

Análisis preliminar del funcionamiento de alerones en las redes de cerco atuneras, para mejorar la liberación de delfines en el Océano Pacífico Oriental

Humberto Robles-Ruiz, Michel Dreyfus-León,* Guillermo Campeán-Jiménez,**
José Luis Rivera-Ulloa* y Oscar Armando Ceseña-Ojeda****

Se evaluó la eficiencia de dispositivos de lona ahulada de forma rectangular, a los que se les llamó alerones; 44 unidades fueron colocadas en el paño de malla fina que se instala en el ápice de la red de cerco atunero para proteger a los delfines. El análisis de los datos obtenidos por observadores a bordo de barcos que emplearon estos dispositivos proporcionó información acerca de las ventajas de su utilización, que fue comparada con la obtenida a bordo de barcos de las mismas características que no los utilizaron: durante la maniobra de retroceso para la liberación de estos mamíferos, los alerones presentaron resistencia al avance, lo que permitió mantener la forma del canal por donde escapan los delfines. La tasa de mortalidad de delfines obtenida en redes con alerones fue sustancialmente menor, sin considerar los lances con delfín común cuyo comportamiento es diferente al de otras especies.

Palabras clave: pesquería, tecnología, atún, liberación de delfines, alerones, pesca incidental.

Performance analysis of ailerons in the purse seine tuna net for dolphin release in the Eastern Pacific Ocean

Efficiency of 44 rectangular oilcloth canvas devices that we call ailerons and placed in dolphin protection panel of the tuna net was evaluated. Analysis of data provided by observers on board vessels with and without those devices, gave information on the advantages of using this design: during the backup maneuver to release dolphins these devices produced advance resistance that helped keep the channel for dolphin release. Mortality rate of dolphins in nets with ailerons was substantially lower when we didn't consider sets with common dolphin whose behavior is different to that of other dolphin species.

Key words: fishery, technology, tuna, dolphin release, ailerons, incidental catch.

Introducción

La red de cerco es un arte de pesca que se utiliza para capturar peces que habitan en las aguas superficiales del mar, en cardúmenes relativamente compactos como los de los atunes (Okonski y Martini, 1980). Los lances que se realizan para pescar este recurso son de tres tipos: el primero se hace sobre cardúmenes libres (“brisas”) y los otros dos sobre cardúmenes asociados a objetos flotantes o a mamíferos marinos, principalmente delfines.

Los lances sobre delfines han sido muy controversiales porque conllevan la captura incidental de estos mamíferos; por tanto, desde finales de los años sesenta se inició la búsqueda, que continúa hasta la fecha, de métodos y alternativas para reducirla. Con este propósito se ha hecho uso de gran cantidad de métodos y se han realizado adaptaciones a las artes de pesca (Francis *et al.*, 1992); sin embargo, la maniobra de retroceso (MR), consistente en modificar el cerco para dar forma a un canal a través del cual puedan escapar los mamíferos aún es la forma más efectiva para liberar delfines. Cuando dos terceras partes de la red ya están a bordo, el barco da marcha atrás para hundir la línea de flotación, en la que se forma el conducto con el tercio de la red que continúa en el agua, por donde escapan los delfines sin que se pierda el atún capturado. Esta técnica se ha perfeccionado con el paso del

* Centro Regional de Investigación Pesquera-Ensenada. INAPESCA-SAGARPA. Apartado Postal 187. CP 22760, Ensenada, Baja California, México.

** Comisión Interamericana del Atún Tropical. 8604 La Jolla Shores Drive. La Jolla, CA 92037-1508, EU.

*** Programa Nacional del Aprovechamiento del Atún y de Protección de Delfines.

tiempo y con el auxilio de equipos adicionales, como lanchas rápidas con bridas y balsas inflables con tripulantes provistos con visor y *snorkel*, cambiando el paño convencional del área de liberación de delfines (llamado paño de protección de delfines o PPD), cuyo tamaño de malla es de 4¼ plg, por uno de malla fina de 1¼ plg, con el sistema del corcho volado (flotadores), el uso de bengalas submarinas (Rivera, 1992) y una lancha rescatadora de delfines (Marín y Saavedra, 2002). También se han usado diferentes sonidos con la intención de separar a los delfines de los atunes, así como una cortina de burbujas a lo ancho del canal formado por la MR, que produjo cierta reacción en los delfines (Robles, 1995); no obstante, se requiere hacer más pruebas con estas técnicas antes de poder aplicarlas en la pesca comercial.

Otra variante que se ha propuesto es la colocación de una estructura que empuje la línea de flotación hacia afuera con el flujo del agua durante la MR y que prevenga el colapso del canal, más una serie de estructuras flexibles en la línea de flotación o en la red (Francis *et al.*, 1992).

La Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT) ha realizado ensayos en barcos mexicanos con la participación de personal del National Marine Fisheries Service (NMFS) de EU y del Programa Nacional para el Aprovechamiento del Atún y de Protección de los delfines (PNAAPD) (CIAT, 1993¹), con el objeto de estudiar la asociación entre atunes y delfines. Por esta razón, en julio y septiembre de 1994, la CIAT experimentó con una lona de nylon de 2.75 m de alto por 18.3 m de largo instalada sobre el PPD, que favoreciera la formación del canal y el hundimiento de los corchos durante la MR; sin embargo, en la sección del ápice se formaba un espacio muy amplio en el que los delfines nadaban libremente y era muy difícil liberarlos. En 1995 esta técnica se utilizó, con resultados ambiguos, en 12 lances efectuados por un barco cerquero con bandera de la República de Vanuatu; además no fueron

analizados estadísticamente (CIAT, 1994a², b³; CIAT, 1995⁴).

En este trabajo se presentan los resultados de experimentos realizados con dispositivos de lona ahulada adaptados a la red de cerco y sobrepuestos en el PPD, a los que se les denominó alerones, de acuerdo con los conceptos expuestos por Francis *et al.* (1992) para mejorar la MR. Se esperaba que el espacio entre los alerones disminuyera la resistencia excesiva de la red y evitara que se formaran espacios amplios, lo que facilitaría la liberación de los delfines. Otra ventaja de estos aditamentos sería la mejor conformación del canal durante el retroceso.

Materiales y métodos

Los alerones consistieron de 44 trozos de lona ahulada de color negro de alta resistencia, de 54 cm de largo por 52 cm de ancho y con perforaciones para ser unidos al paño de protección de delfines. Estos dispositivos se colocaron a partir del ápice⁵ y se distribuyeron entre las orzas de proa y popa en dos hileras de 22 alerones cada una, equidistantes entre ellos y a una braza (1.83 m) o braza y media (2.75 m) por debajo de la relinga superior o línea de flotación (Fig. 1). Este diseño cubrió el área de liberación de los delfines durante la MR.

La experimentación con alerones fue realizada por cuatro embarcaciones en diversas áreas de pesca de la ZEE y de las aguas internacionales del Océano Pacífico Oriental y sobre cardúmenes de atún asociados a varias especies de delfines, como el manchado de altamar *Stenella attenuata*, el tornillo del stock oriental *S. longirostris* y el común *Delphinus delphis*.

1. CIAT. 1993. Informe trimestral, cuarto trimestre. W. H. Bayliff (ed.). Comisión Interamericana del Atún Tropical. La Jolla California. 71p.

2. CIAT. 1994a. Informe trimestral, tercer trimestre. W. H. Bayliff (ed.). Comisión Interamericana del Atún Tropical. La Jolla California. 38p.
3. CIAT. 1994b. Informe trimestral, cuarto trimestre. W. H. Bayliff (ed.). Comisión Interamericana del Atún Tropical. La Jolla California. 50p.
4. CIAT. 1995. Informe trimestral, primer trimestre. W. H. Bayliff (ed.). Comisión Interamericana del Atún Tropical. La Jolla California. 45p.
5. El ápice es el extremo más alejado de la red con respecto al barco cuando se forma el canal de escape durante la MR.

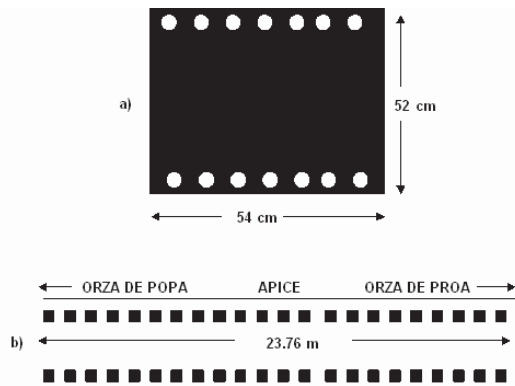


Fig. 1. Forma de los alerones y ubicación en la red, a) prototipo de alerón de lona ahulada, b) posición en que fueron colocados los alerones en el paño de protección de delfines.

Los análisis se realizaron con la información obtenida de los programas de observadores que operan en México, tanto del PNAAPD como de la CIAT entre 1995 y 1997, con los lances de 16 barcos cuya capacidad de acarreo era de 680 t para evitar los sesgos al aplicar los métodos estadísticos comparativos. Con este propósito fueron seleccionados 194 lances en los que se usaron estos dispositivos y se comparó su desempeño contra el de 737 lances realizados desde embarcaciones similares y que operaron en el mismo lapso, pero en los que no se emplearon alerones.

Se calculó la resistencia al avance que presentan los paños de protección para delfines durante la maniobra de retroceso, con y sin alerones instalados, con la ayuda de dos ecuaciones. Para el primer caso se aplicó la fórmula de Bucki (1981), con la consideración de que las redes son flexibles y su forma cambia de acuerdo con las fuerzas hidrodinámicas que actúan sobre ellas:

$$F_x = C_R \cdot \left(\frac{\rho V^2}{2} \right) \cdot A \quad \text{Ec. 1}$$

donde:

F_x : fuerza de resistencia al avance

C_R : coeficiente de resistencia al avance

ρ : densidad del agua de mar

V : velocidad

A : área

La segunda ecuación se aplicó cuando no se utilizaron alerones y se refiere a la resistencia al

avance, de materiales y paños de redes situados de manera perpendicular a la dirección del flujo de agua. Esta fórmula fue propuesta por Revin y descrita por Bucki (1981):

$$F_x = \left(\frac{93.8}{(u_1 * u_2)} \right) \cdot \left(\frac{d}{a} \right) \cdot (A_t) \cdot (V^{1.89}) \quad \text{Ec. 2}$$

donde:

d : diámetro del hilo

a : barra de las mallas

u_1 : coeficiente de abertura horizontal de la malla

u_2 : coeficiente de abertura vertical de la malla

A_t : área del paño de la red

Se analizaron las diferencias en la captura de atún, el número de delfines encerrados y la mortalidad de los delfines con la prueba de comparación de medianas de Kolmogorov-Smirnov (Campbell, 1974). El contraste de la duración de la MR se realizó con una prueba *t-Student*.

Además se elaboraron seis tablas de contingencia de 2x2 para contrastar, mediante el método de χ^2 , la frecuencia con la que se colapsaba⁶ la red o se producían los abultamientos⁷ cuando se presentaban corrientes fuertes o la embarcación se averiaba. Las frecuencias (Tabla 1) y la hipótesis nula establecían que no habría diferencias entre ellas cuando la maniobra se hacía con y sin alerones.

Resultados

De los cuatro técnicos responsables de las operaciones de pesca que utilizaron los alerones, sólo fue posible entrevistar a dos de ellos, que observaron las siguientes ventajas:

- Una mejor y más rápida conformación del canal durante la MR.

6. Los colapsos suceden cuando las secciones de las líneas de flotadores de la red se juntan.

7. Los abultamientos son ondulaciones que se forman en el tejido de la red, a cada lado de la línea de flotadores, que impiden que los delfines emerjan a respirar.

- Los flotadores se hundieron más rápidamente y la velocidad del barco requerida para efectuar la maniobra fue menor, ya que sin alerones era de seis nudos y con los dispositivos, de cuatro nudos.
- Los flotadores emergían con mayor prontitud a la superficie al aminorar la velocidad del retroceso, con lo que se evitaba el escape de atunes.
- No se requería reducir totalmente la velocidad durante la MR para que flotaran los corchos, ya que emergían a una velocidad mínima y permitían continuar con la conformación del canal y reiniciar el retroceso.
- El hundimiento de los corchos era más uniforme y mantenía el paño de protección de delfines hundido a la profundidad requerida, sólo variando la velocidad del retroceso.

Uno de los técnicos de pesca mencionó que la única desventaja fue que cuando hubo medusas, ya que éstas se acumularon en los alerones, su peso hundió los flotadores y permitió que los atunes escaparan; sin embargo, este problema tiene solución en el mismo lugar de pesca, porque los alerones se pueden quitar y poner en la cubierta de la embarcación, sin tener que regresar a puerto.

Durante la MR hubo mayor resistencia al avance del paño de la red con tamaño de malla de $1\frac{1}{4}$ plg y mínima por la acción de los alerones (Fig. 2). La resistencia de éstos, comparada con la del paño PPD con velocidad de retroceso de cuatro nudos (100 rpm), fue de 0.35% y de 0.36% a seis nudos (120 rpm), la velocidad normal de la maniobra. Por otro lado, el promedio de duración de la MR con alerones fue de 13:35 min, mientras que sin alerones, de 12:59 min, sin diferencias estadísticas significativas ($p = 0.27$) según la prueba *t-Student* (Fig. 3).

La cantidad de delfines encerrados fue significativamente diferente ($p = 0.001$) según la prueba de Kolmogorov-Smirnov, en las redes con alerones y en las que carecían de estos dispositivos. La mediana en el primer caso fue de 165 delfines y en el segundo de 120. En la figura 4 se presenta la proporción de lances en función de la cantidad de delfines encerrados en lances con y sin alerones.

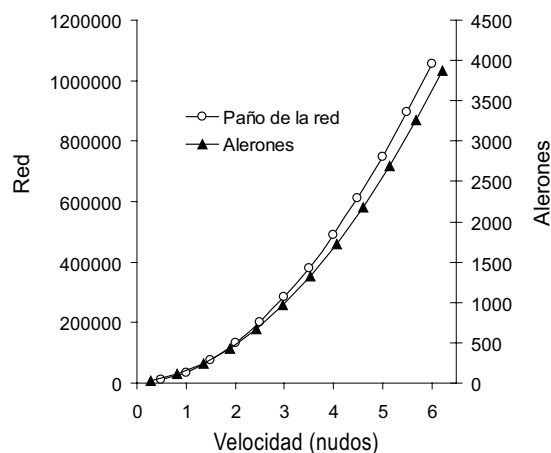


Fig. 2. Relación entre la velocidad de la maniobra de retroceso y la resistencia al avance (Kgf), de la red y de los alerones.

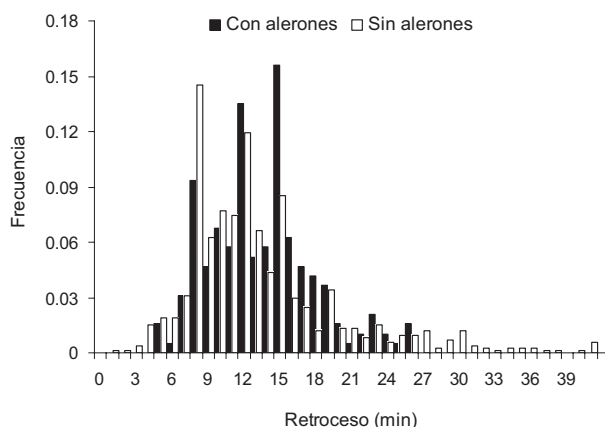


Fig. 3. Distribución de frecuencias del tiempo utilizado durante la maniobra de retroceso.

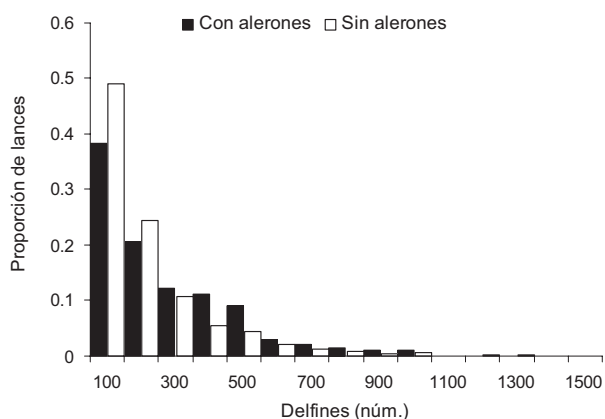


Fig. 4. Distribución de frecuencias de la cantidad de delfines encerrados.

La captura de atún fue también mayor al utilizar alerones, ya que las medianas fueron de 9 t y 7 t, respectivamente, valores muy diferentes ($p = 0.03$) según la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Fig. 5).

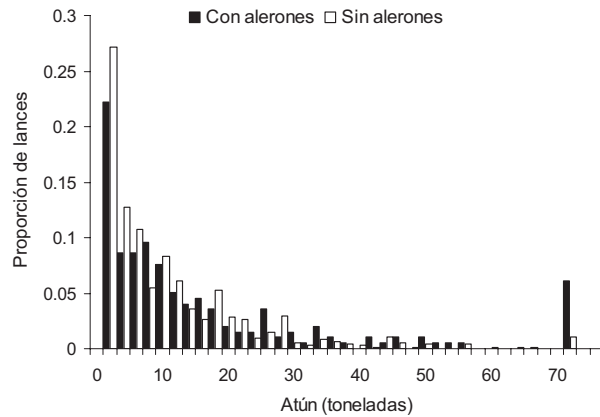


Fig. 5. Distribución de frecuencias de captura de atún en lances.

La tasa de mortalidad de los delfines, al eliminar un lance con delfín común con los que hay poca interacción en la pesca, fue inferior al utilizar alerones (0.13 delfines por lance), que sin alerones (0.39 delfines por lance).

Tabla 1

Proporción de colapsos y abultamientos de la red de cerco durante las maniobras de pesca en redes con y sin alerones

Condición	Alerones	Sin Alerones
<i>Colapsos</i>		
Colapsos	(4/194) = 0.020	(17/737) = 0.023
Corrientes Fuertes	(2/35) = 0.057	(7/125) = 0.056
Averías	(0/23) = 0	(6/108) = 0.055
<i>Abultamientos</i>		
Abultamientos	(7/194) = 0.036	(29/737) = 0.039
Corrientes Fuertes *	(6/35) = 0.17	(11/125) = 0.08
Averías *	(2/23) = 0.086	(10/108) = 0.092

*En un lance se presentó una avería y la corriente fue fuerte.

El valor calculado de χ^2 para las tablas de contingencia de 2x2, elaboradas con base en la información de la *tabla 1*, indicó que no hubo grandes diferencias entre las frecuencias de los colapsos y de los abultamientos en ninguna circunstancia (con o sin corrientes, con o sin averías). Cabe destacar que en 23 lances en los que hubo averías, la red no se colapsó, mientras que sin los dispositivos hubo seis incidentes en 108 lances.

Discusión

El uso de estos dispositivos tuvo algunas ventajas: la primera es que la captura resultó mayor debido a que se escaparon menos ejemplares de atún durante la MR porque la línea de flotación de la red emergió más rápidamente en la zona del ápice, por la resistencia que presentan los alerones.

La segunda es que a pesar de que la resistencia al avance de los alerones fue mínima en comparación con la del paño de la red, éstos contribuyeron a que la conformación y la maniobrabilidad del canal construido durante el retroceso fuese mejor, asimismo se requiere menor velocidad para llevar a cabo la maniobra de liberación y salvamento de delfines. Por otro lado, ya que no se detectaron diferencias estadísticas importantes en la duración de la MR, se puede afirmar que los alerones no afectan esta maniobra.

La tasa de mortalidad de delfines es sustancialmente menor cuando se elimina la mortalidad de especies que tradicionalmente han sido difíciles de manejar (delfín común). Esta diferencia es importante, ya que dicha tasa ha disminuido con el tiempo, y el valor obtenido con los alerones entre 1995 y 1997 se aproxima al registrado entre 2002 y 2004, cuando la experiencia adquirida por los pescadores, las regulaciones y las restricciones disminuyeron las tasas de mortalidad, lo cual sugiere que, de utilizarse esta tecnología, podrían reducirlas aún más. Los delfines manchado de altamar y tornillo del *stock* oriental son los más abundantes en el Pacífico Oriental Tropical (Curry, 1999) y estos dispositivos favorecen su supervivencia. Respecto a la mayor cantidad de delfines encerrados en lances con alerones, esto puede más bien deberse a la táctica y al grado de experiencia de los técnicos al realizar el encierro.

A pesar de las ventajas indicadas, se requiere más información para eliminar el efecto debido a otras variables, como la experiencia y la pericia del técnico de pesca; también es necesario ensayar en embarcaciones con mayor capacidad de acarreo, que representan alrededor de 60% de la flota.

No hubo diferencia significativa entre la cantidad de veces que se colapsó la red o las veces en que hubo abultamientos en las redes con y sin

aleros; también cabe destacar que no hubo colapsos cuando se presentaron averías durante los lances con aleros. Los resultados sugieren que estos aditamentos pueden facilitar la maniobra de pesca; sin embargo, es necesario analizar minuciosamente la información de los lances con colapso de red para verificar si ocurrieron con delfines atrapados en la red.

No se detectaron diferencias en la proporción de abultamientos, aunque fueron ligeramente más frecuentes cuando se usaron aleros, por lo que se requiere una evaluación más detallada para determinar posibles efectos. También se hace necesario conocer la posición de los abultamientos, ya que éstos pudieron haber sido causados por la acción de las corrientes sobre los aleros colocados en las paredes laterales del ápice y cerrado la red hacia los delfines encerrados; también, habrá que revisar cada lance con abultamiento de redes para saber si la ubicación de los aleros fue la causa de este problema.

En el marco del Acuerdo Internacional de Conservación de Delfines (APICD), en la segunda reunión del Comité Científico Asesor (Anónimo, 2005⁸), se presentó esta información y el comité decidió apoyar la continuación de esta investigación con la finalidad de incrementar el tamaño y la calidad de la muestra, así como de verificar si los datos obtenidos son congruentes con los resultados presentados aquí.

Conclusiones

De manera preliminar se concluye que los aleros contribuyeron a mejorar la MR para la liberar a los delfines *Stenella attenuata* y *S. longirostris*, aun cuando la cantidad promedio de delfines encerrados fue mayor. En virtud de que los resultados obtenidos en este trabajo son prometedores, es necesario retomar las investigaciones, incrementar el tamaño y la calidad de la muestra, así como incluir barcos de todas las capacidades.

Agradecimientos

A la Comisión Interamericana del Atún Tropical, al Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y Protección del Delfín y a sus observadores científicos por la información recabada y facilitada para este estudio, así como al técnico de pesca del atún Rogelio Duarte Duarte por su colaboración en este experimento.

Literatura citada

- BUCKI, F. 1981. *Principios generales de cálculo en las artes de pesca*. Serie de Materiales Didácticos en Ciencia y Tecnología del Mar. SEP. México. 77p.
- CAMPBELL, R.C. 1974. *Statistics for biologists*. Cambridge University Press, Reino Unido. 385p.
- CURRY, B.E. 1999. Stress in mammals: the potential influence of fishery-induced stress on dolphins in the eastern tropical Pacific ocean. *NOAA-TM-NMFS-SWFSC-260*, US. Department of Commerce, EU. 121p.
- FRANCIS, R.C., F.T. Awbrey, C.A. Goudey, M.A. Hall, D.M. King, H. Medina, K.S. Norris, M.K. Orbach, R. Payne y E. Pikitch. 1992. *Dolphins and the tuna industry*. National Academy Press, Washington, DC. 176p.
- MARIN, L., E.C. y F.L. Saavedra. 2002. *El embargo del atún mexicano: Política comercial de los Estados Unidos en la era del TLCAN*. Plaza y Valdés. México. 133p.
- OKONSKI, S.L. y L.W. Martini. 1980. *Materiales didácticos para la capacitación en tecnología de artes y métodos de pesca*. SEP. México. 378p.
- RIVERA U., J.L. 1992. Técnicas de rescate de mamíferos marinos en maniobras de pesca con red de cerco. Tesis Profesional. Escuela Superior de Ingeniería Pesquera. UAN. México. 46p.
- ROBLES, R.H. 1995. La pesca de atún asociado a delfines y su reglamentación. Tesis Profesional. Escuela Superior de Ingeniería Pesquera. UAN. México. 107p.

Recibido: 10 de octubre de 2008.

Aceptado: 17 de marzo de 2009.

8. ANÓNIMO. 2005. Acta de la reunión del Comité Científico Asesor, Programa Internacional para la Conservación de los Delfines. Lanzarote, España, 19 de junio del 2005. <http://www.iattc.org/PDFFiles2/SAB-02-Jun-2005-Acta.pdf>.