados a la explotación del recurso. Al existir un mayor número de embarcaciones, se provoca una competencia entre ellas por la captura del recurso, y para tratar de aumentar las capturas globales se intenta adquirir un mayor número de embarcaciones y se busca la forma de aumentar la producción por unidad. Como resultado de esta acción, en los últimos años se ha presentado una disminución de las capturas por barco y como consecuencia de ello se empezó a operar con altos costos de producción y bajos rendimientos económicos, lo que es representativo de una pesquería sobre-explotada y por éstas razones surge la necesidad de ejercer un control adecuado sobre la pesca de este recurso.

De acuerdo con el punto de vista económico de Wadsworth (1976) la pesquería del camarón está sobre-capitalizada debido al alto precio de la especie y a las altas utilidades que reporta, en ésta se ha invertido capital y recursos humanos que se debieron haber empleado en la explotación de otros recursos y desarrollar otras pesquerías. Por otro lado los escépticos consideran que lo sucedido se debe a las fluctuaciones naturales del recurso, porque de han tenido temporadas con producción favorable, con volúmenes de captura que son reditables, inmediatamente después de una temporada que haya sido mala. Al respecto se menciona el hecho de que en condiciones naturales favorables, el recurso puede soportar una explotación fuerte, mientras que cuando las condiciones no son favorables a nivel de explotación, afecta tanto al recurso que casi desaparece por completo.

Por todo lo mencionado anteriormente, se reafirma la necesidad de establecer formas de control de la explotación del recurso camaronero para obtener los máximos rendimientos por temporada con el menor esfuerzo y la mínima inversión. Con esto se pretende asegurar la existencia continua del recurso y permitiría controlar la explotación excesiva aplicando algunas medidas legislativas como la restricción de ciertas zonas de pesca y establecer temporadas de veda efectivas, todo dentro del

marco de los lineamientos de la política de pesca.

2. ANTECEDENTES

El desarrollo de la pesquería del camarón a nivel comercial se inicia en el año 1960. En este año fueron adquiridas de los Estados Unidos de Norteamérica las primeras embarcaciones que fueron adaptadas para trabajar con equipo para la captura de camarón con sistema doble. Como resultado del desarrollo de la industria del camarón y sus beneficios, se observó un incremento acelerado en el número de embarcaciones dedicadas a la captura del mismo. Este fenómeno empezó a llamar la atención y fue así como se presentaron las primeras acciones tendientes a establecer algunas medidas de control a este problema. Como ejemplo se puede mencionar que en 1978 Rodríguez de la Cruz, estimó el empleo de 900 embarcaciones como el número óptimo para la captura de camarón en el Océano Pacífico y en contraposición se observó que en el año de 1984 la flota camaronera del Pacífico registró 1557 embarcaciones.

El comportamiento de las capturas totales de camarón de alta mar mostró una tendencia ascendente en sus inicios ya que en 1934 se capturaron solo 250 toneladas y en 1962 se registraron 31195 toneladas. En el lapso de 1962 a 1977 las capturas disminuyeron de una forma alarmante, desde las 31195 hasta un poco más de las 14000 toneladas. De esta manera se observa que en general las capturas totales bajaron considerablemente a pesar de que aumentó el número de barcos en operación, lo que significa que disminuyó el volumen del recurso a extraer. Respecto a las tallas del camarón, se detectó una disminución de éstas en función del incremento del esfuerzo total de pesca que se aplicó y esto se debe que se reduce la fracción de la población que queda después de cada temporada de pesca para su crecimiento posterior, (Rodríguez de la Cruz 1981).

En base a lo anterior se puede considerar que es importante el hecho de establecer regulación sobre el esfuerzo de pesca, así como la extracción en base a tallas mínimas de capturas del camarón. Otro tipo de regulación, y más bien de explotación racional, puede ser la utilización de redes selectivas que permitirán capturas de recurso, desde el punto de vista biológico, acordes con la conservación del

mismo y desde el punto de vista económico, que se han acordes con la productividad y con esto se tiende al desarrollo de la pesquería de una manera más apropiada.

En lo particular este trabajo está referido a la selectividad de las artes de pesca empleadas para la explotación en el recurso camarero en el Pacífico Mexicano. Hablando sobre la selectividad de las artes de pesca de arrastre, se debe entender a ésta como la propiedad que tiene una red para permitir la detención/escape de una parte de los individuos de una población con diferencia de tallas para así lograr capturas dentro de ciertos reglamentos establecidos. Esta preferencia permitirá que aquellos individuos que presenten tallas menores a las establecidas, tengan la posibilidad de continuar su crecimiento y alcanzar la reproducción, y que sean capturados solo los individuos que tengan o sobrepasen la talla mínima establecida.

Las ventajas que se obtienen son grandes porque se asegura la continua existencia del recurso por tener una recuperación normal y por el lado económico se tendrían mas ganancias al explotar las tallas mayores que presentan mayor valor económico.

La selectividad de las artes de pesca de arrastre se puede presentar de dos formas cuando se hace referencia a la propiedad del arte de sobre la detención/escape de individuos:

- la selección de una parte del recurso que presenta la mayor importancia comercial"; esta función se refiere a toda la red excepto la bolsa, y forma la parte fundamental de los objetivos de este trabajo,
- la propiedad de detener a los individuos de una talla mínima y de tallas mayores, asegurando el escape de el recurso que esté por abajo de la talla mínima establecida"; se refiere exclusivamente a la bolsa de la red.

El tamaño de las mallas en las redes de arrastre para la captura de camarón se ha venido modificando según el desarrollo de la pesquería y se tienen antecedentes de que en los inicios de la pesca se utilizaba una longitud de malla igual a dos y media pulgadas y por consideraciones propias de la práctica, se disminuyó hasta llegar a una pulgada y cuarto, lo que originó la necesidad de aplicar la reglamentación siguiente:

■ "para el Océano Pacífico y Golfo de California, se implanta como reglamentaria la medida de 57 milímetros para las alas, el cuerpo y el copo de toda clase de redes camarneras, para alta mar". El acuerdo entró en vigor el seis de julio de 1977. En una aclaración inmediata posterior, se establece que la medida es solo para las alas y el cuerpo de las redes citadas. Con esta aclaración, queda sin establecerse la medida de las mallas del copo y en la actualidad la flota activa utiliza mallas de 41 milímetros (1 5/8 de pulgada). La medida se estableció con base en el análisis estadístico de la pesquería del camarón realizado por Lluch en 1975.

Para el desarrollo del presente trabajo, relacionado con la pesquería del camarón y que tiene como objetivo principal dar a conocer la selectividad de las redes sin incluir la bolsa, se aprovechan los resultados de observaciones directas realizadas en la captura de peces, los cuales demostraron que, la capturabilidad de una red depende, dentro de otros factores, de sus propiedades de conducción de los peces, aprovechando las reacciones de los mismos ante la barrera que forma el equipo al trabajar.

En el caso de las redes camarneras, en las cuales se podría tratar de aplicar el principio de utilización de mallas más grandes en comparación con las que se utilizan actualmente, se efectúa un análisis teórico-comparativo de los cambios provocados por el aumento en el tamaño de malla, solo en la tapa superior de la red de arrastre camarnera utilizada por la flota comercial.

El análisis considera un incremento del 50% y del 100%, (desde 57 hasta 87 mm y 114 mm respectivamente) de la longitud de la malla.

Los resultados obtenidos representan las siguientes ventajas:

- disminuye la cantidad de paños necesarios para construir las redes; en un 20 % cuando se incrementan al mallas con un 50 % y en un 31.8 % cuando se incrementan las mallas al 100 %,
- se reduce la resistencia al avance calculada para cada una de las redes; en un 5.4 % para el primer caso y en un 17.9 % para el segundo caso, lo que significa que se requiere menor potencia para remolcar cada equipo de pesca a una misma velocidad,

- disminuye la cantidad de combustible consumido por la maquina principal durante el remolque; en un 5.3 y un 17.9 % respectivamente para los casos mencionados.

Como se puede apreciar, en general, los resultados son favorables desde cualquier punto de vista, pero lo más importante es la reducción del consumo de combustible necesario para remolcar las redes, lo que se logra gracias a la disminución de la resistencia al avance de las mismas y con eso a la disminución de la potencia requerida para remolcarlas. De los trabajos realizados para determinar la selectividad de las redes camaronesas se pueden mencionar los trabajos realizados por Coyula en 1974 y 1975 en el Golfo de México, particularmente en la zonda de Campeche, se investigaron redes con longitud de mallas de 50 mm y 60 mm y los resultados se compararon con los de redes con longitud de malla de 40 mm empleada por la flota comercial para la captura de camarón rosado *fortantepenaeus duorarum*.

Las redes usadas para la comparación tenían una longitud de relinga superior de 11.5 m y las redes modificadas tenían 14.4 y 16.5 m , lo cual se logró al mantener el mismo número de mallas y aumentar solo su longitud.

El propósito fundamental del trabajo fue investigar la selectividad en la bolsa de la red, pero con el fin de conocer si los camarones se escapaban a través del paño en otras partes de la red antes de llegar a la bolsa, se colocaron dos colectores de red con longitud de malla de 24 mm, uno en la parte superior y el otro en la parte lateral de la última sección de la red, los cuales abarcaron la siguiente área: el de la parte superior 0.78 m², (1.2 X 0.65 m) y el de parte lateral 2.28 m², (1.63 X 1.4 m).

Los resultados mostraron que el camarón escapó a través del paño de la última parte del cuerpo de las tres redes y la composición por tallas de los individuos que se escaparon era semejante a la de los individuos que se encontraron en los colectores que cubrían la bolsa. Comparando la cantidad promedio de escape en los colectores en cada lance, de las tres redes se obtuvo: 22 camarones en la red de 40 mm; 135 camarones en la red de 50 mm y de 511 camarones para la de 60 mm de longitud de las mallas.

En los colectores de las redes modificadas se encontraron relativamente grandes cantidades de camarones y comparando las capturas totales de los colectores en las tres redes al pescar con una red por banda, se comprobó que los camarones escapaban a través de los paños de la red que está antes del copo, sobretodo en la red con longitud de malla igual a 60 mm. La longitud total promedio de los camarones retenidos al 50% en el copo fue de 64.5, 91 y 91.3 mm para los 40, 50 y 60 mm de longitud de malla respectivamente.

Considerando el caso de la selectividad referida al cuerpo de la red es importante mencionar la necesidad de encontrar la longitud de malla que pueda optimizarse para la pesca del camarón en general y el logro de los objetivos mencionados anteriormente, asegurando la capturabilidad aceptable de la red. Es claro que todos los individuos que escapan a través de las mallas de la red, tendrán la oportunidad de alcanzar tallas mayores y reproducirse y que al ser capturados posteriormente, reportarán mayores beneficios económicos. Respecto a los peces que se capturan involuntariamente, es casi seguro que el incremento en la malla o mejor dicho que se establezca, permitirá el escape de los peces de menor talla, logrando la detención de peces de tallas mayores, lo que traerá una disminución en los volúmenes de captura por lance, pero por otro lado, se tendrá un mejoramiento en la calidad de ésta.

3. OBJETIVOS

- Encontrar las bases para establecer la longitud máxima posible de las mallas en las redes camaronesas, recomendable para optimizar su diseño, asegurando al mismo tiempo su capturabilidad.
- Mejorar las posibilidades del escape de peces de tallas menores, disminuyendo así los volúmenes de captura sobre cubierta, favoreciendo la recolección de individuos de peces de tallas comerciales y reflejando un mejoramiento en la calidad de la captura en general.
- Buscar el mejoramiento de la pesquería del camarón disminuyendo las inversiones (materiales, combustibles, etc.) sobre el esfuerzo aplicado en la misma.

4. METODOLOGIA

Durante la materialización del presente trabajo uno de los principales requisitos fue la obtención de cantidades representativas de datos para poder realizar un análisis completo. Para lograr esto fue necesario aplicar una metodología específica de investigación que se integró de dos partes:

la metodología de las investigaciones de campo (que se realizan en el mar).

4.1. Metodología de las investigaciones de campo (en el mar).

Lances de control :

Durante las investigaciones de la selectividad, se debe determinar el grado de escape de los camarones a través de los paños de red (sin considerar la bolsa). Para tal fin se realizaron lances de control con redes de arrastre camaroneras comerciales y con redes modificadas. Los resultados de cada lance de control se anotan en formatos adecuados para tafefecto.

La recopilación de información se inclina por los datos de camarón comercial, ya que este se considera como el objetivo principal, pero de manera simultánea se recolectaron datos sobre el camarón no comercial y de peces de algunas especies plenamente identificadas de la fauna de acompañamiento del camarón que sonretenidos en los colectores, sin embargo por cuestiones de presentación de formato, no se presentan resultados de estos últimos.

Respecto a los datos levantados sobre camarón, se anota la longitud total (por clases de 5 mm de separación), medida desde el inicio del rostro hasta el extremo final del telson, se anota el número total de individuos y se diferencian las especies más comunes del Océano Pacífico que son: el camarón azul, *Litopenaeus stylirostris*, el camarón café, *Farfantepenaeus occidentalis*, el camarón blanco, *Litopenaeus vannamei* y el camarón cristal, *Farfantepenaeus brevirostris*.

De otras especies de menor tamaño como el camarón rosado, el botalón y el japonés o de roca, se anota el peso aproximado de la muestra total obtenida y la longitud promedio de los individuos de la misma. Con respecto a las zonas de investigación, para obtener los datos

representativos, los lances de control se efectuaron en las zonas de pesca comercial respetando el régimen de esta pesca.

Equipos de pesca que fueron sometidos a investigación:

En la actualidad la pesca industrial de camarón en México se realiza con la utilización de varios diseños y tamaños de redes de arrastre. Uno de los propósitos de este trabajo fue aplicar en sus estudios la condición de utilizar equipos de pesca que son de uso común en la flota pesquera comercial, para que el resultado final sea una serie de recomendaciones sobre un equipo de pesca con los mínimos cambios posibles y así poder lograr la máxima aceptación por parte de los pescadores de la flota activa.

Los diseños de mayor utilización por parte de la flota comercial en la zona de Mazatlán, Sinaloa en el año de 1985 son: el diseño "volador", el diseño "cholo" y el diseño "semiportuguez" de 75' (23/21).

Para estos tres diseños se efectuó un análisis comparativo de construcción seleccionando el diseño "volador" de 75' de relinga superior (23/21). Para determinar el grado de escape de los camarones a través de los paños de red, se colocan una serie de colectores sobre el arte. El material de construcción de los colectores tiene reducida longitud de malla para lograr la detención de todos los individuos que pasen a través del paño de la red.

Tanto con el equipo de pesca comercial como con los equipos que se modifiquen para experimentación se realizaron lances de control en zonas de pesca comercial y respetando el régimen de la misma.

Con el fin de investigar el grado de escape de los individuos a través de los paños de diferentes partes de la red, esta se dividió en tres zonas, aprovechando la división utilizada para redes de arrastre para peces:

- ◆ ZONA I: parte delantera, que comprende las alas superiores, las alas inferiores, el cielo y parte delantera de las tapas laterales.

- ◆ **ZONA II** : en esta zona queda comprendida la parte delantera del cuerpo de la red.
- ◆ **ZONA III** : esta zona comprende la parte posterior del cuerpo de la red que en la práctica se conoce como la "ZONA CRITICA".

La distribución de los colectores sobre la red comercial 23/21 "volador" de acuerdo con las zonas mencionadas, se presenta de la siguiente manera:

ZONA I:

- Tapa lateral: se colocan tres colectores tomando como guía la línea central de la tapa; el primero a una profundidad de dieciocho mallas (No. 1), el segundo a sesenta y cinco mallas (No. 2) y el tercero a ciento cincuenta y cuatro mallas de profundidad (No. 3).

- Tapa superior: en esta tapa se coloca un colector sobre el borde superior de la tapa y en la línea central de la misma (No. 4).

ZONA II:

- Tapa lateral: en esa tapa se colocan dos colectores que se ubican a doscientas treinta y cuatro mallas de profundidad, uno sobre la línea central de la tapa (No. 6) y el segundo se separa diez mallas en dirección de la sección del borde normal o recto (No. 5).

- Tapa superior: se colocan dos colectores a una profundidad de ochenta mallas, el primero siguiendo la línea central de la tapa (No. 8) y el segundo se separa cincuenta mallas en dirección hacia la izquierda y a una profundidad de noventa mallas (No. 7).

- Tapa inferior: tiene dos colectores ubicados en el borde superior, el primero sobre la línea central de la tapa (No. 10) y el segundo se ubica separándolo ochenta mallas corriendo hacia la izquierda (No. 9).

-ZONA III :

- Tapa lateral: se le colocan dos colectores ubicados sobre el borde lateral de corte recto, el primero a una profundidad de

trescientas catorce mallas contadas desde el borde superior (No. 11) y el segundo se ubica en el extremo inferior de la tapa (No. 12).

- Tapa superior: lleva tres colectores que se ubican, dos de ellos siguiendo la línea central de la tapa, uno a ciento sesenta mallas de profundidad (No. 13) y el otro queda en el borde inferior de la tapa (No. 15), mientras que el tercero se coloca recorriendo hacia la izquierda con una separación de diez mallas y profundidad de ciento ochenta y seis mallas (No. 14).

- Tapa inferior: tiene también tres colectores, dos de ellos siguiendo la línea central de la tapa, uno a noventa mallas de profundidad (No. 17) y el otro en el borde inferior de la tapa (No. 18). El último de los colectores se coloca a noventa mallas de profundidad y corriendo sesenta y cinco mallas a la izquierda de la línea central de la tapa (No. 16).

Las características de construcción de los colectores de la red son las siguientes:

- la longitud de la malla es de 14 mm,
- encabalgado adecuado para permitir una efectiva operatividad, reduciendo al máximo posible la deformación del paño principal de la red, y
- el área cubierta por el colector es rectangular de 1.62 m^2 ($1.14 \times 1.42 \text{ m}$).

En general el área ficticia total de una red de arrastre de 75' de longitud de la relinga superior del diseño "volador" 23/21 es de 592.72 m^2 y los colectores cubren aproximadamente 30 m^2 , lo que corresponde al 5% del área total de la red. Esta relación se considera aceptable desde el punto de vista de la representatividad para investigar la selectividad de la red. Para continuar con las investigaciones sobre la selectividad de las redes de arrastre para camarón, se parte de la consideración de que la selectividad se refleja en la capturabilidad y que esta depende de la luz de la malla que se utilice en el paño de red del equipo con el cual se está operando. Con estas bases se establecen dos variantes de redes, las cuales presentan modificación en la longitud de la malla:

- **Variante No. 1**: presenta una longitud de malla de 102 mm (4") en todos los paños de

la red, (excepto en la bosa) y conserva las características principales de la red del diseño "volador" de 75' (23/21) y se utiliza el mismo aparejamiento.

OBSERVACIONES:

- Todas las dimensiones que se refieren a los paños de redes son en malla estirada.
- La red 23/21 "VOLADOR" se consideró como la base de comparación.

■ Variante No. 2: presenta una longitud de malla con un aumento representativo en los paños de red de la tapa superior (tapa hecha con mallas grandes), mientras que en los paños de red de la tapa inferior el aumento es mínimo. De esta manera se utiliza para la tapa superior mallas de 320 mm (12.6") y en la tapa inferior se tienen mallas de 60 mm (2.36") y en las tapas laterales se utilizan mallas de las dos medidas, distribuyéndolas al 50% de la altura de la tapa y a todo lo largo de la misma, siguiendo el eje de simetría.

En comparación con las redes de tipo comercial del diseño "volador" de 75', en estas dos redes modificadas se aumenta la longitud de la malla en un 78% para el caso de la variante No. 1 y en un 460% para el caso de la variante No. 2 en su tapa construida con mallas grandes. Este aumento en la longitud de la mallas se representa en una diferencia en la resistencia al avance por parte de las redes al ser remolcadas y se obtienen las siguientes ventajas:

■ con la variante No. 1: se tiene un aumento de 45 mm en la longitud de malla y se opone una resistencia al avance calculada de 562.5 kgf. Y en comparación con la resistencia al avance calculada para la red comercial y que es igual a 886 kgf. Se observa una diferencia de 323.5 kgf. (disminución de la resistencia al avance en un 36.5%);

■ con la variante No. 2: se tiene un aumento de 263 mm en la longitud de la malla en la tapa superior y parte de la lateral y de 3 mm en la tapa inferior y parte de la lateral, se tiene una resistencia al avance calculada igual a 488.9 kgf, la que en comparación con la red comercial presenta una diferencia de 397.1 kgf. (disminución de la resistencia al avance en 45%).

Medios técnicos

Realización de los lances de control: se requirió el uso de una embarcación que contó con los medios adecuados para el arrastre clásico camaronero con el sistema "doble". El barco utilizado para este fin fue el "B/E COLUMBIA 3/82" con una eslora de 20.42 m. de eslora y un motor principal marca Caterpillar modelo 3412 con potencia de 450 N. H.P. Asignado al Instituto Tecnológico del Mar de Mazatlán, Sinaloa.

5. MATERIALIZACION

5.1 Investigaciones en el mar:

Para la obtención de datos sobre la selectividad de las redes camaroneras seleccionadas, se realizaron un total de cuatro cruceros a bordo del barco/escuela COLUMBIA 3/82.

CRUCERO No. 1

Durante el primer crucero realizado del 18 al 20 de enero de 1986, en las zonas de pesca desde la costa de La Cruz de Elota, Sinaloa y hasta Mazatlán, Sinaloa en profundidades de 10 a 24 brazas (18 a 44 m), se utilizaron las redes comerciales de diseño "volador" 23/21, se trabajó con dos redes similares, una por cada banda y se efectuaron 24 lances con duración de una hora de arrastre cada uno. De esta forma, con estas redes se realizaron un total de 48 lances completos.

Sobre estas redes se colocaron el total de colectores mencionados con anterioridad. Los resultados de estos muestreos permitieron contar con la primera base de datos.

CRUCERO No. 2

Para el segundo crucero realizado del 23 al 25 de enero de 1986, en las zonas de pesca de las costas desde Mazatlán hasta Teacapán, Sinaloa en profundidades de 6 a 24 brazas (11 a 44 m), se utilizaron las redes modificadas de las variantes establecidas: por una banda se trabajó con la red que tiene la longitud de malla de 102 mm (4") en todo el cuerpo de la red, excepto en la tapa superior del antebolso y de la balsa (variante No. 1), mientras que por la otra banda se trabajó con la red que tiene la longitud de malla igual a 320 mm (12.6") y 60 mm (2.36") en las tapas superior, inferior y laterales

respectivamente, (variante No.2). La duración de los lances fue de dos horas y con estas redes se realizaron 13 lances completos para cada una y la colocación de los colectores fue similar a la que se utilizó en el crucero No. 1. Los resultados de estos muestreos permitieron contar con la segunda base de datos.

CRUCERO No. 3

El tercer crucero se realizó del 31 de enero al 10 de febrero de 1986 y las zonas de pesca donde se operó fueron variadas debido a la constante búsqueda de capturas redituables desde el punto de vista comercial. Los primeros lances se hicieron cerca de Chameita, Sinaloa. Los siguientes lances se realizaron en las costas de Chacala, Nayarit. Por último se trabajó en las zonas de pesca frente al Puerto de Salina Cruz, Oaxaca. Las profundidades de pesca fueron de 8 a 39 brazas, (14 a 71 m). Durante este crucero se efectuaron lances utilizando una red comercial por una banda y por la otra banda se utilizó una red de la variante No. 1.

En comparación con los cruceros anteriores, sobre la red de la variante No. 1 se colocaron solo tres colectores, uno en cada tapa (superior, inferior y lateral) y se ubicaron en la zona III, la cual se considera como la "zona crítica" de la red de arrastre. Por problemas de operación motivados por las malas condiciones meteorológicas, solo se realizaron en total 23 lances completos. La duración de cada lance fue variable, dependiendo de las condiciones de pesca, capturas, tipo de fondo, etc. con un promedio de tres horas por lance. Los resultados de estos muestreos representaron la tercera base de datos.

CRUCERO No. 4

El cuarto crucero se ha realizado del 22 al 27 de febrero de 1986, en las zonas de pesca localizadas entre Salina Cruz, Oaxaca y las cercanías de Puerto Madero, Chiapas en profundidades de 6 a 17 brazas (11 a 31 m).

De manera similar al crucero No. 3 se utilizaron una red de tipo comercial por una banda y una red modificada de la variante No. 2 por la otra banda y el número de colectores fue de tres solamente y se colocaron en la zona III (zona crítica) de la red. Durante este crucero se realizaron un total de 26 lances completos únicamente ya que las condiciones meteorológicas no permitieron trabajar más

tiempo. Los resultados de estos muestreos presentaron la cuarta base de datos.

6. ANALISIS DE RESULTADOS

El análisis de resultados obtenidos en el área de selectividad de las diferentes variantes de las redes camaroneras se lleva a cabo por separado de la siguiente manera:

- análisis de la selectividad del camarón especies comerciales,
- análisis de la selectividad del camarón de especies no-comerciales,
- análisis de la selectividad de peces.

6.1. Análisis de la selectividad del camarón de especies comerciales.

Este análisis se efectúa sobre los datos de cada crucero, debido a que estos se llevaron a cabo en diferentes fechas, en distintas zonas de pesca y empleando diferentes variantes de redes.

CRUCERO No. 1 (del 18 al 20 de enero de 1986).

Analizando los resultados obtenidos al respecto, en este crucero se puede destacar lo siguiente:

- **Selectividad en la zona I:** (parte delantera de la red), se presentó un escape mínimo en el colector no. 4, ubicado en la parte central del cielo en su borde superior, se encontró a 1 individuo de camarón de la especie café de 120 mm de longitud total durante 48 lances, en los demás colectores, no se registró ningún camarón durante los 48 lances realizados.
- **Selectividad en la zona II:** (zona que abarca la parte delantera del cuerpo de la red), se registró también un escape mínimo por la tapa superior en el colector no. 8 con 1 individuo de camarón de la especie café de 140 mm de longitud total y en los demás colectores distribuidos en esta zona no se registró ningún camarón más.
- **Selectividad en la zona III:** (zona que abarca la parte final del cuerpo de la red), la cual en las redes de arrastre en general se considera como la zona crítica, se observa un escape relativamente alto, en particular por la parte inferior; así en el colector no. 18

ubicado en el extremo de la tapa inferior, se registraron durante los 48 lances un total de 15 individuos de camarón, 3 de la especie azul con tallas de 200 a 240 mm de longitud total, 4 de la especie blanco de 120 mm y 8 de la especie café de 120 a 130 mm de longitud total, lo que representa el 53 % del escape total registrado en esta zona, en los demás colectores se observó el siguiente cuadro:

- ◆ en el colector 11 de la tapa lateral, 1 blanco y 4 café de 110 a 170 mm de longitud total,
- ◆ en el colector 12 de la tapa lateral, 1 blanco y 1 café de 130mm de longitud total,
- ◆ en el colector 15 del extremo de la tapa superior se registraron 4 individuos de camarón de la especie café de 120 a 155 mm de longitud total,
- ◆ por último, en el colector 17, inicio de la zona crítica en tapa inferior, se registraron 2 individuos de camarón café de 120 mm de longitud total. En el resto de colectores, 13, 14 y 16, no se registraron camarones.

Determinando el grado de escape potencial para cada una de las zonas, en función de la magnitud de éstas tenemos lo siguiente:

Zona I: el área ficticia de los paños de redes de esta zona es igual a 336.6 m², el área cubierta por los colectores es igual a 6.5. m² y el promedio de escape por lance es igual a 0.02 individuos, de esta manera se puede considerar que el escape potencial por esta parte de la red sería de 1 individuo por lance.

Zona II: el área ficticia de los paños de redes de esta zona es igual a 168.0 m², el área cubierta por los colectores es igual a 9.7 m² y el promedio de escape por lance es igual a 0.02 individuos para el área cubierta por los colectores, de esta manera se puede estimar que el escape potencial por esta parte de la red sería de 0.35 individuos por lance.

Zona III (zona crítica): el área ficticia de los paños en esta zona es igual a 88.10 m² y el área cubierta por los colectores es de 13 m², de esta manera, considerando el escape promedio por lance de 0.6 individuos, se puede estimar que el escape potencial sería de 4 individuos por lance.

La conclusión a que se llega es que el mayor escape, como en todas las redes de arrastre utilizadas para la capturas de peces, tuvo lugar en la zona crítica, por la cual escaparon 30 individuos de camarón en 48 lances. Por esta zona lo hicieron 28 individuos, o sea el 93 % del escape total registrado.

CRUCERO No. 2 (del 23 al 25 de enero de 1986).

Los resultados obtenidos durante este crucero corresponden a las redes de las dos variantes No. 1 y No. 2 que se utilizaron al mismo tiempo, una por banda.

Para la red de la variante No. 1 se presentó el siguiente cuadro:

Selectividad en la zona I: (parte delantera de la red) se presentó el escape de la siguiente manera:

- ◆ en el colector no. 3 (parte central del ala lateral), se encontraron 3 individuos de camarón café con tallas de 160 a 200 mm de longitud total en los 13 lances.

- ◆ en el colector no. 4 (parte central del cielo en el borde superior), se encontraron 2 individuos de camarón café con tallas de 130 y 150 mm de longitud total durante los 13 lances. En los demás colectores, el 1 y el 2, no se registró escape

- ◆ del escape total total registrado por la red, el escape observado en esta zona corresponde al 25 %.

Selectividad en la zona II: (parte delantera del cuerpo de la red), se registró el menor escape de las tres zonas y presentó el siguiente cuadro:

- ◆ en el colector no. 8, parte central de la tapa superior, se encontraron solo 2 individuos, uno café de 140 mm y el otro azul de 220 mm de longitud total durante los 13 lances.

- ◆ en el colector no. 10, ubicado en la parte central, borde superior de la tapa inferior, se encontró 1 camarón café de 150 mm de longitud total en los 13 lances; en los demás colectores no se registró escape.

Selectividad en la zona III: parte final del cuerpo, identificada como la zona crítica, se observa el escape más alto de las tres zonas, en particular por las tapas inferior y lateral ya que por la tapa superior no se presentó escape y el cuadro observado es el siguiente:

- ◆ en el colector no. 11, ubicado un poco antes del extremo de la tapa lateral, se registraron para los 13 lances solo 3 camarones de la especie café con tallas de 140 a 175 mm de longitud total,
- ◆ en el colector no. 12, extremo de la tapa lateral, se registró solo 1 camarón café con talla de 170 mm en los 13 lances.
- ◆ en el colector no. 16, ubicado a la altura del centro de la tapa inferior, borde izquierdo, se registraron 4 camarones, 2 cafés con tallas de 155 a 170 mm y 2 del blanco con tallas de 125 y 165 mm de longitud total en los 13 lances.
- ◆ en el colector no. 17, parte central de tapa inferior, se registró solo 1 camarón blanco con talla de 170 mm de longitud total en los 13 lances.
- ◆ en el colector no. 18, extremo de la tapa inferior, se registraron solo 3 camarones cafés con tallas de 110 a 170 mm de longitud total durante los 13 lances del crucero; en los demás colectores, el 13, el 14 y el 15, no se registró escape.

En el grado de escape potencial determinado para cada una de las tres zonas, en función de la magnitud de éstas, se obtiene:

Zona I: el área ficticia de los paños de redes en esta zona es igual a 336.6 m² y el área cubierta por los colectores es igual a 6.5 m², el promedio de escape por lance es igual a 0.4 individuos, de esta manera se puede estimar que el escape potencial por esta parte de la red sería de 21 individuos por lance.

Zona II: el área ficticia de la red es de 168 m² y el del área de los colectores es de 9.7 m², si el escape promedio es de 0.2 individuos, el escape potencial sería de 3.5 individuos por lance.

Zona III (zona crítica): el área ficticia de la red en esta zona es de 88.10 m² y el área de los colectores es de 13 m², de esta manera si el escape promedio por lance es de 0.9 individuos,

se puede estimar que el escape potencial sería de 6 individuos por lance. En esta zona, por los colectores de la tapa lateral se registró un escape del 33.3 % y el restante 66.6 % corresponde a los colectores de la tapa inferior.

La conclusión a que se llega es que el mayor escape, al igual que en el crucero no. 1, tuvo lugar en la zona crítica, por la cual, de 20 individuos de camarón que escaparon por toda la red en los 13 lances, se escaparon 12, lo que corresponde al 60 % del escape total.

Para la red de la variante No. 2 se presentó el siguiente cuadro:

Selectividad en la zona I: (zona que comprende la parte delantera, alas superiores, inferiores y cielo), se presentó un escape mínimo en el colector no. 3, ubicado en parte central del ala lateral, se encontró solo 1 individuo de camarón de la especie café con talla de 150 mm de longitud total durante los 13 lances. En los demás colectores, el 1, el 2 y el 4, no se registró ningún camarón en los 13 lances.

Selectividad en la zona II: (abarcá la parte delantera del cuerpo de la red), se registró escape un poco mayor al registrado por la zona I, el escape se presentó por la tapa superior en el colector no. 8, con 4 individuos de camarón café de 130 a 180 mm de longitud total ; en los demás colectores, 5,6,7,9,y 10, no se registró ningún camarón durante los 13 lances.

Selectividad de la zona III: (parte final del cuerpo), se observó el escape más alto al comparar las tres zonas, en este caso se presentó escape por las tres tapas, siguiendo el siguiente cuadro:

- ◆ en el colector 12, se registró el mayor escape con 7 camarones café de tallas entre 130 y 150 mm de longitud total en los 13 lances,
- ◆ en el colector no.15, se presentó un escape de 3 camarones, 1 azul con talla de 170 mm y dos del café con talla de 160 mm de longitud total en los 13 lances,
- ◆ en el colector 17, se encontró a un individuo de camarón azul con talla de 130 mm de longitud total en los 13 lances,
- ◆ en el colector 18, en los trece lances solo se registró un 1 camarón blanco de 175 mm de

longitud total, en los demás colectores, 11, 13, 14 y 16, no se registró escape.

Determinando el grado de escape potencial para cada una de las zonas se obtiene lo siguiente:

Zona I: el área ficticia de los paños es de 336.6 m² y el área de los colectores es de 6.5 m², el escape promedio por lance es de 0.07 individuos, de esta manera el escape potencial sería de 3.6 individuos por lance.

Zona II: el área ficticia de los paños es de 168 m² y la de los colectores es de 9.7 m², el escape promedio por lance es de 0.3 individuos, así el escape potencial sería de 5 individuos por lance.

Zona III: el área de paños es 88.1 m² y la de los colectores es de 13 m², si el escape promedio por lance es de 0.9 individuos, el escape potencial sería de 6 individuos por lance.

Con estos datos se puede concluir que nuevamente el mayor escape tuvo lugar en la zona crítica. Por esta zona se escaparon 12 de los 17 que escaparon en total por toda la red en los 13 lances, lo que representa el 70% del escape total. El promedio de escape por lance en la zona crítica es igual para las dos variantes:

CRUCERO No. 3 (del 31 de enero al 10 de febrero de 1986).

En base a los análisis de los datos obtenidos en los cruceros anteriores, se puede considerar que los resultados obtenidos de la selectividad en las zonas I y II indican que el escape es mínimo y prácticamente no influye sobre la magnitud de las capturas; por tal motivo se decidió para este crucero no. 3, utilizar solo 3 colectores en la zona II que abarca la parte final del cuerpo, zona crítica de la red. Estos colectores se colocaron en los extremos de las tapas superior, el 15, inferior, el 18 y lateral, el 12.

Los resultados obtenidos en este crucero son los siguientes:

Selectividad en la zona III: se presentó un escape relativamente alto con 516 camarones en 23 lances. El mayor escape fue por la tapa lateral en el colector 12 con 321 individuos de camarón de las siguientes especies; 191 de cristal con tallas entre 100 y 150 mm, 105 del café con tallas de 90 a 225 mm y 25 del blanco con tallas de 100 a 150 mm, lo que representa

un 62,6 % del escape total, y así en los otros colectores se observó que;

◆ en el colector no. 15; se registraron 99 camarones, 61 del cristal con tallas entre 90 y 140 mm y 38 de café con tallas similares de longitud total, lo que representó el 19.2 % del escape total registrado, y

◆ en el colector no. 18 se registraron 96 camarones, 49 del cristal con tallas de 90 a 120 mm y 47 del café con tallas de 95 a 145 mm de longitud total, representando el 18.6 % del escape total registrado.

Así se puede concluir que igual que en los cruceros anteriores el mayor escape se presenta por la zona crítica, siendo más alto el número de individuos que escaparon en este crucero. Esto sin duda se debió a las mayores capturas obtenidas por encontrar mayores densidades y por menores tallas de camarón.

En general el promedio de escape en ésta zona es de 22 individuos por lance y determinando el grado de escape potencial en función de su magnitud se obtiene lo siguiente: el área de paños es de 88.1 m² y la de los colectores es de 5 m² y con promedio de 22 individuos, estimamos que el escape potencial por la zona crítica sería de 388 individuos por lance.

CRUCERO No. 4 (del 22 al 26 de febrero de 1986).

Para la obtención de datos en este crucero también se utilizaron solo 3 colectores con ubicación similar a la mencionada en el crucero anterior. El análisis de los resultados obtenidos es el siguiente:

Selectividad en la zona III: se presentó un escape total de 19 camarones durante un total de 26 lances de tal forma que:

◆ en el colector 12, tapa lateral, se registraron 8 camarones, 6 del blanco con tallas de 140 a 150 mm, 1 del cristal de 120 mm y 1 café de 165 mm, lo que representa un 42% del escape total registrado,

◆ en el colector 15, tapa superior, se registraron 7 camarones, 1 blanco de 150 mm y 6 del café de 120 a 170 mm de longitud total, representando el 37% del escape total,

en el colector 18, tapa inferior, se registraron 4 camarones, 3 cristal de 120 a 135 mm y 1 café de 170 mm de longitud total.

El promedio de escape por lance fue de 0.7 individuos y determinando el grado de escape potencial en función de la magnitud de la zona tenemos que el área ficticia de paños es de 88.10 m² y la de los colectores 5 m², considerando el escape de 0.7, se puede estimar que el escape potencial para esta zona sería de 12 individuos por lance.

Como resultado del análisis de los cuatro cruceros se puede observar que, de las tres zonas de la red, el escape más marcado se presentó por la zona III que abarca la parte final del cuerpo de la red.

Presentando el grado de escape en el total de cruceros tenemos que;

- el número de individuos de camarón que escaparon en total fue de 602;
- en la zona III (zona crítica) se presentó un escape de 587 individuos, lo que representó el 97.5 % del escape total de toda la red y de manera más detallada se obtiene el siguiente cuadro;
 - ◆ la tapa superior presentó escape de 113 camarones; el 19 %,
 - ◆ la tapa inferior presentó escape de 127 camarones; el 22 % y
 - ◆ la tapa lateral presentó escape de 347 camarones; 59 %.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tomando en consideración que el análisis de los resultados obtenidos en el área de selectividad se ha llevado a cabo por separado en cuanto a los diferentes objetivos de captura, el mismo orden se conserva en esta parte del trabajo.

De esta manera, con respecto a la selectividad/escape de las especies de camarón de mayor importancia comercial, resultan las siguientes conclusiones;

1. Todas las variantes de las redes camaroneras sometidas a investigaciones,

presentan su máxima selectividad/escape por la zona que en las redes de arrastre en general se denomina como la zona crítica.

2. En la zona crítica, la selectividad/escape más alta tiene lugar a través de los paños de la tapa lateral, en orden descendente le sigue la tapa inferior y en un menor grado por la tapa superior.
3. El aumento de la longitud de las mallas de la tapa lateral en la zona crítica, provoca un aumento en la selectividad/escape directo y proporcional al aumento de la longitud de las mallas.
4. El aumento de la longitud de las mallas en la tapa superior en la zona crítica, también provoca cambios aumentando la selectividad/escape, aunque es menor que el aumento observado por la tapa lateral.
5. Tomando en cuenta que la selectividad/escape en grado más alto se presenta en la zona crítica, el tamaño de las mallas en esta zona, con el fin de evitar pérdidas en la captura final, debe ser igual al tamaño de las mallas selectivas de la bolsa, establecida para los fines de conservación del recurso, por analogía, como en el caso de las redes de arrastre para peces.
6. Con respecto al tamaño de las mallas de las zonas de las redes de arrastre camaroneras, este puede ser mayor, tomando como base las variantes números 1 y 2.

Respecto a la selectividad el camarón de las especies no comerciales, resultan las siguientes conclusiones:

1. Las redes camaroneras investigadas presentan su máxima selectividad/escape por la zona denominada como zona crítica, al igual que los camarones de especies de interés comercial.
2. En la zona crítica, la selectividad/escape más alta se presenta a través de los paños de la tapa inferior, siguiéndole en orden descendente la tapa lateral y en menor grado por la tapa superior.

Con respecto a la selectividad/escape observada por los peces, se presentan las siguientes conclusiones:

1. Las tres variantes de redes investigadas presentan su máxima selectividad/escape por la zona denominada zona crítica, lo cual confirma otra vez la importancia de esta zona.
2. En la zona crítica, la selectividad/escape más alta tiene lugar a través de los paños de la tapa superior, en orden descendente le sigue la tapa lateral y en menor grado se presenta en la tapa inferior.

RECOMENDACIONES:

De los resultados de las investigaciones de la selectividad/escape de las redes camaroneras, surgen algunas ideas concretas sobre la reacción del camarón ante el arte de pesca, por esta razón, de acuerdo con los objetivos que se pretendió alcanzar y las conclusiones que se obtuvieron al observar el comportamiento del objetivo de captura, se recomienda lo siguiente:

1. Se debe continuar con las investigaciones sobre la selectividad de las redes camaroneras, aprovechando las bases que se presentan, con el fin de aplicar los criterios de la misma y establecer soluciones concretas de las redes de arrastre camaroneras perfeccionadas.

2. Con el fin de materializar lo anterior se recomienda llevar a cabo pruebas de carácter semicomercial en el transcurso de la temporada de pesca con redes de arrastre modificadas, según diseños A y B (solicitar a los autores diseños de redes), de la siguiente manera:

a) lances de pesca comparativos utilizando una red comercial por una banda del barco y una red del diseño A por la otra banda, durante un periodo de 25 días efectivos de captura, y

b) lances utilizando una red comercial por una banda del barco y una red del diseño B por la otra banda, durante un periodo de 25 días efectivos de captura, según metodología correspondiente.

Los resultados de las pruebas de captura a escala semi-comercial permitirán elaborar soluciones de redes de arrastre camaroneras para el uso a escala comercial.

8. BIBLIOGRAFIA.

BARANOV F.I., 1976. Selectec works on fishing gear, Israel, Ed. P.Greenberg, 631 pp.

BRANDT A. 1962. Selectivity of herring in mid-water trawls, ICES, No. 75

BRANDT A. y CARROTHERS P.J. ,1964. Test methods for fishing gear of the worl. Vol 2, London, England.

BUCKI F., 1981. Principios generales de cálculo en las artes de pesca, México, FIEP, 71 p.

BUCKI F. 1981. Diseño de las artes de pesca de arrastre, I, II y III partes, México, FIEP, 138 p, 108 p Y 84 p.

BUCKI F. 1984. Materiales pesqueros I y II partes,México, FIEP, 142 p.

BUCKI F. STRZYZEWSKI W. ZDZIEBKOWSKI G. 1970. The effect of the thickness of cord in polish topside chafer/large mesh type/on cod selection factor., ICNAF.

BUCKI F. STRZYZEWSKI W. ZDZIEBKOWSKI G. 1968. The selectivity of codend with polish chafer made of 10 mm stylon, for cod and red fish catches. ICNAF, No. 1985

BUCKI F. 1985. Apuntes de las clases de la materia Artes y métodos de pesca. Impartida en el curso de Maestría en Ingeniería Pesquera, 1984-1985.

BUCKI F. 1978. Las artes de arrastre, problemas teóricos y prácticos, su estructura, diseño, construcción y explotación. CIP. La Habana, Cuba.

BUCKI F., PIETKIEWIEZ J. 1973. Comparative trials of trawling fishing gear. MIR, Gdynia.

FAO. 1972. Catalogue of fishing gear designs, FAO ang Fishing News Books.

FRIDMAN A.L. 1973. Theory and design of comercial fishing gear, Israel, De. P. Greenberg, 489 p.

ISO, Netting for fishing, basic terms and definitions, Recomendation R 1107.

JONES R. Some principles of mesh selection, with particular reference to shrimps.,Marine Laboratory, Aberdeen, Doc. Tec. Pesca. 17 p.

OKONSKI S.L. MARTINI L.W., Materiales didácticos para la capacitación en tecnología

de artes y métodos de pesca. México/PNUD/FAO, CEPM, 606 p.

POPE J. A. et al., Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de pesca, parte 3, Selectividad del arte de pesca. FAO, Doc. Tec. Pesca, 41, 56 p.

RUIZ, M. F. 1978. Recursos Pesqueros (de las costas de México). México, UNAM, ICML, 128 p.

STRZYZEWSKI W. 1971. Métodos de investigación de la selectividad de las artes de pesca de arrastre., Simposio sobre métodos de investigación de los procesos de captura, Pclonia, 10p.

STRZYZEWSKI W. 1961. Preliminary note on the herring trawl selectivity, experiments carried out in summer 1961, ices, No. 142.

STRZYZEWSKI W., 1986. The effect of the use of chaffing gear on selection factor. ICNAF, No. 1620.

SIMPSON A. C. y PERES A. 1975. Experimento de selectividad con redes camaroneras, CUBA, Doc. Tec. de Pesca, 21 p,

YAÑEZ A.- ARANCIBIA, 1985. Recursos pesqueros (potenciales de México), Mexico, SEPES, 733 p.

Tabla 1 Principales Características De Construcción De Algunas Redes De Arrastre De Media Agua Operadas Por Una Embarcación

Designación de la red	Potencia nominal del motor principal de la embarcación (kW)	"Lr" Longitud de la red sin bolas (m)	"Lmg" Longitud de la parte con mallas grandes (m)	Lmg/Lr (%)
35/80 X 4	1,250	78.7	59.1	75.1
60/88 X 54/66	1,200	89.2	71.9	80.6
61/110 X 58/90	1,600 - 2,000	121.6	101.4	83.4
90/130 X 53/90	1,600 - 2,000	147.2	125.85	85.5
96/144 X 94/124	2,600	145.4	125.2	85.5
31/72 X 29/63	1,250	66.8	48.15	72.3
35/83 X 29/62	1,250	80.7	62.1	77.0
57/144 X 44/88	2,000 - 2,600	130.0	105.8	81.4
30/82 X 24/61	1,000	61.2	52.1	91.7
72/156 X 51/113	2,000	145.6	121.3	83.3
64/88 X 60/76	1,250	11.4	83.3	74.8
112/150 X 103/97	1,400 - 1,600	112.6	96.6	85.5
113/276 X 66/232	2,600	290.4	268.9	92.6
104/208 X 82/144	2,600	171.8	148.6	86.5

Tabla 2 Resultados Del Análisis Teórico-Comparativo De La Red De Arrastre Camaronera 23/21 "Volador" Y Sus Modificaciones Incrementando La Longitud De Las Mallas En La Parte Superior De La Red

Red	Gasto de los paños de red		Resistencia al avance (calculada)		Gasto de combustible motor caterpillar Mod. 3412 450 NHP	
	(Kg)	(%)	(Kgf)	(%)	(Lts/hr)	(%)
Comercial: 2a-57 mm	34.40	100	886	100	70.0	100
Incrementado al 50% 2a - 85 mm	27.5	80	838	94.6	66.3	94.7
Incrementado al 100% 2a-114 mm	23.5	68.2	728	82.1	57.5	82.1

TABLA 3. Frecuencia del empleo de diferentes diseños de redes de arrastre camaroneras en la captura comercial en Mazatlán, Sinaloa en los años de 1984 y 1985.

TIPO DE RED/ FRECUENCIA (%) POR CADA AÑO	VOLADOR	CHOLO	SEMIPORTUGUEZ
1984	33	29	23
1985	34	33	33

TABLA 4. Frecuencia del empleo del císeño "volador" en función de su tamaño en Mazatlán, Sinaloa en los años de 1984 y 1985.

TAMAÑO DE LA RED / AÑO	19.5/19 m 65'	21/20 m 70'	23/21 m 75'	24/25 m 80'
1984	82	7	11	0
1985	0	15	70	15

TABLA 5. Frecuencia del empleo del diseño "cholo" en función de su tamaño en Mazatlán, Sinaloa en los años de 1984 y 1985

TAMAÑO DE LA RED / AÑO	19.5/19 m 65'	21/20 m 70'	23/21 m 75'	24/25 m 80'
1984	11	53	36	0
1985	0	15	70	15

TABLA 6. Frecuencia del empleo del diseño "semiportugues" en función de su tamaño en Mazatlán, Sinaloa en los años de 1984 y 1985.

TAMAÑO DE LA RED / AÑO	19.5/19 m 65'	21/20 m 70'	23/21 m 75'	24/25 m 80'
1984	73	20	7	0
1985	0	15	70	15

TABLA 7 Análisis de construcción de las redes de arrastre camaroneras comerciales.

No.	Característica	Unidad	Diseño			Indice CIA	Indice B/A	Indice C
			Volador 23/21	Cholo 23/26	Semipiquiz 23/26-78			
1	Longitud de la relinga superior	m	22.92	22.81	22.85	1.00	1.00	1.00
2	Longitud de la relinga inferior	m	27.04	28.91	26.06	1.07	.96	
3	Profundidad del cielo	m	2.86	4.11	2.40	1.44	0.84	
4	Flotabilidad unitaria	Kg/m	0.47	0.47	0.47	1.00	1.00	
5	Lastre unitario	Kg/m	2.81	2.81	2.81	1.00	1.00	
6	Altura del borde superior de la tapa lateral	m	5.14	5.71	4.86	1.11	0.95	
7	Perímetro de la boca	m	47.32	48.00	47.21	1.01	1.00	
8	Perímetro del borde superior del cuerpo	m	41.54	39.78	43.78	0.96	1.05	
9	Perímetro del borde interior del cuerpo	m	9.83	10.40	10.86	1.06	1.10	
10	Perímetro de la bolsa	m	4.76	4.76	4.76	1.00	1.00	
11	Longitud del cuerpo	m	10.63	10.46	12.34	0.98	1.16	
12	Área ficticia de los paños de redes en total;							
	- de la parte delantera;	m ²	592.72	562.55	607.67	0.95	1.03	
	- del cuerpo ;	m ²	251.04	256.23	226.37	1.02	0.90	
	- del bolso	m ²	285.34	249.98	324.96	0.88	1.20	
13	Longitud de las mallas:							
	- en la parte delantera	mm	57.15	57.15	57.15	1.00	1.00	
	- en el cuerpo	mm	57.15	57.15	57.15	1.00	1.00	

Selectividad del Bolso de la Red de Arrastre Camaronera en Función de su Tamaño de Malla.

Laurentino Rivera Rivera
E-mail: laurenriv15@hotmail.com
Instituto Nacional de la Pesca - CRIP
Tel.: 01 669 9880002
Mazatlán, Sin.

RESUMEN

Se presentan los resultados de pruebas experimentales de la selectividad del bolso con tamaño de malla de 2.25 pulgadas (57 mm), adaptado a una red de arrastre camaronera con 20.75 m de relinga superior y tamaño de malla de 1.417 pulgadas (36 mm), operada con una embarcación menor con motor fuera de borda de 55 H.P.

Los trabajos se desarrollaron en aguas contiguas al puerto de San Blas, Nayarit, México. Se aplicó el método de copo cubierto (Pope, 1975), con un arreglo especial para evitar el fenómeno de enmascaramiento o sobreposición de los paños.

La selectividad es referida a la retención o escape del camarón con talla de reproductor (170 mm y más) y a la liberación del camarón con talla de noreproductor (menor de 170 mm).

Sustentado en los resultados obtenidos, se concluye que con el aumento del tamaño de la malla del bolso a 2.25 pulgadas, se asegura la retención del 100 % de los camarones con talla de reproductores, así como también un 30 % de tallas de no reproductores considerando solo las especies blanco *L. Vannamei* y azul *L. stylirrostris*, objeto de captura.

El camarón de nombre común botalón, es liberado en un 100 %. En relación a la fauna de acompañamiento, esta es liberada en un 50 %. En la captura de reproductores, con la finalidad de proteger las tallas de camarón no objeto de captura, así como disminuir el impacto sobre la fauna de acompañamiento, se recomienda cambiar el tamaño de malla en el bolso a 2.25 pulgadas.

INTRODUCCION

El presente trabajo desarrollado en febrero de 1995, se origina en la necesidad de recolectar

camarones vivos de las especies azul y blanco para abastecer los laboratorios de cría de larvas de camarón con fines acuaculturales, en una nueva y floreciente industria del cultivo de camarón, en el noroeste de México.

En el sentido más amplio, se puede entender por selectividad cualquier factor que haga que la composición por tallas de las capturas sea diferente de la de la población. Esta diferencia puede producirse de muy diversas maneras, pero todas ellas se pueden clasificar dentro de uno de los tres grupos siguientes: a) Diferencias en la zona o en la época de pesca, b) Diferencias en la probabilidad de que los peces de distintas tallas se encuentren con el arte y c) Diferencias en la probabilidad de que el arte deje salir a los peces de distintas tallas, una vez que los haya encontrado. (Pope, 1975).

Para el presente caso, en el que se requería de la captura de camarón con tallas de reproductor con red de arrastre, se planteó la posibilidad de influir en la probabilidad marcada con el inciso c) por lo que se decidió realizar las pruebas de pesca experimental con una modificación en el tamaño de la malla de la bolsa, de 1 a 2.25 pulgadas, esperando como resultado mejorar la selectividad de la red.

OBJETIVOS

General

Determinar la selectividad del tamaño de malla de 2.25 pulgadas adaptada en el bolso de la red de arrastre camaronera.

Particulares

- Determinar las proporciones de retención del camarón con tallas de reproductor,

- Determinar las proporciones de liberación del camarón con tallas de no reproductor.
- Determinar las proporciones de liberación de la fauna de acompañamiento.

AREA DE TRABAJO

Los trabajos se desarrollaron en las aguas costeras contiguas al puerto de San Blas, Nayarit, ubicada entre las Latitudes Norte 21° 28' delimitada por la boca del Azadero y 21° 40' delimitada por la localidad de Aticama en la bahía de Matanchen y las Longitudes Oeste 105° 12' y 105° 30'. Las profundidades fluctuaron entre los 6 y 15.4 metros con fondos lodosos, (Figura 1).

MATERIAL Y METODOS

Para el desarrollo del trabajo experimental se aplica el método de copo cubierto descrito por Pope, 1975, con una adaptación consistente en un par de aros adaptados a las dimensiones del sobrebolso para evitar el enmascaramiento o sobreposición de los paños.

Para el dibujo técnico la red de arrastre, se aplicó el método desarrollado por la FAO, (FAO 1972).

Para la determinación de la selectividad de la bolsa, se aplicó el método básico de proporciones de camarón y fauna de acompañamiento retenidas y liberadas (Pope, 1975).

Para el análisis de los datos y la elaboración de las gráficas, se aplicaron las herramientas contenidas en la aplicación de computación Excel 2000 para Windows (Microsoft, 1999)

Para la identificación de las especies, se utilizó el catálogo de peces marinos mexicanos (SIC, 1976)

Los materiales y equipos utilizados en el desarrollo del trabajo se conforman por:

- Red de arrastre camaronera de hilo nylon monofilamento calibre 0.35 con tamaño de malla de 1.417 pulgadas (36 mm), bolso de polyamida de 2.25 pulgadas (57 mm) hilo tratado torcionado número 18 y sobrebolso

de 1 pulgada (25 mm) hilo polyamida tratado torcionado número 6, (Figura 2).

- Embarcación menor tipo bugui de 21 pies de eslora con motor fuera de borda de 55 H P.

RESULTADOS

Se realizaron 20 lances de prueba, en febrero de 1995 a profundidades entre 6 y 15.54 m en fondos lodosos, obteniéndose resultados de capturas de camarón y fauna de acompañamiento en 9.

Respecto a las capturas de camarón reproductor, solo se tuvieron registros en el bolso, desde 0 hasta 11 camarones por lance, en el sobrebolso los registros fueron siempre de 0, es decir, no pasaron al sobrebolso, (Figura 3). El camarón no reproductor, de las especies blanco y Azul, también fue retenido en el bolso, solo que en menor proporción, apareciendo solo en tres lances, con registros desde 0 hasta 9 camarones, (Figura 4).

El camarón retenido en el sobrebolso, es decir que fue liberado a través de la malla del bolso, estuvo constituido por la especie Botalón, con registros en 6 lances, desde 0.400 hasta 11 kilos, (Figura 5). Con relación a la retención y liberación de la fauna de acompañamiento, esta se registra en 9 lances, en ambos, el bolso y el sobrebolso, presentándose incluso en un par de lances una mayor proporción de fauna en el sobrebolso. En el bolso, los registros fueron desde 0 hasta 21 kilos y en el sobrebolso desde 0 hasta 22, (Figura 6).

Con relación a las proporciones totales de las capturas logradas, para el camarón no reproductor, mientras que en el bolso las capturas alcanzaron solo 0.620 kilos, en el sobrebolso se sumó la cantidad de 33.12 kilos. Para la fauna de acompañamiento, se registró un total de 75 kilos en el bolso por 76 en el sobrebolso (Figura 7). De la proporción total de tallas de camarón retenida en el bolso, tenemos que 43 fueron de talla reproductor y 19 de talla no reproductor (Figura 8). La proporción total de camarón reproductor fue de 43 en el bolso y 0 en el sobrebolso (Figura 9).

Con relación a las tallas de las especies de camarón y fauna de acompañamiento capturadas en el bolso y el sobrebolso, 6 de 19

que se registraron son las consideradas de mayor importancia, las de camarón blanco y azul por ser el objetivo de captura presentan una talla media de 168 y 189 mm respectivamente, mientras que el camarón botalón importante por su abundancia en las capturas, presenta una talla media de 77 mm; las especies de escama estuvieron representadas por el chihuil, la berrugata y la lengua, con tallas medias de 120, 83 y 98 mm respectivamente. Se presenta un listado con el nombre común y científico de las especies registradas así como sus tallas máxima, mínima y media (Tabla 1).

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, se concluye que con la adaptación de la bolsa de 2.25 pulgadas en la red:

- Se asegura la retención del 100 % de los camarones con talla de reproductores, aunque también retiene un 30 % de camarón con talla de no reproductor, tomando en cuenta solo las especies blanco y azul, sin embargo las tallas mínimas están por encima de los 124 mm.
- El camarón no reproductor de la especie botalón es liberado al 100 %. La fauna de acompañamiento es liberada en un 50.33 %, porcentaje por demás importante, desde el punto de la selectividad del equipo y por la protección de las especies acompañantes del camarón.

RECOMENDACIONES

Por la importancia que reviste el aspecto de la selectividad del sistema de pesca de arrastre y por los resultados obtenidos, se recomienda:

- Continuar los trabajos experimentales, para aumentar el número de datos a analizar, para verificar y dar mas fiabilidad a los resultados.
- En caso de que se presentará la necesidad de la captura de camarones con las tallas señaladas como de reproductores, establecer el tamaño de la malla de 2.25" en la bolsa, como una medida de regulación precautoria, asegurando con esto, la liberación en un importante porcentaje de tallas no objeto de captura, así como también de importantes volúmenes de fauna de acompañamiento.

BIBLIOGRAFIA CITADA

FAO, 1972, Catalogue of Fishing Gear Designs. Fishing News (Books) Ltd, FAO of the United Nations. pp. 8-13

Microsoft, 1999. Aplicación Microsoft excel 2000 for Windows. Microsoft office. Mexico.

Pope, 1975, Manual de métodos para la evaluación de poblaciones de peces. Parte 3 Selectividad del arte de pesca. Documento técnico de pesca 41.FAO. Roma. pp. v, 10-17.

SIC, 1976. Catálogo de peces marinos mexicanos. Secretaría de Industria y Comercio, Subsecretaría de Pesca, Instituto Nacional de la pesca. pp. 8, 43, 48, 79,80 y 175-180.

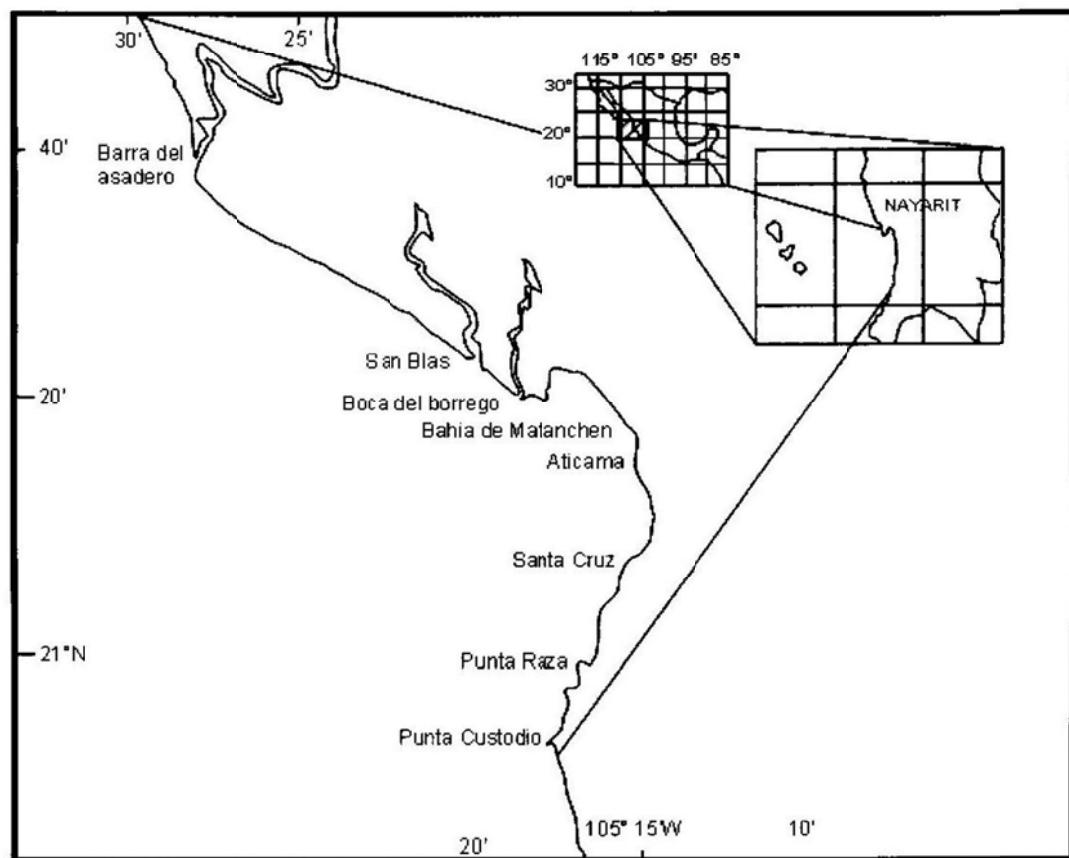


Figura 1. Zona donde se desarrolló el trabajo experimental de captura de camarón con talla de reproductor, con red de arrastre con bolsa con tamaño de malla de 2.25 pulgadas

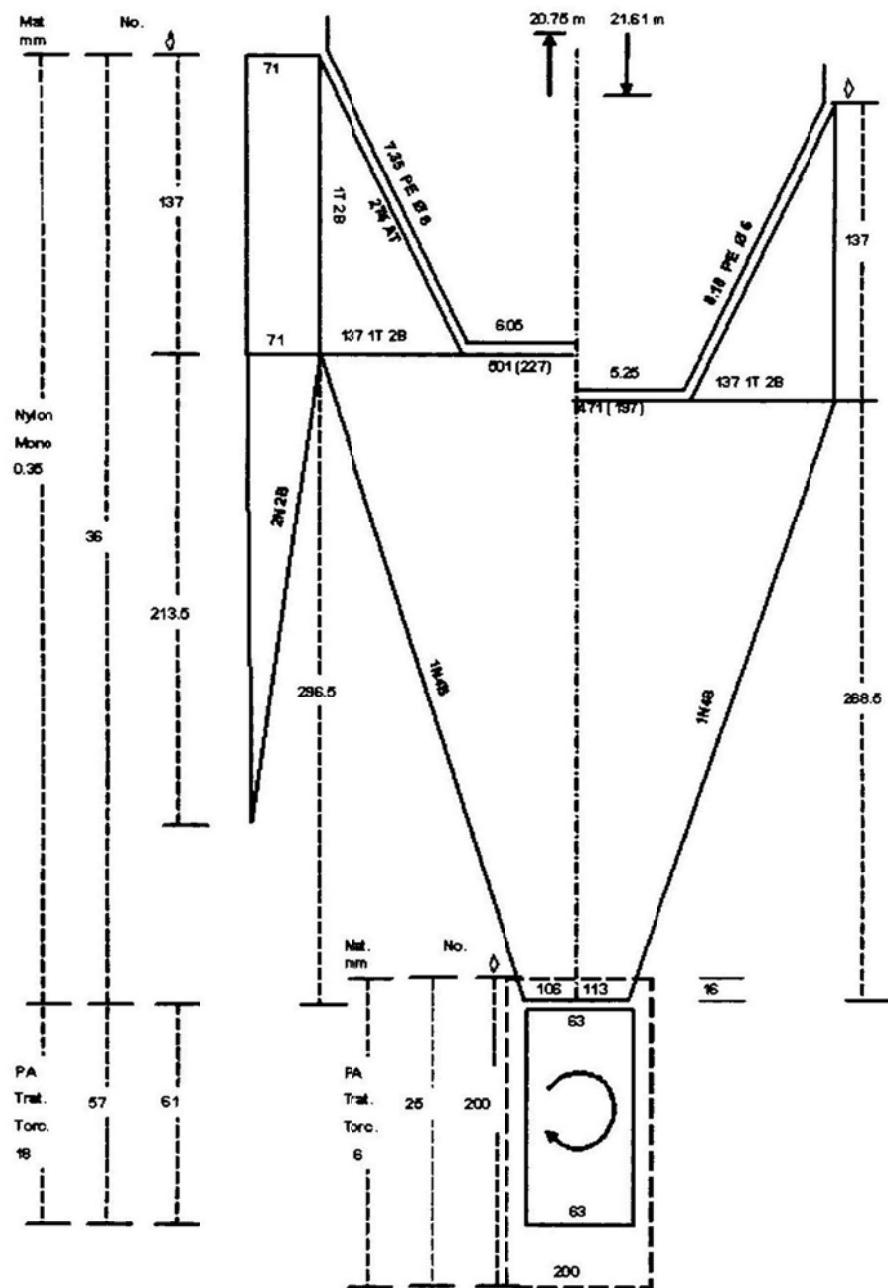


Figura 2.- Red de arrastre camaronera, de 62', diseño la reforma, con bolsa experimental de malla 2.25 pulgadas y sobrebolso de 1 pulgada (modificado por los editores).

Figura 3.-Camarón reproductor retenido en el bolso y el sobrebolso

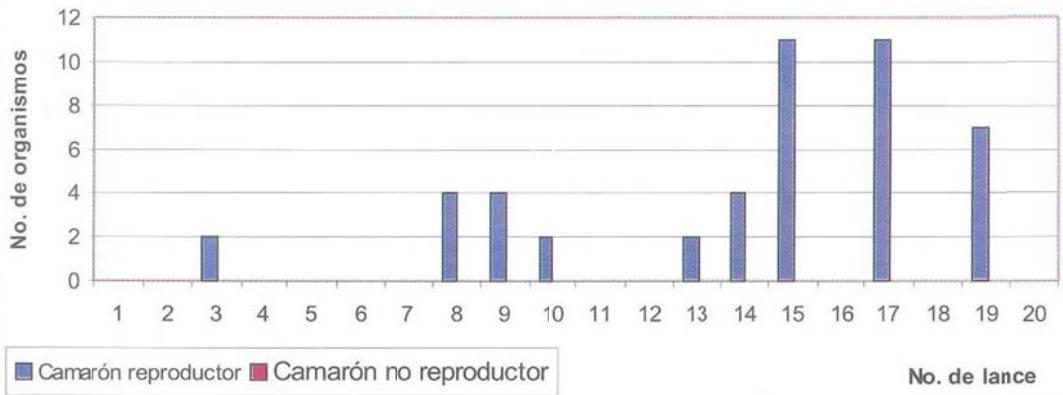


Figura 4.-Camarón reproductor y no reproductor retenido en el bolso

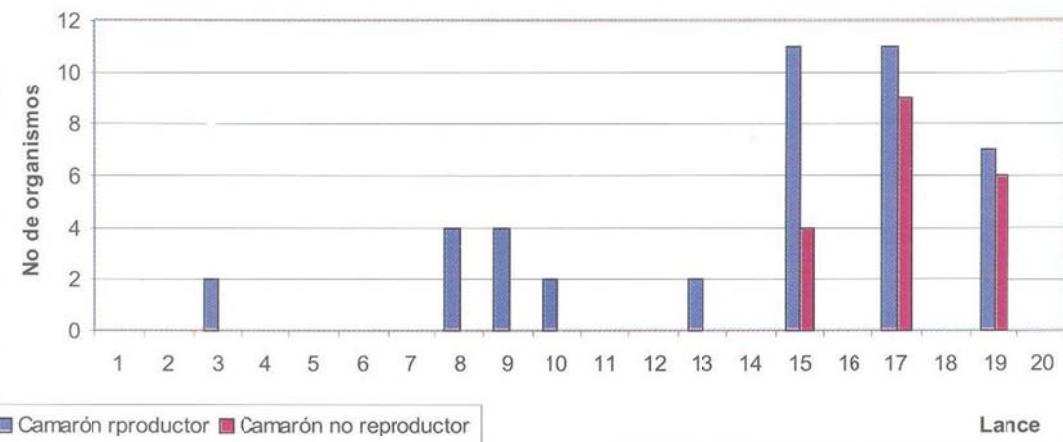


Figura 5.-Camarón reproductor y no reproductor retenido en el sobrebolso

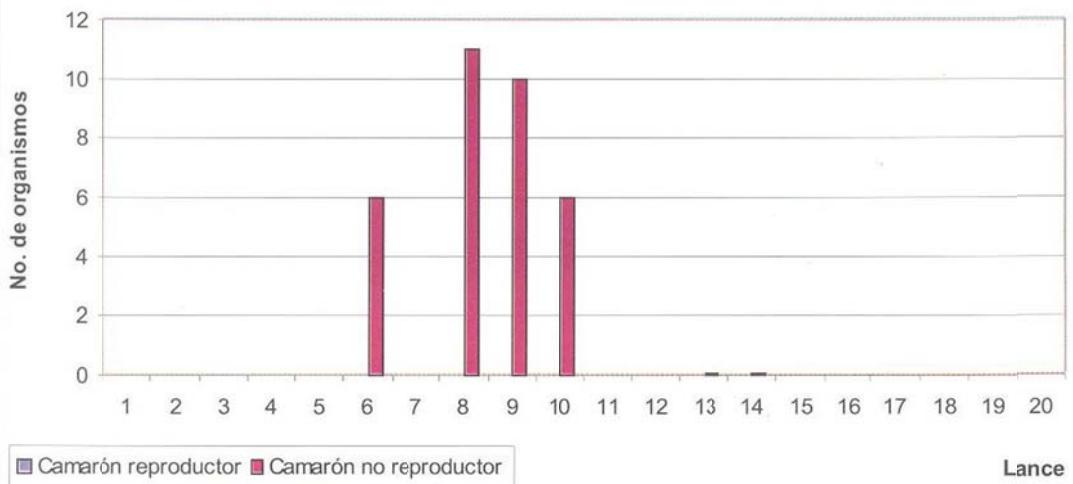


Figura 6.-Fauna de acompañamiento retenida en el bolso y el sobrebolso(Kg)

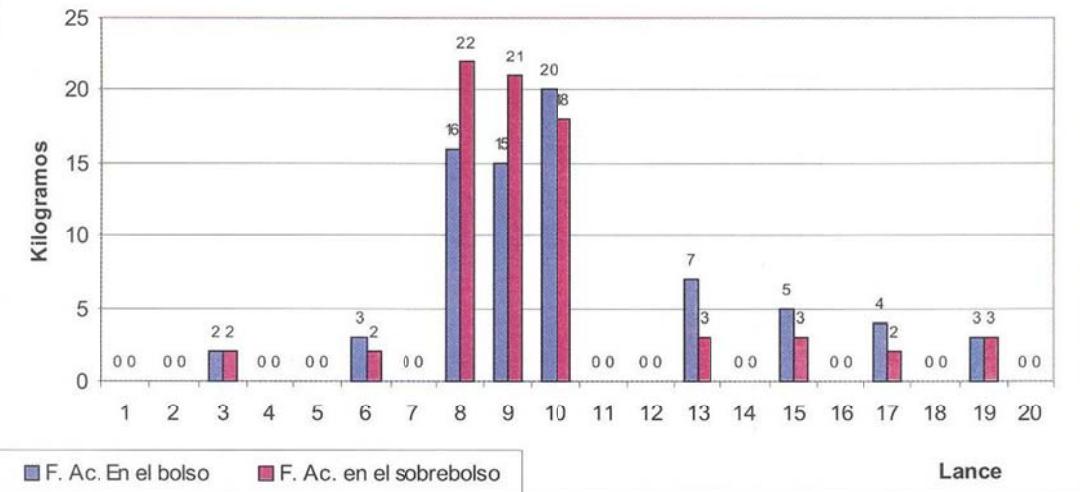


Figura 7.-Capturas totales de camarón no reproductor y fauna de acompañamiento en el bolso y sobrebolso

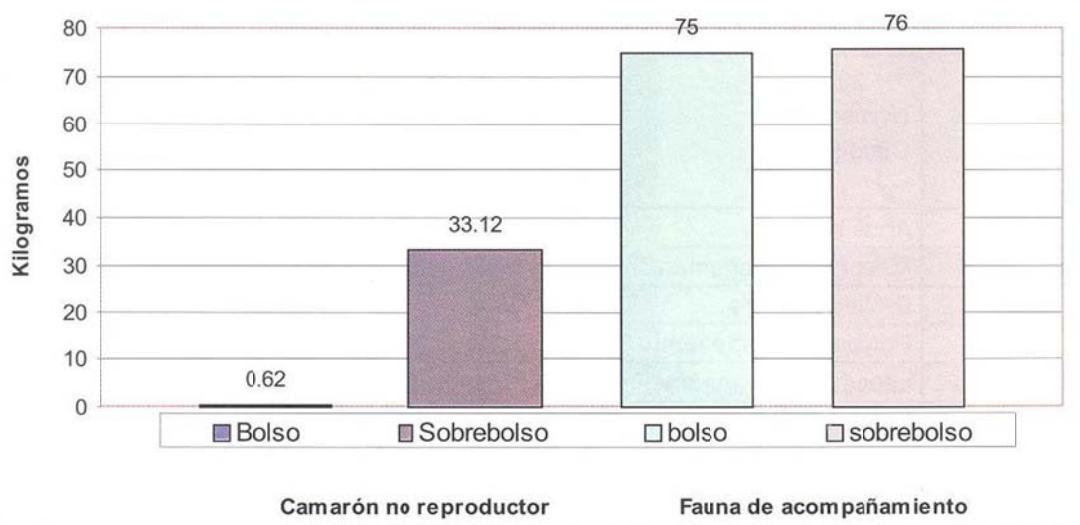


Figura 8.-Captura total de camarón retenido en el bolso

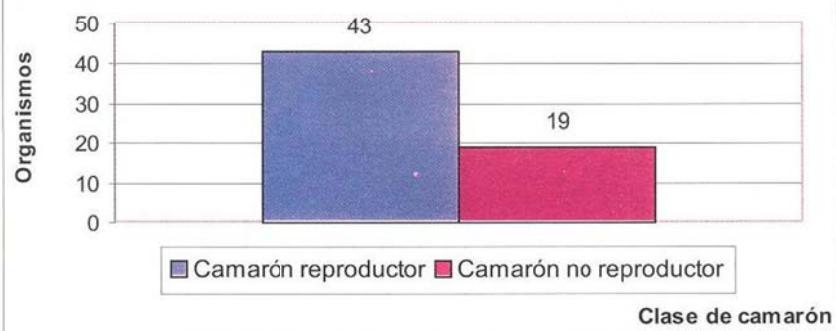


Fig. 9.-Captura total de camarón reproductor retido en el bolso y el sobrebolso

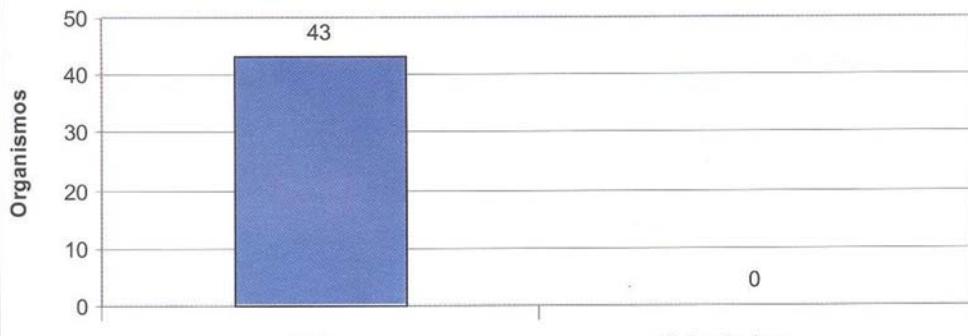


Tabla 1.-Listado de Especies y sus respectivas tallas que fueron retenidas en el bolso (1") y sobrebolso (2.25") de la red de arrastre camaronera operada con embarcación menor con motor fuera de borda

Nombre común	Nombre Científico	Bolso			Sobrebolso		
		Talla Máxima (mm)	Talla Mínima (mm)	Talla Media (mm)	Talla Máxima (mm)	Talla Mínima (mm)	Talla Media (mm)
Chihuil	<i>Arius seemani</i>	175	175	175	180	70	119.6
Berrugata	<i>Menticirrhus panamensis</i>	170	105	127	105	60	83.25
Lengua	<i>Brotula barbata</i>	135	125	130	135	45	98.41
Ratón	<i>Polydactylus octonemus</i>	135	105	120	100	90	95
Camarón Blanco	<i>Litopenaeus vannamei</i>	195	150	168	165	160	162.5
Camarón Azul	<i>Litopenaeus stylirrostris</i>	225	125	189	0	0	0
Camarón botalón	<i>Xiphopenaeus riveti</i>	0	0	0	85	70	76.67
Mojarra	<i>Diapterus peruvianus</i>	115	95	102	90	45	67.5
Curvina	<i>Ophioscion scierus</i>	120	90	105	105	90	96.67
Lacha	<i>Brevoortia gunteri</i>	150	150	150	165	55	108.3
Papelillo	<i>Selene vomer</i>	105	90	97.5	90	75	82.5
Bocadulce	<i>Umbrina xanti</i>	155	110	128	110	100	105
Jrobado	<i>Selene perstedii</i>	120	70	88.3	65	65	65
Botete	<i>Sphoeroides annulatus</i>	270	270	270	0	0	0
Pez Diablo	<i>Rhinobatos lentiginosus</i>	39	36	37.5	0	0	0
Lenguado	<i>Syphurus elongatus</i>	155	100	131	0	0	0
Morda	<i>Oligoplites mundus</i>	170	170	170	0	0	0
Burro	<i>Pomadasys leuciscus</i>	155	100	119	0	0	0
Cintillo	<i>Trichiurus lepturus</i>	0	0	0	45	36	40.5

**Selectividad Multiespecífica De Redes De Arrastre Equipadas Con Dispositivos Excluidores De
Peces (DEP's) En El Golfo De California, México.**

Alejandro Balmori Ramírez a, c
e-mail: abalmori79@hotmail.com

Juan Manuel García Caudillo b

Daniel Aguilar Ramírez a

José Raymundo Torres Jiménez c

Andrés A. Seefoó Ramos a

a Instituto Nacional de la Pesca, Pitágoras # 1320, Col. Santa Cruz Atoyac, México, D. F. C. P. 03310.

b Conservación Internacional México A. C. Programa Golfo de California. Guaymas, Sonora

c Centro Regional de Investigaciones Pesqueras. Guaymas, Sonora. INP

RESUMEN

Mediante la realización de 214 lances experimentales se evaluaron dos diferentes diseños de Dispositivos Excluidores de Peces (DEP's): "Ojo de Pescado" y "Túnel Extendido" con el objetivo de disminuir las capturas de fauna acompañante (FAC), peces y tctoabas. Las pruebas se desarrollaron durante dos etapas, la primera en 1993 y la segunda en 1997.

En la Primera etapa, el diseño de DEP evaluado fue el Ojo de Pescado en tres tamaños diferentes de abertura de boca: 220 mm de diámetro, 400 x 215 mm y 475 x 230 mm. Durante la segunda etapa se evaluó el DEP "Ojo de Pescado" de 475 mm y el DEP "Túnel extendido". Los principales resultados durante las experimentaciones son los siguientes: en la primera etapa se observó una exclusión promedio de FAC de 23.17 kg/hr y una exclusión de camarón de 0.064 kg/hr.

Durante la segunda etapa el DEP "Túnel Extendido" presentó una exclusión promedio de FAC de 40.2 %, una exclusión de peces de 37.4 % y una exclusión de camarón del 7.3 %. El Dispositivo "Ojo de Pescado", presentó una exclusión promedio de FAC de 33 %, una exclusión de peces del 23 % y cero pérdida de camarón.

Mediante las pruebas no paramétricas de Wilcoxon y de Kruskall-Wallis se determinó que el mejor dispositivo para excluir peces y FAC fue el DEP "Túnel Extendido", no así para el camarón, siendo el DEP "Ojo de Pescado" el más eficiente, no observándose pérdida significativa de este recurso.

INTRODUCCION

Las implicaciones ecológicas de la extracción de camarón con redes de arrastre, tales como la captura incidental de la comunidad bentónica y especies demersales, y por otro lado, los esfuerzos enfocados a incrementar la eficiencia de captura tanto en volumen como en calidad del recurso han originado diversos desarrollos e innovaciones tecnológicas a nivel mundial en este sistema de captura.

Esta actividad genera 9.5 millones de toneladas de captura incidental representando el 35% del total de la captura incidental de todas las pesquerías comerciales del mundo (Alverson et al, 1994), con una proporción de camarón capturado con respecto a esta de 1 a 10 (Pérez-Mellado y Findley, 1985; Alverson et al, 1994, Nava-Romo, 1995).

En el Golfo de California, en el año de 1992 se registraron 1,234 embarcaciones (82% del total), capturando 14,076 toneladas de camarón en peso desembarcado (42.8% de la producción del país), lo cual significa una derrama económica alrededor de 150 millones de dólares (SEPESCA 1994).

En 1995 los principales puertos del estado de Sonora registraron un total de 400 barcos con una longitud promedio de relinga superior de 54.72 metros por las dos redes que opera cada embarcación. Lo anterior representa un total de 13,200 metros lineales que se encuentran arrastrando sobre el fondo, lo cual traducido a área barrida equivale a 73'339,200 metros²/hora, capturando todo tipo de especies que se encuentran a su paso y con una talla que no se puede seleccionar.

Debido a lo anterior este sistema de pesca se ha visto como una amenaza para la conservación de la biodiversidad; sin embargo y debido a la importancia económica y social que representa la captura de este recurso, es necesario promover el uso de Tecnologías de menor impacto y cuyo uso y aplicación sea técnica y económicamente factible.

En México se inician las investigaciones de estos dispositivos en 1992, evaluando el dispositivo excluidor de peces tipo "Ojo de Pescado" y teniendo como principal objetivo el de determinar cualitativamente las especies factibles de escapar del arte de pesca (Torres 1992); para 1993 la SEPESCA dentro del Comité Técnico para la Preservación y Conservación de la Vaquita y la Totoaba, desarrolla un programa de evaluación de estos dispositivos como parte de las acciones tendientes a la protección de la totoaba (*Totoaba macdonaldi*), pez endémico del Golfo de California, capturado incidentalmente en las actividades de la flota arrastrera que opera en esta zona, evaluando el dispositivo tipo "Ojo de Pescado" en tres diferentes tamaños, obteniendo como resultado una tasa de exclusión por arriba del 65% de juveniles de totoaba. (Torres y Balmori, 1994; Balmori-

El objetivo del presente trabajo es determinar las posibles ventajas y desventajas del uso de los dispositivos excluidores de fauna de acompañamiento en las redes de arrastre para camarón.

OBJETIVOS

General

- Evaluar el comportamiento selectivo de redes de arrastre equipadas con Dispositivos Excluidores de Peces.

Particulares

Evaluar cuatro modelos de Dispositivos Excluidores de Peces en función a:

- Eficiencia en captura de camarón
- Eficiencia en exclusión de fauna de acompañamiento
- Eficiencia en exclusión de totoabas (*Totoaba macdonaldi*)

MATERIALES Y METODOS

Área de Estudio

En la 1^a etapa (1993) el área de estudio comprende la parte norte del Golfo de California, en los litorales del estado de Sonora y Baja California (Figura 1) zona de principal actividad pesquera de la flota arrastrera de camarón.

Para la 2^a etapa (1997) el área de trabajo se amplió realizando actividades desde la Bahía de Agiabampo en la costa de Sonora hasta la zona norte del Golfo de California por ambos litorales. (Figura 2).

Materiales

Primera etapa.

Durante esta etapa la información se obtuvo de 3 cruceros de pesca experimental realizados a bordo de embarcaciones de la flota comercial evaluando el dispositivo tipo "Ojo de Pescado" en tres diferentes tamaños; el sistema de pesca empleado durante esta etapa fue el de arrastre de una red por banda.

Debido a que en ese año no eran obligatorios los Dispositivos Excluidores de Tortugas (DET), para instalar el DEP en la red, se construyó una extensión del ante bolso con una pieza de paño de 142 mallas de ancho por 62 mallas de caída, con un tamaño de malla de 41.2 mm. e hilo del número 30 y colocado en la parte superior, la cual se instaló entre el cuerpo y el bolso de la red (Figura 3). Este DEP es un aro oval con tres varillas soldadas en el vértice de unión y al centro en la parte superior y a los lados de la salida, dándole de esta forma rigidez al mismo.

En el primer crucero las redes de arrastre de diseño Mixto de 27.4 m de relinga superior con tamaños de malla de 57.1 y 44.5 mm en el cuerpo y bolso respectivamente; se utilizó un excluidor de peces con salida de escape circular de 220 mm de diámetro interior construido con varilla de acero inoxidable de 6.35 mm de Ø (Figura 4a); así como otro excluidor de barra sólida de aluminio de forma elíptica en la salida de escape con dimensiones de 475 mm x 230 mm (Figura 4b).

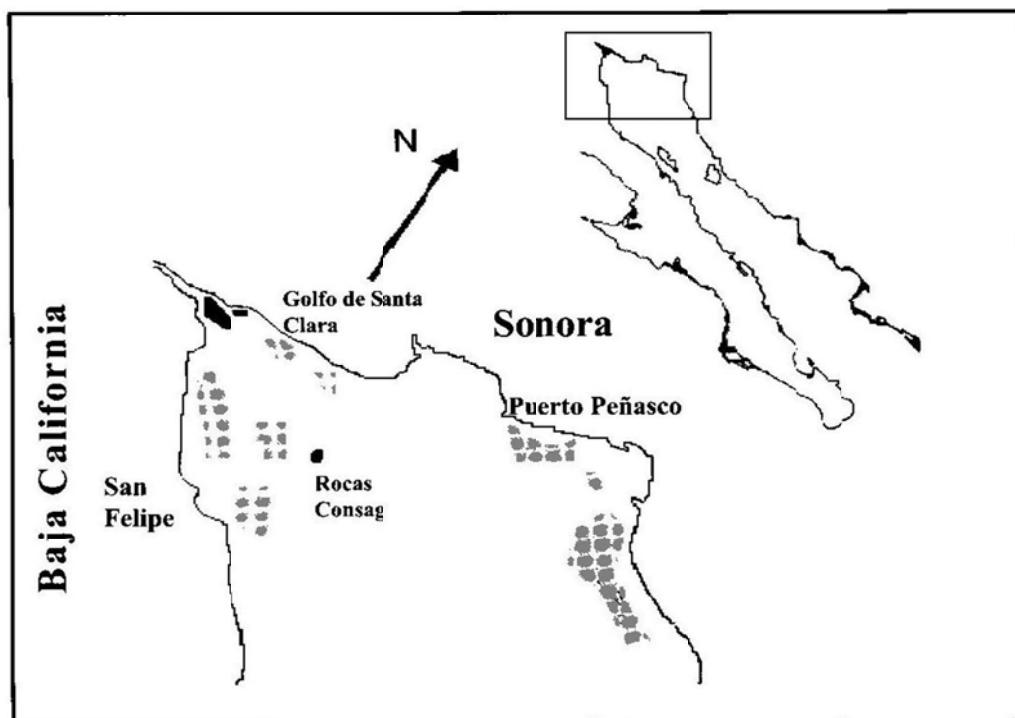


Figura 1.- Área de trabajo durante la 1^a etapa (1993).



Figura 2 Área de trabajo durante la 2^a etapa (1997)

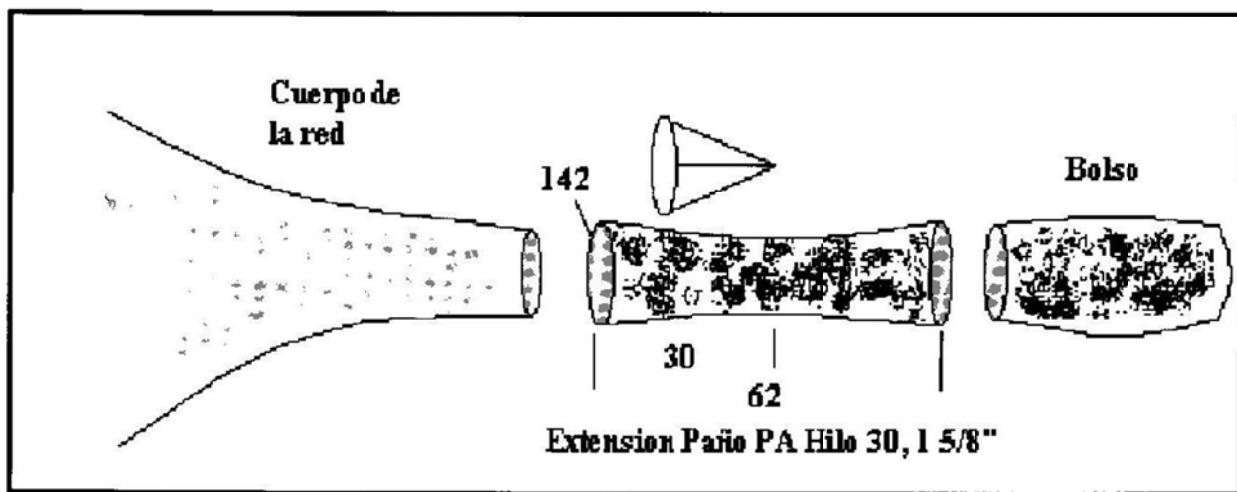


Figura 3.- Colocación del Dispositivo Excluidor de Peces en la red de arrastre. Diseño "Ojo de Pescado". 1^a etapa.

En el segundo crucero las artes de pesca fueron de diseño Fantasma de 30.48 m. de relinga superior y tamaño de malla de 57.1 mm en el cuerpo y 44.5 mm en el bolso; se utilizó un dispositivo excluidor de peces construido con varilla de acero inoxidable de 9 mm de Ø con dimensiones en la salida de escape de 400 mm x 215mm (Figura 4c). En el tercer crucero se utilizó un dispositivo excluidor de peces con dimensiones de 475 mm x 230 mm en su salida de escape construido con varilla de acero inoxidable de 6.35 mm de Ø. Las redes de arrastre fueron de diseño Mixto con una longitud de relinga superior de 24.32 m, un tamaño de malla de 57.1 mm en el cuerpo y 41.2 mm en el bolso construidas con hilo del No. 18 y 30 respectivamente (Figura 5).

Segunda etapa.

Durante esta etapa (1997) se realizaron dos cruceros a bordo del Barco de Investigación Pesquera XI (BIP XI) propiedad del Instituto Nacional de la Pesca. El sistema de pesca fue el de arrastre de una red por popa, empleando una red de arrastre de fondo construida con dos bolsos (tipo pantalón), una longitud de relinga superior de 24.32 m con tamaños de malla de 57.1 mm y 41.2 mm en el cuerpo y bolso respectivamente (Figura 5). El dispositivo empleado durante el primer crucero fue el modelo Túnel Extendido (Figura 6) y durante el segundo fue el modelo "Ojo de Pescado" (Figura 7), estos en combinación con un DET tipo Super Shooter.

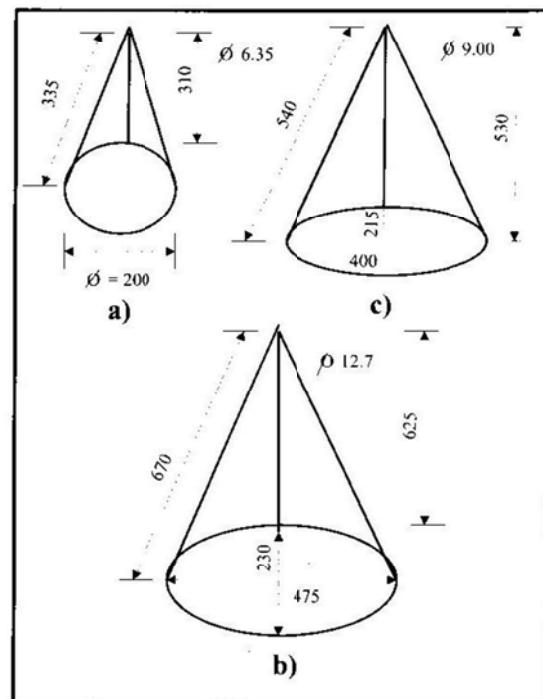


Figura 4.- Dispositivos Excluidores de Peces modelo "Ojo de Pescado". 1^a etapa de experimentación (1993).

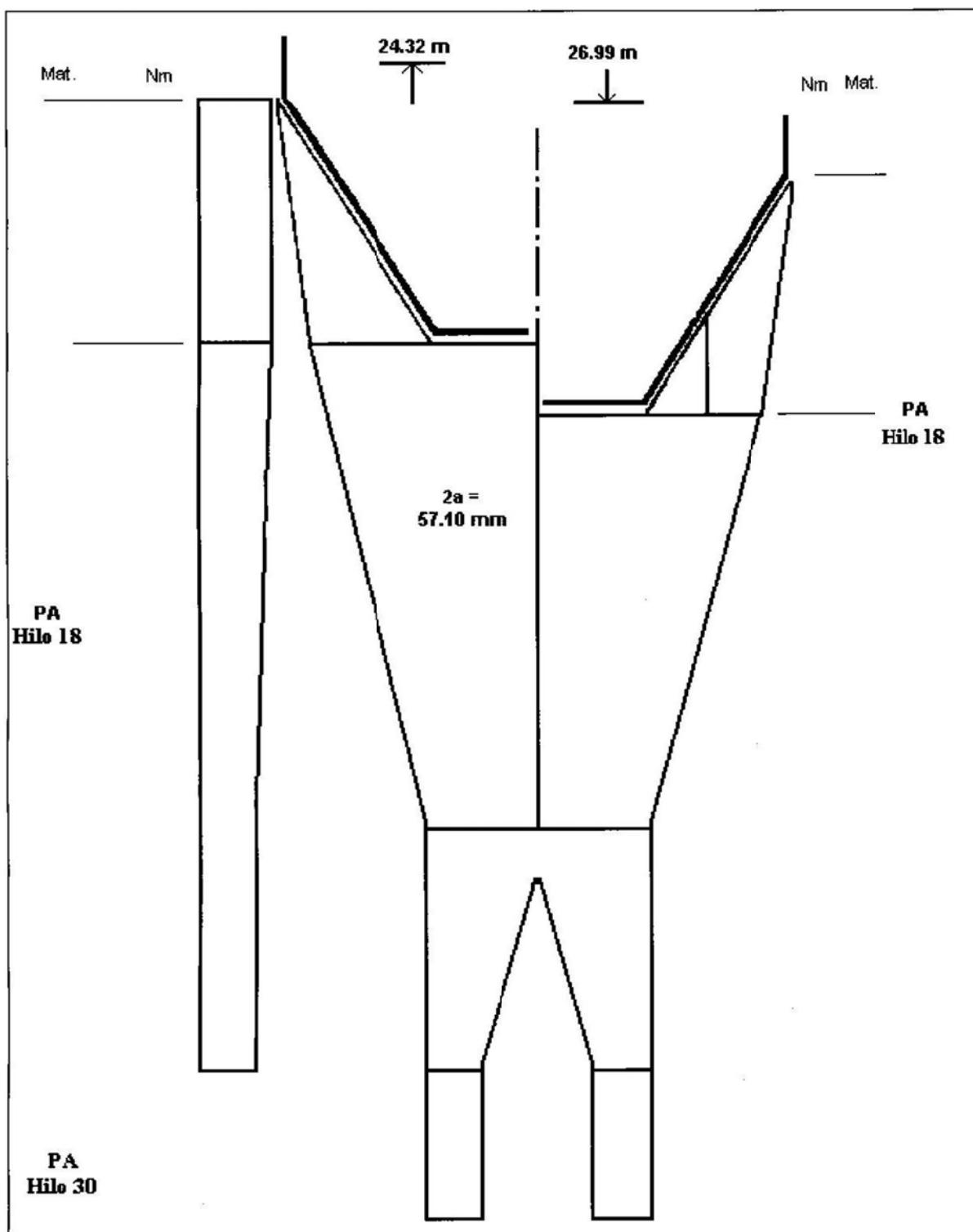


Figura 5.- Red de arrastre para camarón de 24.32 mts. Diseño pantalón. BIP XI 2^a etapa.

Métodos

Durante la primera etapa el método de pesca fue el de arrastre tradicional de una red por banda, las redes se operaron en forma simultánea instalando el dispositivo excluidor de peces indistintamente en una de las dos mientras que la otra se utilizó como red testigo. Durante la segunda etapa el método de pesca fue el de arrastre por popa. A mitad de los arrastres el dispositivo era cambiado de red y bolso para de esta manera evitar en lo posible el sesgo de la información producido por los equipos; al inicio de cada crucero estas eran calibradas, es decir, se procuraba que los equipos trabajaran de igual manera, corrigiendo detalles técnicos, hasta conseguir que las redes capturaran la misma cantidad o que fueran muy similares.

Para esta etapa además se seleccionaron 10 especies como indicadoras para la evaluación de los DEP's (Tabla 1).

Para la evaluación de cada dispositivo estos eran colocados atrás del DET; en el caso del modelo "Ojo de Pescado" este se colocó en la parte superior del bolso en la parte central del mismo; el DEP modelo túnel extendido se instaló entre el DET Super Shooter y el bolso de la red.

El DEP modelo "Ojo de Pescado" una vez colocado en una ranura hecha en la red, queda fijado a esta mediante mallas ocasionando un flujo de agua hacia el interior del bolso, durante el arrastre.

Procedimiento a bordo.

Las capturas eran separadas por red y bolso en la cubierta y para fines analíticos estas fueron clasificadas en camarón de primera, fauna de acompañamiento comercial (se consideraba como fauna comercial a aquellas capturas que eran separadas por los pescadores y bajadas a bodega) y fauna de acompañamiento total (FAT), así como capturas de totoabas y tortugas; además en la segunda etapa se separaron los organismos de 10 especies seleccionadas como indicadoras, efectuando una submuestra cuando las capturas eran abundantes, para cada lance se registró la captura total de camarón, Fauna comercial, FAT, y el peso y número de las diferentes especies indicadoras.

Para obtener el peso de las capturas de la fauna de desecho se calculó el peso de un canasto o tara con fauna y posteriormente se procedía a

contar el número de canastos totales por red y bolso.

Métodos analíticos

Con el fin de tener una descripción matemática de las CPUE por recurso en cada crucero efectuado en las dos etapas del muestreo, se realizaron estadísticas descriptivas utilizando media aritmética, moda, mediana, varianza, desviación estándar, error estándar, valor mínimo y máximo, sesgo estandarizado, curtosis estandarizada y coeficiente de variación. Por otro lado, se elaboraron las distribuciones de frecuencia de las CPUE para cada recurso y se les aplicó la prueba de bondad de ajuste χ^2 , con el fin de determinar si las distribuciones se ajustaban a una distribución de tipo Gaussiana.

En función a las características matemáticas de las variables de CPUE de cada recurso, se utilizaron pruebas estadísticas comparativas no paramétricas (Wilcoxon) entre las redes testigo y las redes con DEP, con el fin de someter a juicio la hipótesis nula (H_0) definida como: "No existen diferencias significativas entre los volúmenes de CPUE capturados en las redes testigo y las redes con DEP". Así mismo, se utilizó un ANOVA no paramétrico de Kruskall-Wallis para realizar los contrastes entre las CPUE realizadas por cada diseño de DEP, considerando la hipótesis nula: "No existen diferencias significativas entre las CPUE obtenidas entre los cuatro diseños de DEP utilizados".

Para evaluar el efecto del DEP en las tallas excluidas, se realizaron para la 1^a etapa comparaciones cualitativas considerando distribuciones normalizadas de las tallas de cada especie capturada en las redes testigo y las que escaparon por el uso del DEP.

Para observar los efectos de la exclusión por especies de peces originados por el DEP, se realizaron histogramas de frecuencias para los dos cruceros efectuados en 1997.

La información se almacenó en una base de datos utilizando para ello el programa Excell para Windows versión 4.0, las pruebas estadísticas se realizaron con el paquete Statgraphics-Plus versión 6.1.

La eficiencia de los dispositivos se midió en términos de captura por unidad de esfuerzo (kg/hr), retención de camarón, disminución de fauna comercial, disminución de fauna

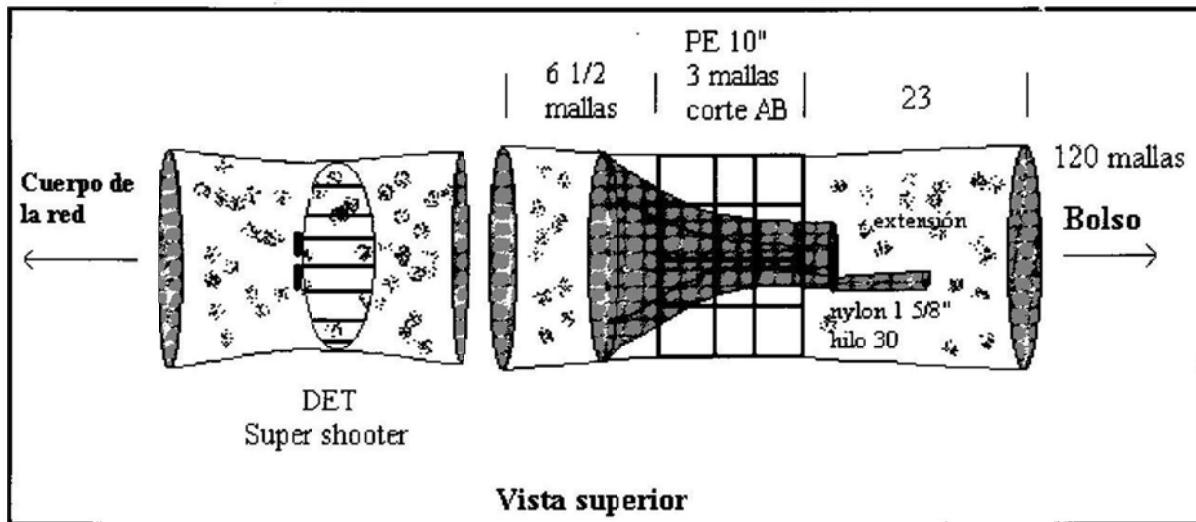


Figura 6.- Dispositivo Excluidor de Peces. Modelo Túnel Extendido y Malla Grande

denominada 'basura' y eficiencia de exclusión de las diferentes especies indicadoras.

RESULTADOS.

Primera etapa

Las capturas obtenidas durante los tres cruceros efectuados en 1993 y separadas por recurso: camarón, fauna comercial, fauna de acompañamiento total y totoabas presentaron todas distribuciones de frecuencia sin ajuste a distribuciones de tipo Gaussiana; la aplicación de la prueba de bondad de ajuste χ^2 rechazó el ajuste normal de las distribuciones con un nivel de significancia de 0.0 para todos los casos.

En este sentido, se puede observar en la Figura 8 que las capturas de camarón y totoabas presentan la mayor frecuencia de capturas en un volumen menor a 5 kg/hr para el caso del camarón y menor a 1 organismo/lance para la totoaba, tanto en las redes con DEP como en las redes testigo, apegándose más a una distribución de tipo Poisson en donde capturas mayores a los valores descritos son considerados eventos raros. Para el caso de la fauna comercial las CPUE se registraron en volúmenes de 15.28 Kg/hr y de 13.94 kg/hr para las redes testigo y las redes con DEP respectivamente. Los mayores volúmenes de captura se presentaron para la fauna acompañante total con CPUE del orden de

211.09 kg/hr y de 193.11 kg/hr para las redes testigo y con DEP respectivamente.

El análisis comparativo entre los volúmenes de CPUE capturados en las redes testigo y con DEP demostró diferencias significativas para fauna comercial, fauna total y totoabas, e igualdad estadística para el recurso camarón; lo anterior infiere que las redes que operaron con DEP capturaron un volumen menor de Fauna acompañante (incluyendo totoabas y peces comerciales juveniles) en comparación con las capturas de las redes testigo, sin disminuir significativamente las capturas de camarón en ambas redes (Tabla 2).

Las pruebas de contrastes entre los volúmenes de exclusión obtenidos por cada uno de los tres diseños de DEP comparados demostraron que cualquiera de ellos excluye estadísticamente el mismo volumen tanto de camarón, fauna comercial, fauna total y totoabas (Tabla 3).

Las distribuciones de frecuencia de las totoabas capturadas en las redes con DEP y redes testigo muestra que, si bien el promedio de tallas de los organismos capturados es semejante para las redes testigo y con DEP (32.88 y 30.16 cm respectivamente), la configuración de la distribución es diferente para cada una; esta configuración de las distribuciones infiere que la exclusión de las tallas de totoabas en la red con el dispositivo es más frecuente en las tallas de 20 a 40 cm., sin excluir tallas mayores de 50

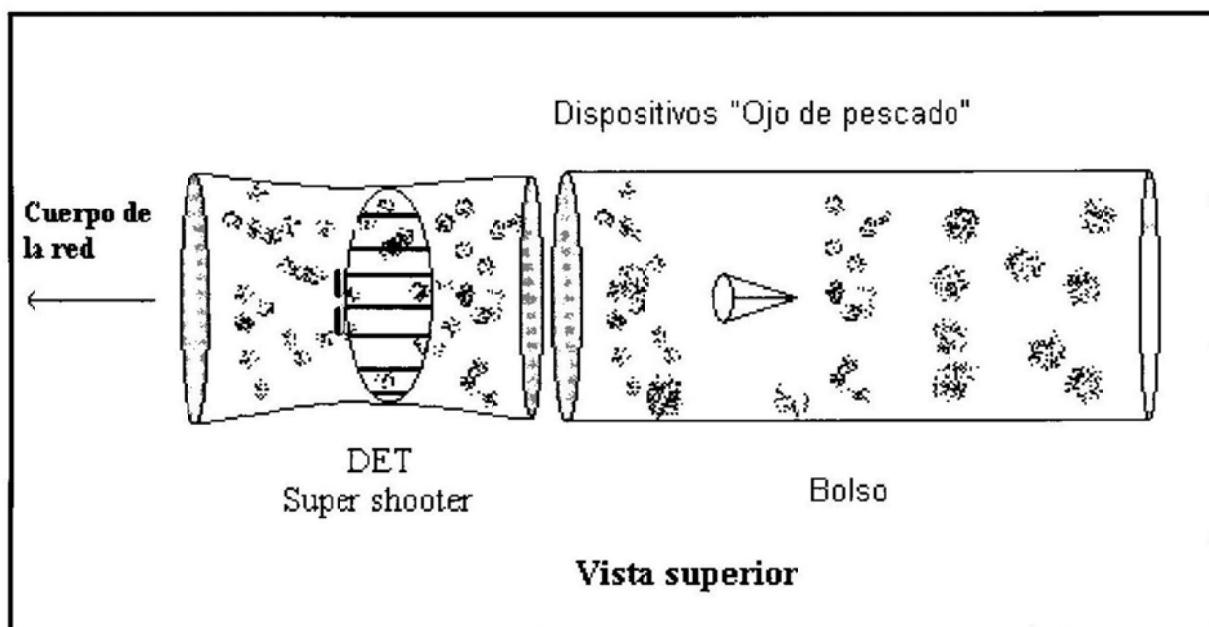


Figura 7.- Dispositivo Excluidor de peces. Modelo Ojo de Pescado

cm.; por otro lado, las longitudes de totoabas en las redes testigo son capturadas en un amplio rango en función a las tallas presentes en la población accesible (Figura 9).

Segunda etapa.

Las distribuciones de frecuencia de las CPUE por recursos obtenidas en los cruceros ene-97 y oct-97 se presentan en la Figura 10; en esta se puede apreciar que al igual que las distribuciones de frecuencia registradas en la primera etapa, no presentan un ajuste estadístico a una distribución de frecuencias de tipo Gaussiana para todos los casos, excepto para los organismos clasificados como invertebrados capturados en las redes testigo.

En el caso del camarón, se observó que el promedio de CPUE obtenidas fueron del orden de 1.83 y 1.64 Kg/hr para las redes testigo y con DEP respectivamente, fue menor al registrado en los cruceros de 1993, al igual que las capturas de fauna de acompañamiento total, con valores de 59.06 y 36.01 Kg/hr para las redes testigo y las redes con DEP respectivamente. En el caso de las capturas de peces comerciales, se registró un aumento en las CPUE con respecto a los cruceros efectuados en 1993, con valores de 42.94 y 24.98 Kg/hr en el mismo orden. Durante la segunda etapa se registró las CPUE de invertebrados, presentando valores

promedio de 14.30 Kg/hr en las redes testigo y 9.39 Kg/hr en las redes con DEP.

En la Tabla 4 se presentan los índices en % y en CPUE de la exclusión originada por los DEP para cada recurso durante el crucero ene-97 (DEP Túnel Extendido), observando una exclusión del orden de 28.6 kg/hr que representa el 40.2 % de fauna total; una pérdida de camarón del orden de 0.4 kg/hr que equivalen a 7.3%; un escape de peces juveniles del orden de 22.7 kg/hr equivalentes al 37.4 %; y un escape de invertebrados de 28.6 kg/hr que representan el 54.8 %.

En la Figura 11 se presenta la exclusión generada por el uso del DEP, registrando el índice de exclusión en CPUE por especies de peces. En este sentido, se observa que la especie con mayor volumen de exclusión fue *B. polylepis* con un índice superior a los 25 Kg/hr, y el resto de las especies con valores inferiores a los 2.5 Kg/hr; en el caso particular de la especie *C. reticulatus* se observó una captura ligeramente mayor en la red con DEP del orden de 0.08 Kg/hr.

En los cruceros oct-97 (DEP Ojo de Pescado) se registró una exclusión de peces del orden de 6.50 Kg/hr equivalentes al 23 % y una ganancia en captura de camarón de la red con DEP respecto a la red testigo del orden de 0.21 Kg/hr o de 10.14 % (Tabla 5).

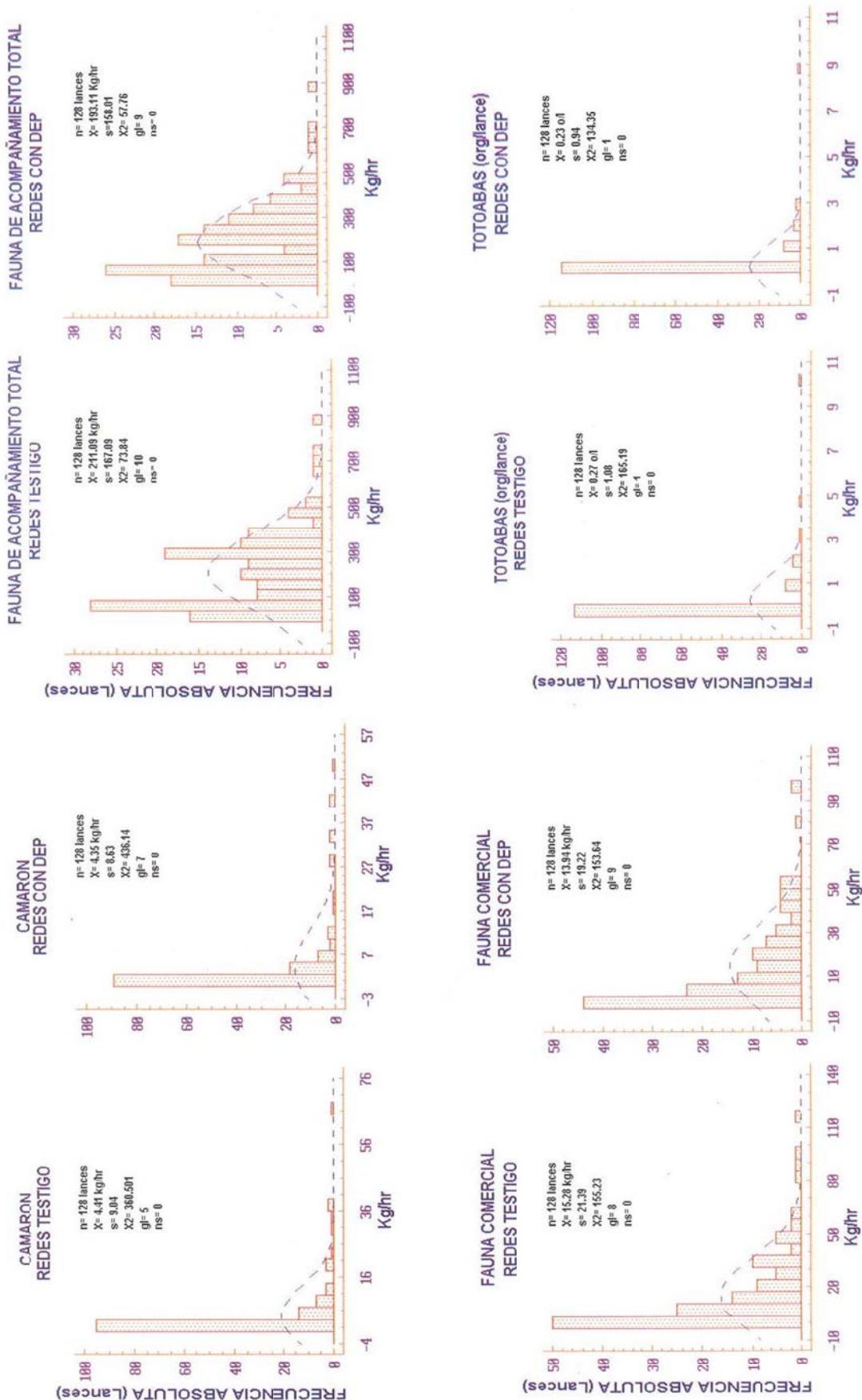


Figura 8.- Distribuciones de frecuencias de las CPUE por recurso (Primera etapa).

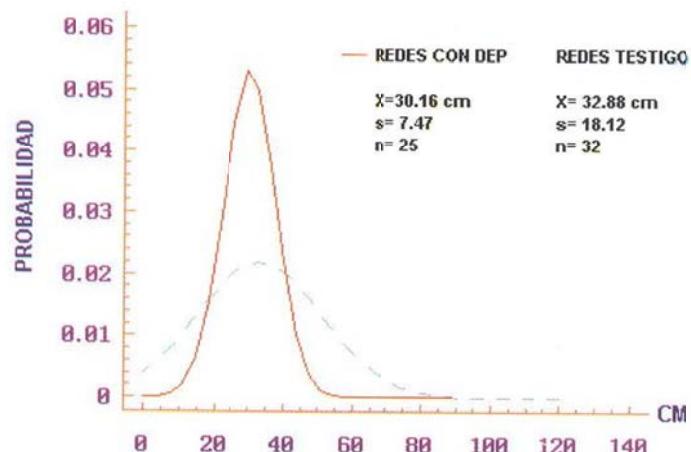


Figura 9.- Distribución normalizada de frecuencias de tallas de Totoaba (*Totoaba macdonaldi*)

Un análisis porcentual de la composición por especies de peces excluidos por efecto del DEP demostró que las especies guitarra y cochito registraron un escape del orden del 92 y 82 % respectivamente; el escape de estas especies fue el mayor porcentaje en comparación con el resto de las especies con índices porcentuales del 50 % y menores. En el caso de Lutjanidos y Synodus, la eficiencia de exclusión por efecto del DEP fue nula, capturando mas organismos de estas familias en las redes con DEP (Figura 12).

En la Figura 12 también se puede observar que las familias que aparecen con mayor frecuencia en las operaciones de arrastre fueron *Porichthys* sp. y la especie guitarra; por otro lado, las especies con menor frecuencia de ocurrencia fueron la totoaba y pargos.

Las pruebas estadísticas comparativas entre las capturas efectuadas en la red con DEP y en la red testigo, demostraron una exclusión significativa de los recursos: peces juveniles comerciales, invertebrados y fauna total, así como una igualdad estadística de captura del recurso camarón (Tabla 6).

El análisis comparativo de la eficiencia de exclusión entre los dos diseños de DEP experimentados en esta etapa demostró que el DEP tipo túnel extendido fue más eficiente para excluir peces juveniles comerciales y fauna de acompañamiento total; en el caso de camarón, los dos diseños de DEP obtuvieron igualdad estadística en los índices de CPUE de estos dos recursos (Tabla 7).

CONCLUSIONES.

Con base en los resultados expuestos se derivan las siguientes conclusiones:

1. El uso de los Dispositivos Excluyentes de Peces no afecta la eficiencia de captura de camarón.
2. La incorporación de DEP en las redes de arrastre permitió excluir eficientemente volúmenes significativos de fauna de acompañamiento total con índices porcentuales de hasta un 40 % y de 37 % para especies de peces.
3. Se observó una reducción significativa en las capturas incidentales de *Totoaba macdonaldi* en las redes equipadas con DEP, así como una liberación más frecuente de organismos juveniles con tallas promedio en rangos de 20 y 40 cm.
4. Se presentó una reducción selectiva en los índices de captura en relación a las especies de peces, logrando el mayor escape de las especies de *Rhinobatus productus* y en la familia de *Balistidos*. Por otro lado, la eficiencia de exclusión en las familias de *Lutjanidos* y *Synodus* no fue satisfactoria.

El diseño de DEP más eficiente para excluir peces juveniles y fauna acompañante total fue el denominado "Túnel Extendido", no así para el camarón, siendo el DEP "Ojo de Pescado" el más eficiente, no observándose pérdida significativa de este recurso.

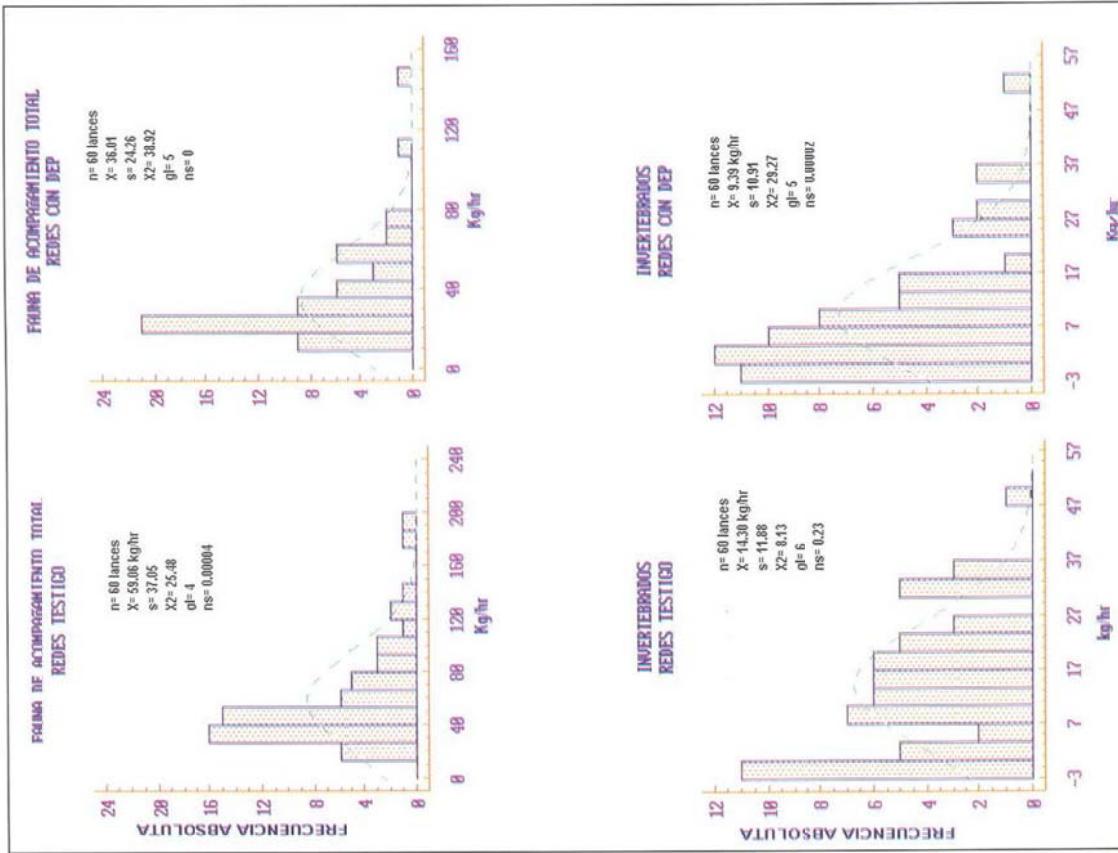
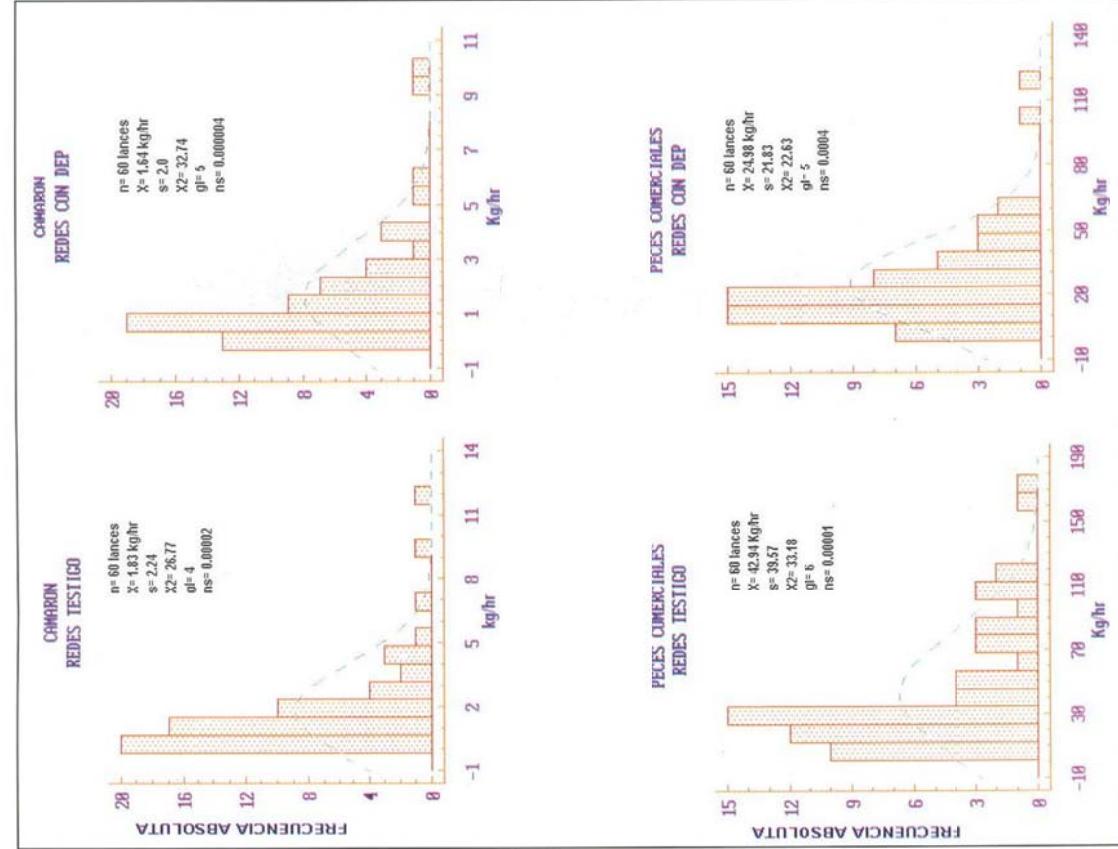


Figura 10.- Distribuciones de frecuencias de las CPUE por recurso (Segunda etapa).

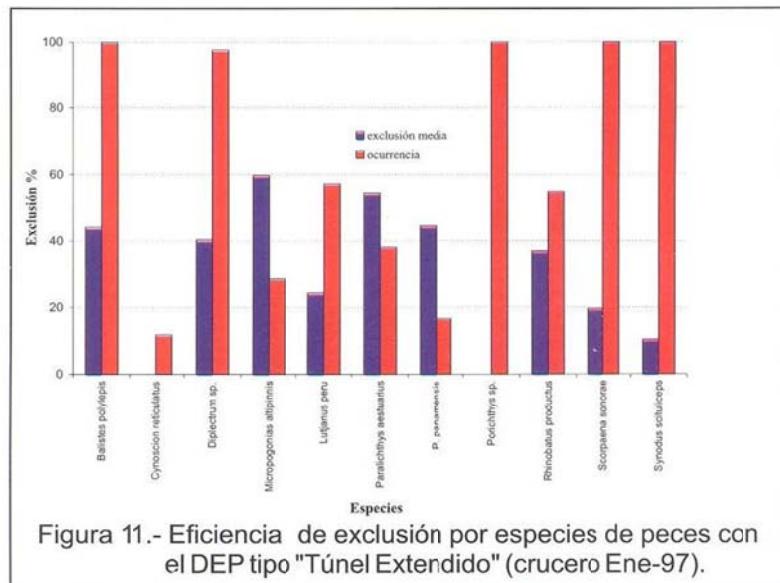


Figura 11.- Eficiencia de exclusión por especies de peces con el DEP tipo "Túnel Extendido" (cruce Ene-97).

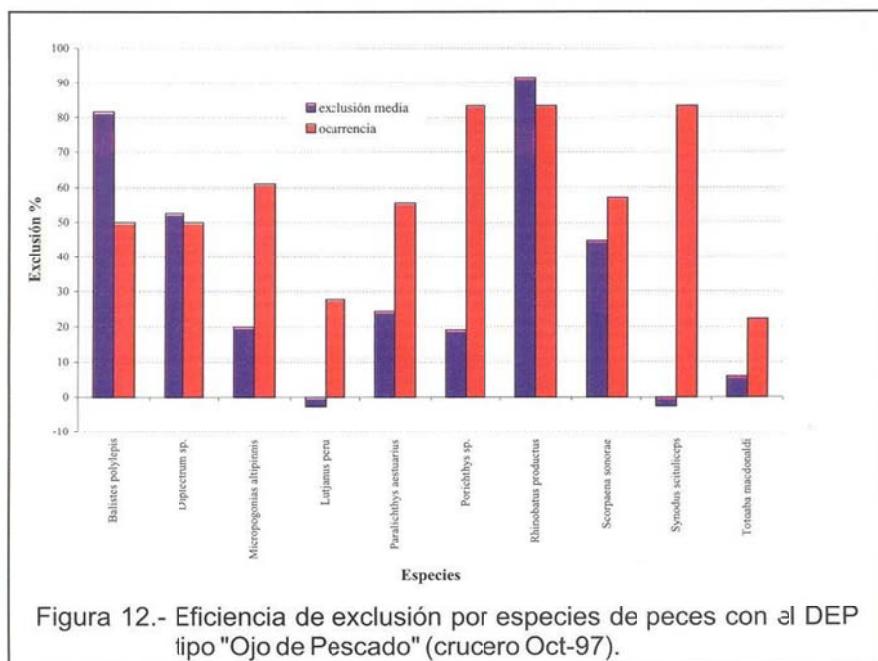


Figura 12.- Eficiencia de exclusión por especies de peces con el DEP tipo "Ojo de Pescado" (cruce Oct-97).

LITERATURA CITADA

- Alverson, D., H. Freeberg, S. Murawski and J. G. Pope. 1994 A global assessment of fisheries bycatch and discards. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Fisheries Technical Paper 339, Italy, 233 pp.
- Balmori-Ramírez, A., J. R. Torres-Jiménez y D. Aguilar-Ramírez. 1998. Evaluación de Dispositivos Excluidores de Peces Diseño "Fish eye" en redes de arrastre camaroneras en el Alto Golfo de California. SEMARNAP. Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Guaymas. Informe de Investigación. 19 pp.
- Balmori-Ramírez, A., J. R. Torres-Jiménez, D. Aguilar-Ramírez y J. M. García-Caudillo. 1999. Experimentación de Dos Dispositivos Excluidores de Peces en Redes de Arrastre Camaroneras en el Golfo de California, México. SEMARNAP. INP. CRIP-Guaymas. CIMEX. Informe de Investigación. 17 pp.
- García-Caudillo, J.M., M.Á. Cisneros-Mata y A. Balmori-Ramírez. 2000. Performance Of A Bycatch Reduction Device In The Shrimp Fishery Of The Gulf Of California, México. Biological Conservation 92: 199-205.
- Kennelly, S. J. And M. K. Broadhurst. 1995. Fishermer and scientist solving bycatch problems: examples from Australia and possibilities for the northeastern United States. Pages 121-128 in solving Bycatch: Considerations for Today and Tomorrow Alaska Sea Grant. College Program Report No. 96-03. University of Alaska Fairbanks.
- Nava-Romo, J. M. 1995. Impactos a corto, mediano y largo plazo, en la diversidad y otras características ecológicas en la comunidad bético-demersal capturada por la pesquería del camarón en el norte del alto golfo de California, México. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guaymas. 84 pp.
- Pérez-Mellado, J. And L. T. Findley. 1985. Evaluación de la ictiofauna acompañante del camarón capturado en las costas de Sonora y norte de Sinaloa, México. Pages 201-254 in Yañez-Arancibia, A. (ed) Recursos pesqueros potenciales de México: La Pesca Acompañante del camarón. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México, D. F. 748 p.
- Secretaría de Pesca. 1994. El Sector Pesquero Mexicano. SEPESCA. México D. F. 20 pp.
- Torres, J. R., 1992. Primer crucero de excluidores de tortugas combinado con excluidores de peces en el alto golfo de California a bordo del BIP XI. (Informe Técnico). Guaymas. CRIP-Guaymas.
- Torres-Jiménez, J. R. y A. Balmori-Ramírez. 1994. Experimentación de dispositivos excluidores de tortugas y peces en el alto Golfo de California. Secretaría de Pesca, Instituto nacional de la Pesca, centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas. Reporte Técnico. Ensenada, Baja California, México. 17 pp.
- W. N. Venables, y B. C. Ripley. Modern Applied Statistics with S'Plus (1994). Springer Verlag . N.Y.

Tabla 1.- Especies de peces consideradas como indicadoras para la evaluación de los DEP's (Segunda etapa)

Especie (Familia)	Nombre común	Característica
<i>Balistes polylepis</i> (Balistidae)	Cochito	Importancia comercial
<i>Diplectrum sp.</i> (Serranidae)	Goabina	Consumidor secundario en la cadena trófica.
<i>Lutjanus peru</i> (Lutjanidae)	Pargo	Importancia comercial.
<i>Micropogonias altipinnis</i> (Scaenidae)	Chano	Importancia comercial.
<i>Paralichthys aestuarius</i> (Paralichthyidae)	Languado	Importancia comercial.
<i>Porichthys sp.</i> (Batrachoididae)	Charrito	Consumidor secundario en la cadena trófica.
<i>Rhinobatos productus</i> (Rhinobatidae)	Manta guitarra	Importancia comercial.
<i>Scorpaena sonorae</i> (Scorpaenidae)	Escorpión	Especie endémica del golfo de California.
<i>Synodus scituliceps</i> (Synodontidae)	Chile	Consumidor secundario en la cadena trófica.
<i>Cynoscion reticulatus</i> (Sciaenidae)	Curvina	Importancia comercial.
<i>Totoaba macdonaldi</i> (Sciaenidae)	Machorro	Especie endémica del golfo de California.

TABLA 2.- PRUEBAS ESTADÍSTICAS COMPARATIVAS DE VOLUMENES CAPTURADOS DE RECURSO ENTRE REDES TESTIGO Y REDES CON DEP (primera etapa)

ESTADÍSTICO	RECURSO			
	Camarón	Fauna comercial	Fauna total	Totoabas
N (lances)	128	128	128	128
No. total de datos pareados comparados	71	55	88	88
No. de diferencias positivas (dp)	36	22	27	27
Rango promedio (dp)	31.75	22.86	39.61	39.61
No. de diferencias negativas (dn)	35	33	61	61
Rango promedio (dn)	39.50	31.24	46.42	46.42
Hipótesis aceptada	Ho	Ha	Ha	Ha

TABLA 3.- CONTRASTE ENTRE LOS DISEÑOS DE DEP EN RELACION AL VOLUMEN DE RECURSOS EXCLUIDO (primera etapa)

EXCLUSION DE CAMARON						
DISEÑO DEP	N (lances)	Promedio (Kg/h)	Rango promedio	Estadistico	Nivel de significancia	Hipótesis aceptada
1	55	0.017	64.63	-1.263	1.0000	Ho
2	50	0.064	63.86			
3	23	0.160	65.04			
EXCLUSION DE FAUNA COMERCIAL						
1	55	2.148	67.04	3.442	0.1789	Ho
2	50	0.068	57.49			
3	23	2.195	73.39			
EXCLUSION DE FAUNA DE ACOMPAÑAMIENTO TOTAL						
1	55	22.817	65.65	3.010	0.2220	Ho
2	50	23.317	69.23			
3	23	-5.155	51.02			
EXCLUSION DE TOTOABAS (Organismos/lance)						
1	55	-0.164	62.94	4.397	0.1109	Ho
2	50	0.220	69.11			
3	23	0.130	58.22			

1 = DEP TIPO FLORIDA DE 220 mm DE DIAMETRO

2 = DEP TIPO FLORIDA DE 400 mm DE DIAMETRO

3 = DEP TIPO FLORIDA DE 475 mm DE DIAMETRO

TABLA 4.- EXCLUSION DE RECURSOS DURANTE EL CRUCERO ENE-97 (DEP TUNEL EXTENDIDO)

RECURSO	EXCLUSION	
	PORCENTAJE	Kg/h
CAMARON	7.3	0.36
PECES	37.4	22.7
INVERTEBRADOS	54.8	5.5
TOTAL FAC	40.2	28.6

* 66 HORAS DE ARRASTRE EFECTIVAS

TABLA 5.- EXCLUSION DE RECURSOS DURANTE EL CRUCERO OCT-97 (DEP OJO DE PESCA)

RECURSO	EXCLUSION	
	PORCENTAJE	Kg/h
TOTAL	18.25	10.14
PECES	23	6.86
CAMARON	*10.14	*0.21
INVERTEBRADOS	14.72	3.5

* A FAVOR DE LA RED CON DEP
21 LANCES EFECTIVOS DE PESCA

TABLA 6.- PRUEBAS ESTADÍSTICAS COMPARATIVAS DE VOLUMENES CAPTURADOS DE RECURSO ENTRE REDES TESTIGO Y REDES CON DEP (segunda etapa)

ESTADÍSTICO	RECURSO			
	Camarón	Peces	Fauna total	Invertebrados
N (lances)	60	60	60	60
No. total de datos pareados comparados	54	59	57	59
No. de diferencias positivas (dp)	34	51	51	44
Rango promedio (dp)	27.71	31.75	30.24	30.57
No. de diferencias negativas (dn)	20	9	6	15
Rango promedio (dn)	26.20	18.88	18.50	28.20
Estadístico Z para muestras n<30	1.886	5.544	5.689	3.490
probabilidad bidireccional p < z < p	0.059	2.960E-08	1.280E-08	4.810E-08
Hipótesis aceptada	Ho	Ha	Ha	Ha

TABLA 7.- CONTRASTES ENTRE LOS DISEÑOS DE DEP EN RELACION AL VOLUMEN DE RECURSO EXCLUIDO (segunda etapa)

EXCLUSIÓN DE CAMARÓN						
DISEÑO DEP	N (lances)	Promedio (Kg/h)	Rango promedio	Estadístico	Nivel de significancia	Hipótesis aceptada
1	42	0.361	32.93	2.061	0.151	Ho
2	18	-0.221	24.61			
EXCLUSIÓN DE PECES COMERCIALES						
1	42	22.71	34.00	5.623	0.0177	Ha
2	18	6.87	22.33			
EXCLUSIÓN DE FAUNA DE ACOMPAÑAMIENTO						
1	42	28.575	33.33	3.686	0.0549	Ha
2	18	10.148	23.89			
EXCLUSIÓN DE INVERTEBRADOS						
1	42	5.503	30.74	-0.366	1	Ho
2	18	3.503	29.83			

1 = TUNEL EXTENDIDO

2 = DEP TIPOFLORIDA DE 475 mm DE DIAMETRO

Evaluación de Modificaciones a las Redes de Arrastre Camaroneras Orientadas a Incrementar la Selectividad

Alejandro Balmori Ramírez
Email: abalmori79@hotmail.com

Instituto Nacional de la Pesca
Pitágoras # 1320, Col. Santa Cruz Atoyac
C. P. 03310
México, D. F.

Juan Manuel García Caudillo
Conservación Internacional A. C. México
Programa Golfo de California.
José Raymundo Torres Jiménez
Centro Regional de Investigación Pesquera
Calle 20 # 605, Col. La Cantera
Guaymas, Sonora.

RESUMEN

Mediante la realización de 2 Cruceros experimentales en el BIP XI, propiedad del INP, se realizaron lances de prueba para evaluar la incorporación de una doble relinga inferior con el objetivo de incrementar su eficiencia y selectividad. Los resultados obtenidos muestran que el promedio de las CPUE para el recurso camarón fueron del orden de 3.11 kg/hr para la red testigo y 3.08 kg/hr para la red experimental, las capturas de FAT presentaron valores de 33.98 y 30.50 kg/hr para las redes testigo y modificada respectivamente. En el caso de las capturas de peces, se registraron valores de 27.59 y 25.74 kg/hr en el mismo orden. Las CPUE de invertebrados presentaron valores promedio de 11.28 kg/hr en las redes testigo y 9.73 kg/hr en la red modificada. Los porcentajes de exclusión por recurso fueron los siguientes: 7.77 % de Fauna de acompañamiento, 3.5 % de exclusión de peces, 4.55 % de invertebrados y un porcentaje de exclusión de 0.75 % para camarón. Las pruebas estadísticas demostraron que la incorporación de la doble relinga a las redes de arrastre no afecta la eficiencia de captura de camarón y se permite excluir eficientemente volúmenes significativos de fauna de acompañamiento, peces e invertebrados.

INTRODUCCIÓN

Las implicaciones ecológicas de la extracción de camarón con redes de arrastre, tales como la captura incidental de la comunidad bentónica y especies demersales, y por otro lado, los esfuerzos enfocados a incrementar la eficiencia de captura tanto en volumen como en calidad del recurso han originado diversos desarrollos e

innovaciones tecnológicas a nivel mundial en el sistema de captura por arrastre.

Esta actividad genera 9.5 millones de toneladas de captura incidental representando el 35% del total de la captura incidental de todas las pesquerías comerciales del mundo (Alverson et al, 1994), con una proporción de camarón capturado con respecto a esta de 1 a 10 (Pérez-Mellado y Findley, 1985; Alverson et al, 1994; Nava-Romo, 1995).

En el Golfo de California, en el año de 2000 se registraron 1,144 embarcaciones (82% del total), capturando 18,000 toneladas de camarón en peso desembarcado (42.8% de la producción del país), lo cual significa una derrama económica alrededor de 150 millones de dólares (SAGARPA, 2000).

Ese mismo año, los principales puertos del estado de Sonora registraron un total de 400 barcos con una longitud promedio de relinga superior de 54.72 metros por las dos redes que opera cada embarcación. Lo anterior representa un total de 13,200 metros lineales que se encuentran arrastrando sobre el fondo, lo cual traducido a área barrida equivale a 73'339,200 m²/hora, capturando todo tipo de especies que se encuentran en su paso y con una talla que no se puede seleccionar.

Debido a lo anterior este sistema de pesca se ha visto como una amenaza para la conservación de la biodiversidad, sin embargo y debido a que representa una importancia económica y social la captura de este recurso, es necesario promover el uso de Tecnologías de Captura de menor

impacto y cuyo uso y aplicación sea técnica y económicamente factible.

OBJETIVOS

General

Desarrollar, orientar y promover investigaciones sobre tecnologías de capturas, así como hacer factible y accesible la transferencia tecnológica al sector productivo, proporcionando los elementos técnicos que permitan emitir un dictamen de ordenación y regulación sobre el uso de dicha tecnología como un elemento integral del sistema de pesca de arrastre para camarón.

Específicos

- Documentar el funcionamiento de la incorporación de una doble relinga inferior a los equipos de pesca, con base en los siguientes criterios:
 - a) Composición de la captura incidental (especies indicadoras)
 - b) Impacto sobre la captura de camarón.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de trabajo comprendió desde la Bahía de Agiabampo por la Costa de Sonora hasta la zona norte del Golfo de California por ambos litorales. (Figura 1).

Materiales:

Para evaluar la eficiencia de las modificaciones a las redes de arrastre se realizaron dos cruceros de experimentación a bordo del BIP XI. Las redes de pesca utilizadas en las pruebas presentaron las mismas características de construcción en cuanto a tamaño de relinga superior, tamaño de malla en las diferentes secciones de la red, igual tamaño de puertas de arrastre (Figura 2). Las modificaciones consistieron en la incorporación de un triángulo con una altura de 30 centímetros al cual en cada extremo se unían las dos relingas y estas se mantenían separadas por medio de unos tirantes construidos de cadena y separados un metro cada uno entre sí (Figuras 3 y 4).



Figura 1.- Área de estudio

Métodos:

El método de pesca fue el de arrastre de una red por banda realizando la modificación indistintamente en una de las redes mientras que la otra se utilizó como testigo. A mitad de los arrastres la red experimental era cambiada de banda para de esta manera evitar en lo posible el sesgo de la información producido por los equipos, también al inicio de cada crucero este era calibrado, corrigiendo detalles técnicos, hasta conseguir que los bolsos capturaran la misma cantidad y si no, que al menos estas fueran muy similares.

Procedimiento a bordo

La evaluación de la eficiencia de las modificaciones se realizó mediante el registro de datos antes y durante las operaciones normales de pesca de cada lance, tales como: número de lance, área de pesca, fecha del lance, hora de inicio y término del lance, posición al inicio y término del lance, velocidad de arrastre, RPM de la máquina principal al momento de las operaciones de pesca, profundidad de arrastre, longitud del cable de arrastre largado, tipo de fondo y observaciones técnicas durante las operaciones del mismo.

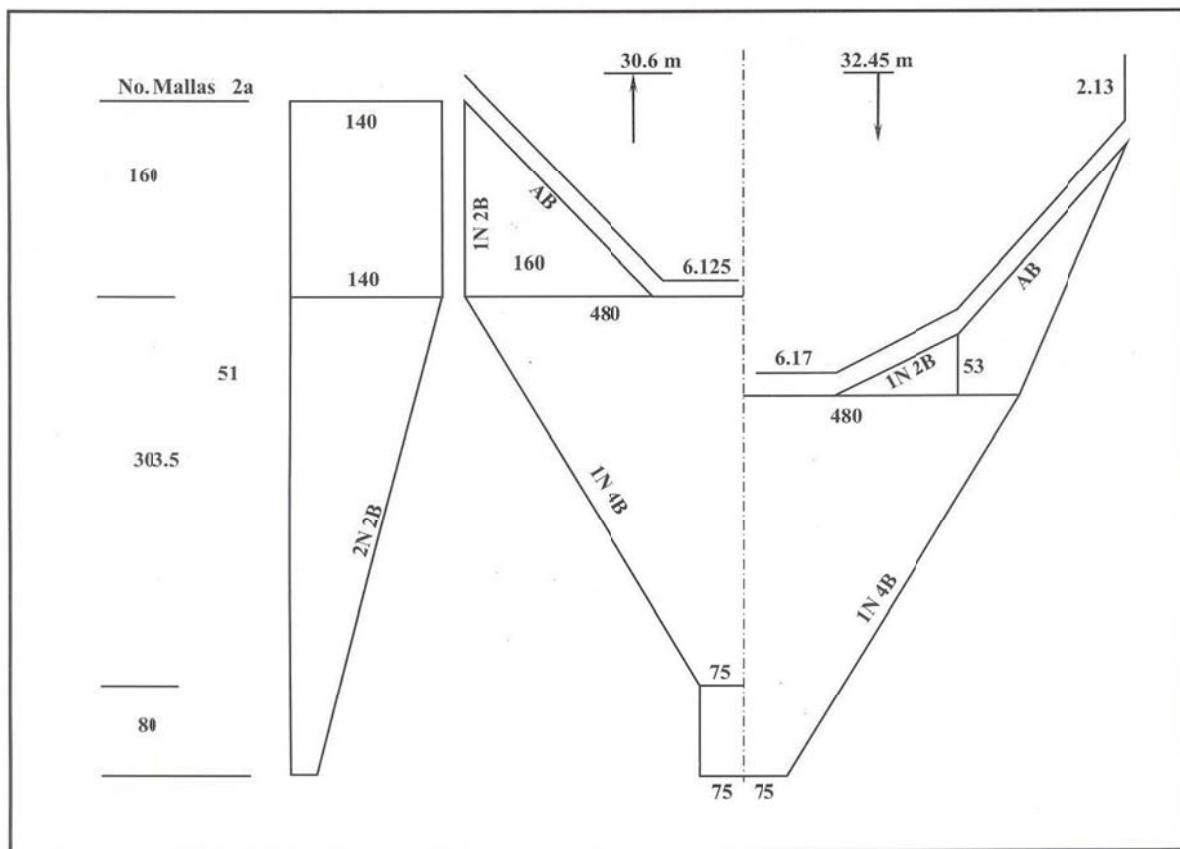


Figura 2.- Red utilizada para las experimentaciones (Modificada por los Editores).

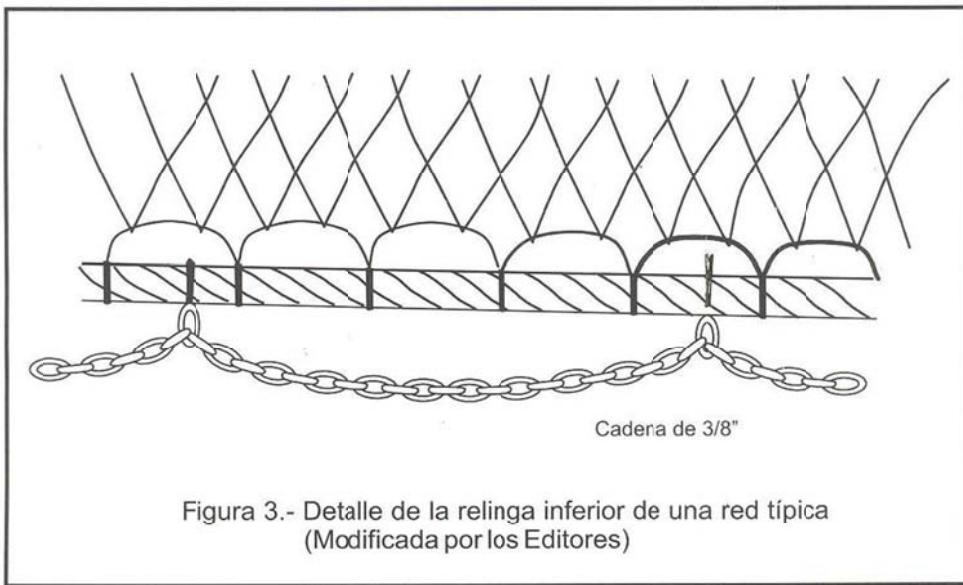


Figura 3.- Detalle de la relinga inferior de una red típica (Modificada por los Editores)

Para determinar el impacto de las modificaciones a las redes, las capturas eran separadas por tipo de red y bolso en la cubierta y para fines analíticos estas fueron clasificadas en camarón de primera, captura de peces, fauna de acompañamiento total (FAT) e invertebrados (conchas, estrellas de mar, etc.), además se separaron las capturas de los organismos de 10 especies seleccionadas como indicadoras (tabla 1), efectuando una submuestra cuando las capturas eran abundantes, según la metodología propuesta por Pauly (1983), para cada lance se registro la captura total de camarón, peces, FAT y el peso y número de las diferentes especies indicadoras.

Para obtener el peso de las capturas de la fauna de desecho se calculó el peso de un canasto o tara con fauna y posteriormente se procedía a contar el número de canastos totales por red y bolsa.

Métodos analíticos:

Con el fin de tener una descripción matemática de las capturas (CPUE) por recurso en cada crucero se realizaron estadísticas descriptivas utilizando media aritmética, moda, mediana, varianza, desviación estándar, error estándar, valor mínimo y máximo, sesgo estandarizado, curtosis estandarizada y coeficiente de variación.

Por otro lado, se elaboraron las distribuciones de frecuencia de las CPUE para cada recurso y se les aplicó la prueba de bondad de ajuste χ^2 , con el fin de determinar si las distribuciones se ajustaban a una distribución de tipo Gaussiana.

En función a las características matemáticas de las variables de CPUE de cada recurso, se utilizaron pruebas estadísticas comparativas no paramétrica (Wilcoxon) entre las redes testigo y las redes modificadas, con el fin de someter a juicio la hipótesis nula (H_0) definida como: "No existen diferencias significativas entre los volúmenes de CPUE capturados en las redes testigo y las redes modificadas".

La eficiencia de las modificaciones se midió en términos de captura por unidad de esfuerzo (kg/hr), retención de camarón, disminución de peces, disminución de FAT, disminución de invertebrados y exclusión de las diferentes especies indicadoras.

RESULTADOS

Las capturas obtenidas durante los dos cruceros y separadas por recurso: camarón, fauna comercial, fauna de acompañamiento total e invertebrados presentaron todas distribuciones de frecuencia de las CPUE sin ajuste a distribuciones de tipo Gaussiana; la aplicación de

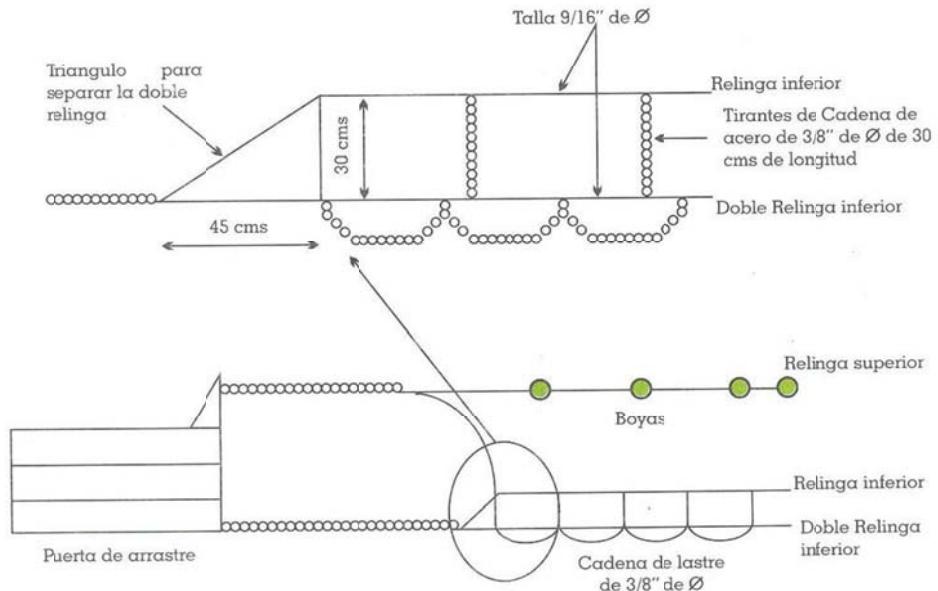


Figura 4.- Detalle de la doble relinga inferior.

la prueba de bondad de ajuste χ^2 rechazo el ajuste normal de las distribuciones con un nivel de significancia de 0.0 para todos los casos excepto para los organismos clasificados como invertebrados (Figura 5). En el caso del camarón, se observó que el promedio de las CPUE obtenidas fue del orden de 3.11 y 3.08 kg/hr, las capturas de FAT presentaron valores de 33.98 y 30.50 kg/hr para las redes testigo y modificada respectivamente. En el caso de las capturas de peces, se registraron valores de 27.59 y 25.74 kg/hr en el mismo orden. Las CPUE de invertebrados presentaron valores promedio de 11.28 kg/hr en las redes testigo y 9.73 kg/hr en la red modificada.

El análisis comparativo entre los volúmenes de CPUE capturados en las redes testigo y red experimental demostró diferencias significativas para peces, fauna total e invertebrados, e igualdad estadística para el recurso camarón; lo anterior infiere que las redes que operaron con la incorporación de la doble relinga inferior capturaron volúmenes menores de estos

recursos en comparación con la red testigo, sin disminuir significativamente las capturas de camarón en ambas redes (Tabla 2).

En la tabla 3 se presentan los índices en % de la exclusión originada por las modificaciones para cada recurso, observando una exclusión del 7.77 % de fauna total; una exclusión de camarón del orden de 0.75 % que equivale a 0.025 kg/hr; un escape de peces juveniles del orden de 3.5 % y una exclusión de invertebrados que representan el 4.55 %. 194 horas de arrastre efectivas

En la figura 6 se comparan las diferentes CPUE por recurso y tipo de red.

En la Figura 7 se presenta la exclusión generada por la modificación a las redes en cada una de las diferentes especies consideradas como indicadoras. En la misma figura también se puede observar que las especies que ocurrieron con mayor frecuencia en las operaciones de arrastre fueron las conocidas comúnmente como

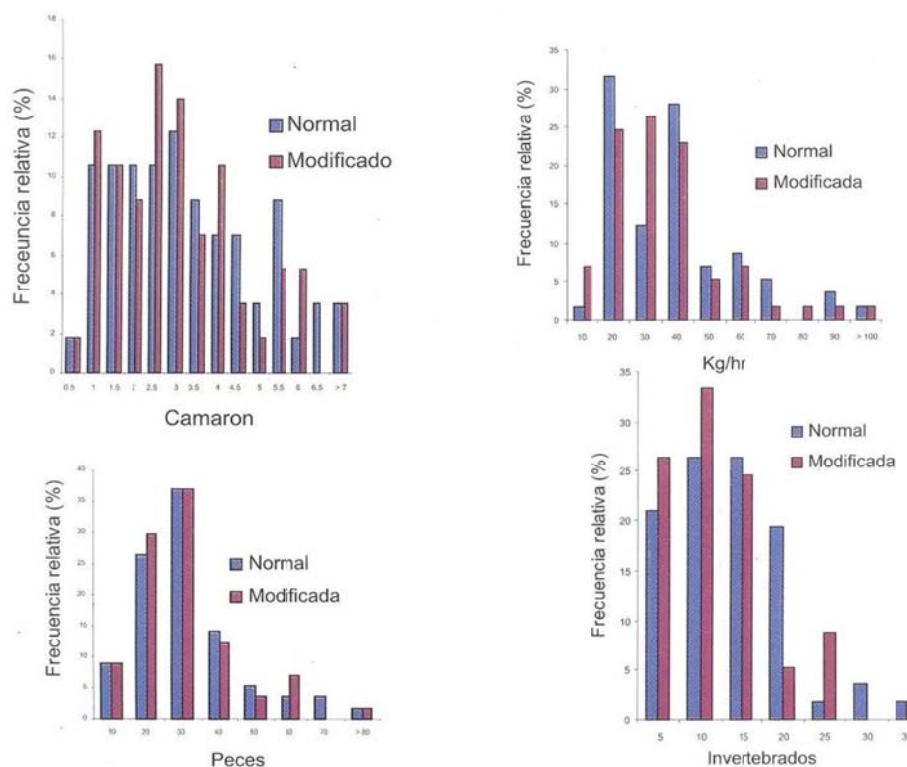


Figura 5.- Distribuciones de frecuencia por recurso y tipo de red.

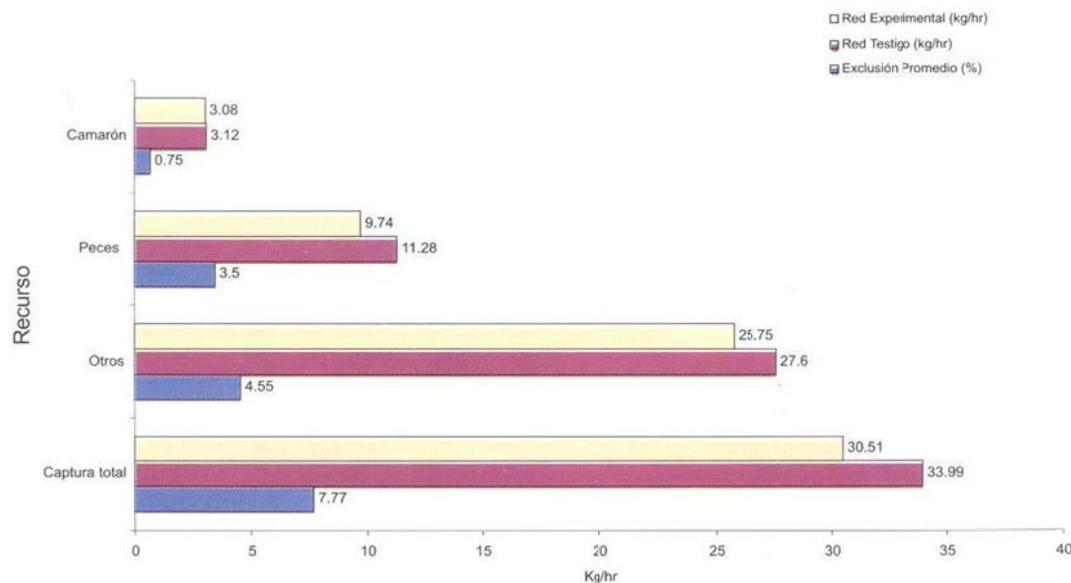


Figura 6.- Comparación de las CPUE por recurso y tipo de red.

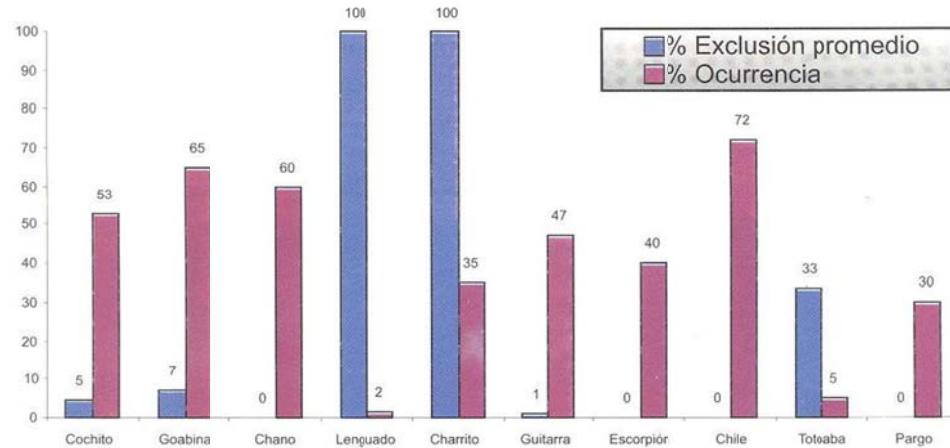


Figura 7.- Eficiencia de exclusión por especies de peces con la incorporación de la doble relinga

cochito (52 %), goabina (65 %), chanc (60 %), chile (72 %) y la manta guitarra (50 %); por otro lado, las especies con menor frecuencia de ocurrencia fueron la totoaba y lenguados.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados observados se derivan las siguientes conclusiones:

1.- La incorporación de la doble relinga a las redes de arrastre no afecta la eficiencia de captura de camarón.

2.- La incorporación de la doble relinga en las redes de arrastre permitió excluir eficientemente volúmenes significativos de fauna de acompañamiento total con índices porcentuales de hasta un 7.7 % y de 4.55 % para invertebrados.

BIBLIOGRAFIA

Alverson, D., H. Freeberg, S. Murawski and J. G. Pope. 1994. A global assessment of fisheries bycatch and discards. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Fisheries Technical Paper 339. Italy, 233 pp.

Balmori-Ramírez, A., J. R. Torres-Jiménez y D. Aguilar-Ramírez. 1998. Evaluación de Dispositivos Excluidores de Peces Diseño "Ojo de Pescado" en redes de arrastre camaroneras en el Alto Golfo de California. SEMARNAP. Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Guaymas. Informe de Investigación. 19 pp.

Kennelly, S. J. and M. K. Broadhurst. 1995. Fishermen an scientist solving bycatch problems: examples from Australia and possibilities for the northeastern United states. Pages 121-128 in solving bycatch: Considerations for today and tomorrow Alaska Sea Grant. College Program Report No. 96-03. University of Alaska Fairbanks.

Nava-Romo, J. M.. 1995. Impactos a corto, mediano y largo plazo, en la diversidad y otras características ecológicas en la comunidad benthico-demersal capturada por la pesquería del camarón en el norte del

alto Golfo de California, México. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Campus Guaymas. 84 pp.

Pérez-Mellado , J. and L. T. Findley. 1985. Evaluación de la ictiofauna acompañante del camarón capturado en las costas de Sonora y norte de Sinaloa, México. Paginas 201-254 in Yáñez-Arancibia, A. (ed) Recursos Pesqueros potenciales de México: La Pesca Acompañante del camarón. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México, D.F. 748 pp.

Secretaría de Pesca. 1994. El sector pesquero mexicano. SEPESCA. México, D.F. 20 pp.

Torres-Jiménez, J. R. 1992 Primer crucero de excluidores de tortugas combinado con excluidores de peces en el alto golfo de California a bordo del BIP XI. (Informe Técnico). CRIP-Guaymas. Guaymas.

Torres-Jiménez, J. R. Y A. Balmori-Ramírez. 1994. Experimentación de dispositivos excluidores de tortugas y peces en el alto golfo de California. Secretaría de Pesca, Instituto Nacional de la Pesca, Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Guaymas. Reporte Técnico. Ensenada, Baja California, México. 17 pp.

Balmori-Ramírez, A., J. R. Torres-Jiménez, D. Aguilar-Ramírez y J. M. García-Caudillo. 1999. Experimentación de Dos Dispositivos Excluidores de Peces en Redes de Arrastre Camaroneras en el Golfo de California, México. SEMARNAP. INP. CRIP-Guaymas. CIMEX. Informe de Investigación. 17 pp.

Tabla 1.- Especies seleccionadas como indicadoras.

Especie	Características Importantes
<i>Totoaba macdonaldi</i>	Especie endémica del Golfo de California y en peligro de extinción
<i>Balistes polylepis</i>	Especie de importancia comercial
<i>Cynoscion reticulatus</i>	Especie de importancia comercial
<i>Micropogonias megalops</i>	Especie de importancia comercial y endémica del Golfo de California
<i>Paralichthys aestuarius</i>	Especie de importancia comercial y endémica del Golfo de California
<i>Pomadasys panamensis</i>	Especie de importancia comercial
<i>Rhinobatos productus</i>	Especie de importancia comercial
<i>Scorpaena sonorae</i>	Especie endémica del Golfo de California
<i>Diplectrum pacificum</i>	Especie de importancia comercial
<i>Synodus scituliceps</i>	Especie abundante en la captura comercial
<i>Porichthys analis</i>	Especie abundante en la captura comercial

Tabla 2.- Pruebas estadísticas comparativas de volúmenes capturados por recurso entre redes testigo y modificadas

Estadístico	Recurso			
	Camarón	Peces	Fauna Total	Invertebrados
N (Lances)	57	57	57	57
No. Total de datos pareados comparados	45	54	45	48
No. de diferencias positivas (dp)	21	36	33	36
No. de diferencias negativas (dn)	21	18	12	12
Probabilidad bidireccional $p < z < p$	0.21	0.02	0.00	0.00
Hipótesis aceptada	H_0	H_a	H_a	H_a

Tabla 3.- Porcentaje de exclusión por recurso.

Recurso	Exclusión (porcentaje)
CAMARON	0.75
PECES	3.5
INVERTEBRADOS	4.55
TOTAL FAC	7.77

Un Método para la Estimación de la Eficiencia de la Flota Camaronera y Análisis de la Capacidad de Pesca

Samuel Ramos Carrillo

E-mail: samuelra69@yahoo.com.mx

Dirección General de Ordenamiento Pesquero y Acuícola
Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca
Av. Camarón Sábalo S/N y Av. Tiburón
Col. Sábalo Country Club
Tels. 01 (669) 91330922
Mazatlán, Sin.

RESUMEN

La FAO contempla en el Código de Conducta para la Pesca Responsable, así como en el Plan de Acción Internacional para el Manejo de la Capacidad de Pesca, la necesidad de evaluar la Capacidad de Pesca de las embarcaciones o flotas para un mejor manejo de las pesquerías, recomendando algunos métodos para su evaluación.

Se presenta el Análisis de Envoltura de Datos (DEA, por sus siglas en inglés) como un método factible de aplicar en las pesquerías mexicanas, para evaluar la eficiencia y capacidad de pesca de la flota camaronera, o de cualquier otra flota. El método DEA es un método no paramétrico derivado de un enfoque económico de la eficiencia, pero que puede ser aplicado para hacer inferencias sobre la eficiencia técnica de una flota. Se presenta un ejemplo hipotético de la aplicación del método, se mencionan paquetes computacionales disponibles relacionados con el método DEA, y se hacen comentarios acerca de sus posibles usos en la administración de los recursos pesqueros.

INTRODUCCION

Un gran porcentaje de las pesquerías a nivel mundial se encuentra sobreexplotado o en proceso de recuperación, por lo que la mayoría de los organismos regionales o nacionales de manejo de pesquerías han iniciado a tomar medidas enfocadas a una mejor administración de los recursos pesqueros.

Uno de los aspectos más importantes en el manejo de las pesquerías es la evaluación y

control del esfuerzo pesquero aplicado, ya que en la mayoría de ellas existe un exceso de capacidad.

La FAO define la Capacidad de Pesca, para una condición determinada del recurso, como el esfuerzo de pesca (o volumen de capturas) que puede ser producido en un periodo de tiempo (una temporada, un año) por un barco o flota, si es completamente utilizada (FAO, 1999).

De los diversos enfoques existentes para determinar la capacidad de pesca, el método DEA se perfila como el más factible de utilizar, ya que ofrece una forma poderosa y flexible de determinación de la capacidad y capacidad de utilización de los recursos, pudiendo obtenerse estimados de capacidad de salida y tasas de utilización del capital disponible, entradas variables y capacidad, e incluso de eficiencia técnica y económica. El método puede usarse para obtener un estimado de la "sobrecapacidad", definida como la razón de la máxima salida posible no restringida (o de frontera) a la captura total permisible.

El método acepta virtualmente todo tipo de datos, desde los más sencillos (algunas entradas y salidas) a los más completos (una colección completa de datos de costos, características técnicas de los equipos, información operativa, etc.), pero como en todos los casos, entre mayor cantidad de datos, más completo será el análisis.

También es posible determinar la combinación de variables de entrada, variables de salida, factores fijos y las características de una empresa o embarcación que maximizan las salidas, minimizan las entradas, u optimizan los ingresos, costos o ganancias.

En el caso de las pesquerías, puede determinarse la cantidad de embarcaciones que deberían operar en una pesquería, sus características, el nivel óptimo de utilización de entradas o días en el mar, tipo de equipos, número de tripulantes, y el nivel de salidas, ya sea técnica o asignativamente eficiente.

La determinación de la capacidad y capacidad de utilización puede efectuarse individualmente por embarcación o empresa, o relacionada a la flota entera, aunque para cuestiones relativas al manejo de los recursos, la solución preferida puede ser al nivel de producción por embarcación.

Existen dos orientaciones primarias para el método DEA: orientación a las entradas y a las salidas. El enfoque orientado a las entradas da un indicador de qué entradas pueden reducirse y en qué cantidad en relación a un nivel de saldo deseado, tal como captura total permisible. El enfoque orientado a las salidas proporciona un indicador de cuánto pueden incrementarse las salidas para alcanzar el nivel físico máximo de salidas (capacidad primaria), dado el nivel de entradas. Ambos enfoques proporcionan información para evaluar la capacidad.

El método DEA es netamente determinístico y por lo tanto no puede tomar en cuenta la naturaleza estocástica de las pesquerías, sin embargo, el enfoque relativo a la frontera permite la evaluación de tecnología de múltiples entradas y múltiples salidas, e incluso permite el uso de valores cero en las entradas y salidas (por ejemplo, algunas embarcaciones capturan solo algunas especies del total capturado por la flota). Así mismo, puede acomodar entradas y salidas con amplia disponibilidad y restringidas.

También puede facilitar el análisis temporal, usando una técnica denominada de ventanas (windows) (Charnes et al., 1994), lo mismo que cambio tecnológico y evaluaciones dinámicas o encadenada, pero no se consideran los aspectos económicos relativos a la oferta y demanda.

Una de las ventajas del método DEA es que existen diversos programas computacionales para su aplicación, además que la mayoría de ellos disponen de una opción de evaluación basada en aspectos económicos.

DESCRIPCION DEL METODO DEA

El marco teórico básico para estudiar y medir la eficiencia fue proporcionado por Farrell, (1957), quien propuso que la eficiencia debe visualizarse desde una perspectiva real y no ideal, evaluando a cada unidad de producción en relación con otras tomadas de un grupo representativo y homogéneo, por lo que la medida de la eficiencia será relativa y no absoluta, y su valor para una unidad de producción corresponderá a una expresión de la desviación observada respecto a aquellas consideradas como eficientes.

Farell propuso que la eficiencia económica se puede dividir en eficiencia técnica y eficiencia asignativa.

La eficiencia técnica se refiere a la habilidad de una unidad de producción para obtener el máximo nivel de producción con un conjunto dado de insumos, o a obtener una cantidad determinada de producto con la menor combinación de insumos.

La eficiencia asignativa se refiere a la habilidad de una unidad de producción para utilizar los insumos en proporciones óptimas y obtener la máxima cantidad de producto para un determinado nivel de costos, u obtener un determinado nivel de producción con el menor costo, con un costo determinado de los insumos.

La propuesta original de Farrell ha derivado en dos metodologías: la estimación de fronteras estocásticas y el Análisis de Envoltura de Datos (DEA, por sus siglas en inglés). Para la aplicación de éste último se requiere del uso de métodos y algoritmos de programación lineal para la formulación del modelo y su resolución, calculando la frontera de producción como una envolvente a los datos, determinándose para cada uno de los datos si pertenece o no a la frontera.

El método DEA original fue desarrollado por Charnes et al. (1978), para calcular la eficiencia relativa de una unidad de producción (firma).

A continuación se hará una descripción sencilla del método DEA.

Una forma de evaluar la eficiencia es comparar la producción (salidas) contra los insumos (entradas).

Cuando se tiene una sola entrada y una sola salida, esto es sencillo:

Producción

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Suma Ponderada de Salidas}}{\text{Suma Ponderada de Entradas}}$$

Sin embargo, cuando se tienen diversas entradas y salidas, la determinación de la eficiencia se complica, ya que además de incluir todas las entradas y salidas involucradas en la producción, debe decidirse la importancia relativa de cada una de ellas:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Suma Ponderada de Salidas}}{\text{Suma Ponderada de Entradas}}$$

Si nombramos **E** a la eficiencia, **s** a las salidas, **e** a las entradas, **w** a los pesos de las entradas y **p** a los pesos de las salidas, **n** a la cantidad de salidas y **m** a la cantidad de entradas tendremos, para una unidad de producción:

$$E = \frac{w_1s_1 + w_2s_2 + \dots + w_ns_n}{p_1e_1 + p_2e_2 + \dots + p_me_m}$$

Conj unidades de producción, tendremos que:

$$E_1 = \frac{w_{1,1}s_{1,1} + w_{2,1}s_{2,1} + \dots + w_{n,1}s_{n,1}}{p_{1,1}e_{1,1} + p_{2,1}e_{2,1} + \dots + p_{m,1}e_{m,1}}$$

$$E_2 = \frac{w_{1,2}s_{1,2} + w_{2,2}s_{2,2} + \dots + w_{n,2}s_{n,2}}{p_{1,2}e_{1,2} + p_{2,2}e_{2,2} + \dots + p_{m,2}e_{m,2}}$$

$$E_j = \frac{w_{1,j}s_{1,j} + w_{2,j}s_{2,j} + \dots + w_{n,j}s_{n,j}}{p_{1,j}e_{1,j} + p_{2,j}e_{2,j} + \dots + p_{m,j}e_{m,j}}$$

El problema lineal planteado por el método DEA consiste en encontrar los niveles de los efectos (ponderación) de las entradas y salidas que maximicen la eficiencia de cada una de las unidades de producción, sujetándose a las siguientes restricciones:

- El valor máximo de eficiencia para cada unidad de producción será 1.
- Los valores de los pesos **w** y **p** serán mayores o iguales que una cantidad **e**, con el fin de evitar que alguna entrada o

salida sea totalmente ignorada en el cálculo de los pesos.

Si denotamos como **E₀** la eficiencia de la unidad a evaluar, el problema DEA podría expresarse como sigue

$$\text{Max } E_0 = \frac{w_{1,1}s_{1,1} + w_{2,1}s_{2,1} + \dots + w_{n,1}s_{n,1}}{p_{1,1}e_{1,1} + p_{2,1}e_{2,1} + \dots + p_{m,1}e_{m,1}}$$

sujeto a las siguientes restricciones:

$$\frac{w_{1,1}s_{1,1} + w_{2,1}s_{2,1} + \dots + w_{n,1}s_{n,1}}{p_{1,1}e_{1,1} + p_{2,1}e_{2,1} + \dots + p_{m,1}e_{m,1}} \leq 1$$

$$\frac{w_{1,2}s_{1,2} + w_{2,2}s_{2,2} + \dots + w_{n,2}s_{n,2}}{p_{1,2}e_{1,2} + p_{2,2}e_{2,2} + \dots + p_{m,2}e_{m,2}} \leq 1$$

$$\frac{w_{1,j}s_{1,j} + w_{2,j}s_{2,j} + \dots + w_{n,j}s_{n,j}}{p_{1,j}e_{1,j} + p_{2,j}e_{2,j} + \dots + p_{m,j}e_{m,j}} \leq 1$$

$$w_n, p_m \leq E$$

El cual debe resolverse **j** veces para encontrar la eficiencia y los pesos de cada entrada y cada salida, para cada unidad de producción.

En notación típica de un problema de álgebra lineal, el problema se expresa:

$$\text{Max } H_0 = \frac{\sum w_n s_{n,j_0}}{\sum p_m e_{m,j_0}}$$

Con las siguientes restricciones:

$$\frac{\sum w_n s_{n,j_0}}{\sum p_m e_{m,j}} \leq 1$$

$$w_n, s_n \leq E$$

Este problema está expresado de una forma fraccionaria, y a fin de aplicar los métodos de

álgebra lineal para resolverlo, debe linearizarse, quedando de la siguiente manera:

$$\text{Max } H_o = \sum_n w_n s_{n,j_0}$$

Sujeto a las siguientes restricciones:

$$\sum_m p_m e_{m|_0} = N$$

$$\sum_n w_n s_{nj} - \sum_m p_m e_{mj}$$

$$w_n, s_n \leq \epsilon$$

Es importante recordar que el problema debe resolverse j veces para determinar los pesos que maximizan la eficiencia de cada unidad de producción, sustituyendo en cada ocasión, la igualdad de la eficiencia de la j -ésima unidad de producción, de la cual se va a determinar la eficiencia y los pesos de las entradas y salidas.

El problema descrito considera que las unidades de producción presentan Retornos Constantes a Escala (CRS), lo que significa que un aumento en los insumos corresponde con un aumento equiparable en la producción (no se afecta la eficiencia).

Estableciendo una serie de restricciones adicionales, es posible modificar este problema básico, para incluir Retornos Variables a Escala (VRS), así como resolver el problema para optimizar las entradas (Orientado a las Entradas) o las salidas (Orientado a las Salidas).

De álgebra lineal, se sabe que para todo problema de maximización (primario), existe uno equivalente (o dual), el cual resuelve el problema exactamente de la misma manera que el primario, pero con una cantidad menor de incógnitas, lo que facilita el cálculo y su resolución, por lo que generalmente es el problema dual el que se resuelve, además que el dual arroja otras cantidades que pueden dar información adicional sobre el problema primario.

El dual permite ilustrar acerca de la naturaleza de la eficiencia relativa dado que se obtienen, en el caso que existan, las holguras (slack) o reducciones no radiales de entradas. Para que una unidad sea considerada técnicamente eficiente en el sentido de Farrell, la eficiencia será igual a uno y las holguras serán igual a cero.

En la figura 1, se explica de manera gráfica el porqué se denomina Análisis de Envoltura de Datos, así como algunos conceptos básicos del método. Si tenemos 3 unidades de producción

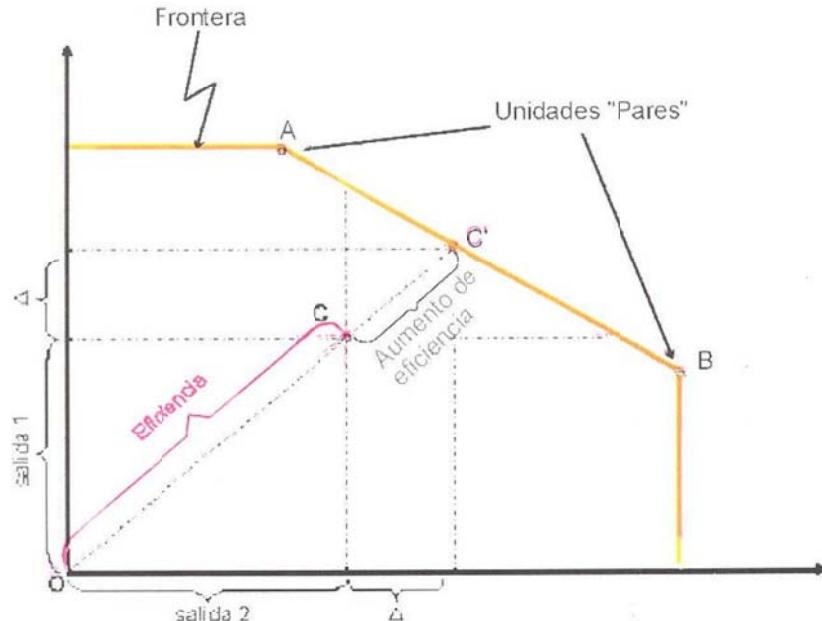


Figura 1. Representación esquemática del método DEA. Para explicación, ver el texto. Modificado de Emrouznejad.

(A, B y C), con dos salidas diferentes (salida 1 y salida 2), y las graficamos una contra otra, vemos que las salidas de las unidades más eficientes crean una frontera que envuelve al resto de las unidades, menos eficientes. En otras palabras, las unidades eficientes estarán sobre la frontera (A,B). Esta gráfica podría efectuarse para 3 o más salidas, haciéndola más compleja.

Al resolver el problema DEA, se obtiene la distancia entre el origen y la frontera (OA, OB), para las unidades eficientes, o entre el origen y el punto señalado por las dos salidas (OC), para las unidades ineficientes. Esta es la razón por la que se denominan distancias radiales, ya que parten del origen hacia cada una de las unidades.

Prolongando la línea que une el origen con el punto marcado por las salidas de la unidad ineficiente (OC), hasta que cruce la frontera marcada por las unidades eficientes (OC'), se obtiene el aumento en las salidas que se podrían obtener si la unidad fuera eficiente (?), y las unidades eficientes próximas al punto donde se cruzan la frontera y la línea OC', se denominan pares (peers), que son las unidades que más contribuyen para determinar los pesos de las salidas de la unidad ineficiente.

En otras palabras, podríamos tener una unidad de producción C', la cual presenta características de producción intermedias entre la unidad A y la unidad B, la cual es más eficiente que C.

EJEMPLO DE APLICACIÓN DEL MÉTODO DEA

Para la ilustración de la aplicación del método DEA, se tomó una serie de datos reales de características de 10 embarcaciones camaronesas (entradas: Eslora, Potencia de Máquina Principal (PMPpal), Longitud de la Relinga Superior (Lrs) y Área de tablas de Arrastre (ATar)) (Ver tabla 1), para los datos de salidas, se utilizaron datos ficticios de Días de viaje y Capturas de Camarón Azul, Blanco y Café (Ver tabla 2).

Para la aplicación del método DEA se utilizó el paquete de libre acceso (solo para aplicaciones académicas) Efficiency Measurement System (EMS) V. 1.3.0 por Holger Scheel, de la Universidad de Dortmund, Dinamarca.

Al correr el programa se utilizaron las siguientes opciones:

Retornos constantes a la escala (CRS): Al aumentar las entradas se aumentan proporcionalmente las salidas.

Distancias radiales: Se refiere a la forma de medir las eficiencias, desde el origen hacia la frontera. Al aumentar la distancia radial, aumenta el valor de las entradas o salidas.

El programa se corrió consecutivamente, para los modelos: **Orientado a las Salidas y Orientado a las Entradas**, para éste último, primero con todas las entradas variables, y después considerando a las entradas Eslora y PMPpal como fijas, que es lo que ocurre en la realidad, ya que es más factible cambiar el tamaño de las redes, así como el área de las tablas, pero es más difícil cambiar la Eslora y la Potencia de la Máquina Principal.

En la tabla 3 se presentan las eficiencias (E) que el programa calculó para cada embarcación, así como las salidas óptimas calculadas en base a las eficiencias, con el **modelo orientado a las salidas**, considerando que todos los insumos pueden variarse a voluntad (sin restricciones). Las Embarcaciones 1, 2, 4, 8, 9 y 10 son consideradas eficientes, y se observa que la capacidad de pesca de la Embarcación 3, con el nivel actual de entradas, podría ser un 13 % mayor (1- 0.87), y para la Embarcación 7 un 33 % mayor (1- 0.67), por lo que es posible aumentar sus capturas de camarón en esos porcentajes. La suma de la capacidad de pesca de las 10 embarcaciones, para el camarón azul, podría ser un 10.14 % mayor que las capturas actuales.

Si se observa la Tabla 4, en la cual se presentan las eficiencias (E) calculadas, con el **modelo orientado a las entradas (sin restricciones)**, se aprecia que es posible obtener el mismo nivel de salidas (capturas) reduciendo la cantidad de entradas para las embarcaciones 3, 5, 6 y 7. Para la Embarcación 3, se podrían reducir las entradas en un 13 %, y para la Embarcación 7 un 33 % (1- 0.67). Es importante mencionar que aquí se ha considerado que es posible variar todas las entradas en el corto plazo sin ninguna restricción.

En el caso del modelo **orientado a las entradas, con restricciones en los insumos**,

se ha considerado que algunas entradas no se pueden variar en el corto plazo, como es el caso de la Eslora de la Embarcación, o la Potencia de la Máquina Principal. Se observa en la Tabla 5, que existe una ligera variación para las eficiencias (E) de algunas embarcaciones. Para la Embarcación 3, se aprecia una pequeña variación de la eficiencia, de 0.87 a 0.85, y para la Embarcación 5 de 0.86 a 0.74, ya que los resultados se ajustan para considerar la restricción en los insumos, sin embargo, las embarcaciones eficientes y no eficientes son las mismas que en el caso anterior.

Si suponemos que estas 10 embarcaciones son la flota completa, y que se ha estimado una captura total permisible (u otro punto de referencia límite, tal como B_{0.1}, B_{0.5}, etc.), entonces es posible comparar y cuantificar relativamente cuánto más captura la flota. Si el punto de referencia es mayor que la captura potencial estimada, se puede trabajar en el sentido de optimizar las salidas con las entradas actuales. Si por el contrario, el punto de referencia es menor que el estimado, se puede trabajar en el sentido de disminuir las salidas, disminuyendo las entradas, hasta que alcancen una relación de eficiencia, sin sobrepasar el punto de referencia.

Otra posible aplicación, sería la comparación de la eficiencia de operación de equipos o unidades de pesca con diferentes características técnicas, lo que permitiría obtener una primera estimación de cuáles características pudieran ser más importantes o determinantes de la eficiencia de operación de los equipos, aunque esto tendría que validarse posteriormente mediante experimentación.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MÉTODO DEA.

El método DEA se adapta a situaciones en las cuales existe más de una salida (multiproductos) e incluso de ausencia de precios. Por otra parte, no requiere asumir una relación entre los datos, por ser una técnica no paramétrica. Además, permite asumir rendimientos variables a escala y medir la eficiencia de escala, lo cual no es posible con los métodos paramétricos.

Una ventaja adicional del DEA es la posibilidad de poder comparar a las empresas ineficientes con las empresas eficientes con una mezcla similar de salidas y entradas, que actúan como referencias (peer), lo que proporciona

información útil para la toma de decisiones de las empresas ineficientes que pretendan mejorar su desempeño.

Deben señalarse algunas desventajas, como la dificultad para comprobar hipótesis estadísticas, o el hecho de no contemplar el error aleatorio de los datos, con lo cual toda desviación del óptimo es considerada ineficiencia. Por otra parte, según Tauer (1987), a mayor número de variables, aumenta el número de unidades eficientes calculadas por el programa.

Emrouznejad sugiere que, en general, si hay t salidas y m entradas, se esperaría obtener una cantidad de unidades eficientes del orden de t^m , por lo que el número de unidades a evaluar debería ser sustancialmente mayor que t^m , a fin de que el método sea capaz de discriminar la eficiencia de las unidades.

En lo que respecta a la validación estadística, debe mencionarse que este problema está siendo objeto de estudio (Simar y Wilson, 1998).

BIBLIOGRAFIA

- Arzubi, A.; Berbel, J. 2002. Determinación de índices de eficiencia mediante DEA en explotaciones lecheras de Buenos Aires. Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim. Vol. 17 (1-2) (pp. 103-123).
- Banker R., Charnes A., Cooper W.W., 1984. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. Management Science, vol. 30, n.º 9, 1078-1092.
- Boussofiane A., Dyson R.G., Thanassoulis E., 1991. Applied data envelopment analysis. European Journal of Operational Research, 52, 1-15.
- Charnes, A.; Cooper, W. W. and Rhodes E. 1978. Measurement the efficiency of decision making units. European Journal of Operational Research, vol. 2, 429-444.
- Charnes, A.; Cooper, W. W.; Lewin, A. y., Seiford, L. M. 1995. Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications. Kluver Nijhoff Publishing, Boston.
- Coelli, T.; Prasada, R. and Battese, G. E. 1997. An Introduction to Efficiency and

- Productivity Analysis. Kluver Nijhoff Publishing, Boston.
- Coglan, L.; Pascoe S. and Mardle, S. 2000. Physical versus harvest based measures of capacity: the case of the UK vessel capacity unit system. IIFET 2000 Proceedings.
- Cooper, W.W.; Seiford, L.M. and Tone K., 1999. Data Envelopment Analysis A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software. Kluver Nijhoff Publishing, Boston.
- Cunningham, S. and Gréboval, D. 2001. Managing Fishing Capacity: A Review of Policy and Technical Issues. FAO Fisheries Technical Paper 409.
- Dupont, D.; Grafton, Q.; Kirkley, J and Squires, D. 2000. Privatization and Regulation of Capacity in a Multi-Product Fishery: A Purse from a Sow's Ear? IIFET 2000 Proceedings.
- Emrouznejad, A (1995-2001), "Ali Emrouznejad's DEA Home Page", Warwick Business School, Coventry CV4 7AL, UK
- Färe, R.; Grosskopf, S.; Kerstens K. and Kirkley, J. E. 2000. Assessing Short-Run and Medium-Run Fishing Capacity at the Industry Level And Its Reallocation. IIFET 2000 Proceedings.
- Färe, R.; Grosskopf, S.; Kirkley, J. E. and Squires, D. 2000. Data Envelopment Analysis (DEA): A Framework for Assessing Capacity In Fisheries When Data are Limited. IIFET 2000 Proceedings.
- Farrell, M. 1957. The measurement of productive efficiency. Journal of the Royal Statistical Society (Series A), 120, part. III, 253-290.
- Felthoven, R. 2000. Measuring Fishing Capacity for Bering Sea and Aleutian Island Groundfish Fisheries. IIFET 2000 Proceedings.
- Greboval, D.; Munro, G.; Newton, C.; Squires, D. and Kirkley, J. 1999. Managing Fishing Capacity: Selected Papers on Underlying Concepts and Issues. Dominique Gréboval (Ed.) FAO Fisheries Department. FAO Fisheries Technical Paper 386
- Holland, D. and Lee, S. T. 2000. Factors That Influence the Accuracy of Estimates of Capacity and Capacity Utilization Derived from Data Envelopment Analysis. IIFET 2000 Proceedings.
- Lee, S. T. and Holland, D. 2000. The Impact of Noisy Catch Data on Estimates of Efficient Output Derived From DEA and Stochastic Frontier Models: A Monte Carlo Comparison. IIFET 2000 Proceedings.
- Leibenstein, H. 1966. Allocative efficiency vs X-efficiency. American Economic Review, 56, 392-415.
- Simar, L. and Wilson P. W. 1998. Sensitivity Analysis of Efficiency Scores: How to Bootstrap in Nonparametric Frontier Models. Management Science Vol. 44. No. 1. Pag: 49-61.
- Tauer, L., 1987. A note on measuring technical efficiency. Trabajo presentado en el Congreso Americano de Economía Agraria, East Lansing.
- Vestergaard, N. and Kirkley, J. 2000. Measuring Capacity and Capacity Utilization in fisheries: The Case of the Danish Gill-net Fleet. IIFET 2000 Proceedings.
- Walden, J. B. and Kirkley, J. 2000. Measuring Capacity of the New England Otter Trawl Fleet. IIFET 2000 Proceedings.

Tabla 1.- Entradas utilizadas en la aplicación ilustrativa del método DEA

Unidad de Pesca	Entradas				
	Fijas		Variables		
	Eslora	PMPPal	Lrs	Atarr	Días Mar
Embarcación 1	21.94	500	22.87	3.04	20
Embarcación 2	21.60	240	22.87	2.76	11
Embarcación 3	21.96	360	22.87	3.89	21
Embarcación 4	21.00	365	24.40	3.47	16
Embarcación 5	21.94	470	27.45	3.87	6
Embarcación 6	21.94	470	23.18	3.06	17
Embarcación 7	21.94	470	23.18	3.06	20
Embarcación 8	21.94	470	23.18	3.06	25
Embarcación 9	21.94	470	23.18	3.06	5
Embarcación 10	21.94	470	23.20	3.06	25

Tabla 2.- Salidas utilizadas en la aplicación ilustrativa del método DEA

Embarcación	Salidas		
	Capturas de Camarón		
	Azul	Blanco	Café
Embarcación 1	2.19	120.8	931.0
Embarcación 2	207.3	946.7	746.3
Embarcación 3	343.0	172.3	618.3
Embarcación 4	188.2	986.3	990.3
Embarcación 5	481.2	94.0	488.3
Embarcación 6	71.5	697.3	744.7
Embarcación 7	471.5	414.7	200.1
Embarcación 8	400.1	951.0	425.1
Embarcación 9	548.2	253.7	573.8
Embarcación 10	961.1	439.1	217.1

Tabla 3. Salidas actuales y salidas potenciales, calculadas en base a las eficiencias determinadas por el programa EMS, en el modelo orientado a las salidas, utilizando CRS y distancias radiales.

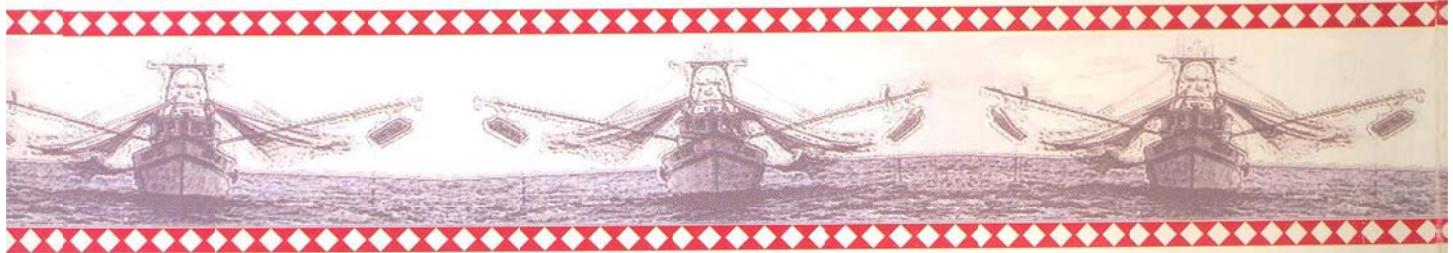
Unidad de Pesca	E	Salidas					
		Camarón Azul		Camarón Blanco		Camarón Café	
		Actual	Potencial	Actual	Potencial	Actual	Potencial
Embarcación 1	1.00	21.9	21.9	120.8	120.8	931.0	931.0
Embarcación 2	1.00	207.3	207.3	946.7	946.7	746.3	746.3
Embarcación 3	0.87	343.0	394.3	172.3	198.0	618.3	710.7
Embarcación 4	1.00	188.2	188.2	986.3	986.3	990.3	990.3
Embarcación 5	0.86	481.2	559.5	94.0	109.3	488.3	567.8
Embarcación 6	0.85	71.8	84.5	697.3	820.4	744.7	876.1
Embarcación 7	0.67	471.5	703.7	414.7	619.0	200.1	298.7
Embarcación 8	1.00	400.1	400.1	651.0	951.0	425.1	425.1
Embarcación 9	1.00	548.2	548.2	253.7	253.7	573.8	573.8
Embarcación 10	1.00	961.1	961.1	439.1	439.1	217.1	215.1
Total		3694.3	4068.8	5075.9	5444.3	5935	6336.9

Tabla 4. Entradas actuales y reducción potencial de entradas, calculadas en base a las eficiencias determinadas por el programa EMS, en el modelo orientado a las entradas, utilizando CRS y distancias radiales.

Unidad de Pesca	E	Entradas									
		Eslora		PMPpal		Lrs		ATarr		Días Mar	
		Actual	Potencial	Actual	Potencial	Actual	Potencial	Actual	Potencial	Actual	Potencial
Embarcación 1	1.00	21.94	21.94	500	500	22.87	22.87	3.04	3.04	20.0	20.0
Embarcación 2	1.00	21.60	21.60	240	240	22.87	22.87	2.76	2.76	11.0	11.0
Embarcación 3	0.87	21.96	19.10	360	313	22.87	19.90	3.89	3.38	21.0	18.3
Embarcación 4	1.00	21.00	21.00	365	365	24.40	24.40	3.47	3.47	16.0	16.0
Embarcación 5	0.86	21.94	18.86	470	404	27.45	23.61	3.87	3.33	6.0	5.2
Embarcación 6	0.85	21.94	18.65	470	399	23.18	19.70	3.06	2.60	17.0	14.5
Embarcación 7	0.67	21.94	14.70	470	315	23.18	15.53	3.06	2.05	20.0	13.4
Embarcación 8	1.00	21.94	21.94	470	470	23.18	23.18	3.06	3.06	25.0	25.0
Embarcación 9	1.00	21.94	21.94	470	470	23.18	23.18	3.06	3.06	5.0	5.0
Embarcación 10	1.00	21.94	21.94	470	470	23.20	23.2	3.06	3.06	25.0	25.0

Tabla 5. Entradas actuales y reducción potencial de entradas, calculadas en base a las eficiencias determinadas por el programa EMS, en el modelo orientado a las entradas, considerando a la Eslora y Potencia de la máquina como fijas, utilizando CRS y distancias radiales.

Unidad de Pesca	E	Entradas							
		Eslora	PMPpal	Lrs		ATarr		Días Mar	
				Actual	Potencial	Actual	Potencial	Actual	Potencial
Embarcación 1	1.00	21.94	500	22.87	22.87	3.04	3.04	20.0	20.0
Embarcación 2	1.00	21.60	240	22.87	22.87	2.76	2.76	11.0	11.0
Embarcación 3	0.85	21.96	360	22.87	19.44	3.89	3.38	21.0	18.3
Embarcación 4	1.00	21.00	365	24.40	24.40	3.47	3.47	16.0	16.0
Embarcación 5	0.74	21.94	470	27.45	20.31	3.87	3.33	6.0	5.2
Embarcación 6	0.85	21.94	470	23.18	19.70	3.06	2.60	17.0	14.5
Embarcación 7	0.67	21.94	470	23.18	15.53	3.06	2.05	20.0	13.4
Embarcación 8	1.00	21.94	470	23.18	23.18	3.06	3.06	25.0	25.0
Embarcación 9	1.00	21.94	470	23.18	23.18	3.06	3.06	5.0	5.0
Embarcación 10	1.00	21.94	470	23.20	23.2	3.06	3.06	25.0	25.0



Selectividad de Sistemas de Pesca de Arrastre para Camarón. Implicaciones para el Ordenamiento Pesquero