



THE
PEW
ENVIRONMENT GROUP

SERIE OCEAN SCIENCE



JULIO 2011

Dispositivos agregadores de peces (plantados) y atún

Impactos y opciones de ordenación



Resumen

Este informe ofrece un resumen de la literatura existente sobre dispositivos agregadores de peces (plantados) y sus impactos sobre las poblaciones de atún. Aporta información específica sobre los tipos de plantados, la asociación entre éstos y las especies de atún, los impactos negativos de los plantados sobre estas poblaciones y los medios para limitarlos y describe posibles opciones de ordenación. Aunque la captura incidental de otras especies asociadas con la pesca sobre plantados puede ser significativa, ese no es el enfoque de este resumen.

Los principales impactos negativos de los plantados sobre las poblaciones de atún son:

- Sobrepesca de reclutamiento del atún barrilete en el Océano Atlántico Oriental.
- Sobrepesca de atún patudo en el Océano Pacífico Occidental y Central debido a la combinación de pesca con redes de cerco alrededor de plantados y pesca con palangre.
- Deterioro de la salud de los atunes capturados cerca de los plantados en comparación con los atunes capturados en cardúmenes libres.
- Aumento de la biomasa que se agrega debajo de los plantados con el tiempo, menor abundancia de cardúmenes libres, diferencias en las tallas y edades de los peces cuando se comparan con los atunes de cardúmenes libres y alteraciones en los patrones de movimiento de los cardúmenes como resultado de cambios en el comportamiento de los atunes alrededor de los plantados en el Océano Pacífico.
- Mayor dificultad para evaluar adecuadamente el estado de las poblaciones individuales de atún.
- Altas tasas de captura incidental, incluyendo tiburones, tortugas marinas y atunes juveniles.

Existen varias opciones de ordenación que se pueden utilizar para reducir los impactos de los plantados e incluyen, entre otras:

- Prohibir el uso de plantados (prohibir lances sobre plantados, la colocación de plantados o ambos)
- Marcar los plantados
- Restringir la profundidad de los plantados
- Controles sobre la eficiencia de los barcos
- Prohibir los descartes
- Vedas espacio-temporales (sobre plantados o para la flota entera)
- Límites de captura incidental
- Restricciones al número de plantados utilizados

Se debe hacer notar que aunque algunas de estas medidas han sido efectivas en algunas ocasiones, todas tienen implicaciones que incluyen dificultad en el monitoreo, pérdida de captura objetivo y desplazamiento del esfuerzo de pesca.

Dispositivos agregadores de peces (plantados) y atún

Impactos y opciones de ordenación

Por Alexia Morgan, Ph.D.

¿Qué es un dispositivo agregador de peces, plantado o FAD?

En general existen dos tipos de dispositivos agregadores de peces, (también llamados plantados o FAD, por las siglas en inglés de Fish Aggregating Devices): anclados (Figura 1) y objetos flotantes o de deriva (Figura 2) (Fréon y Dagorn 2000). La concentración o el uso de los dos tipos de plantados pueden variar por área geográfica y los pescadores emplean una variedad de artes de pesca como redes de cerco, redes de arrastre y artes pasivas como palangres para capturar lo peces que rodean un plantado (de San y Pages 1998). Grandes redes de cerco son desplegadas—conocido como el “lance” del arte de pesca—para capturar cardúmenes de atún que se encuentran entre las agregaciones de diferentes especies debajo de los plantados. La captura de peces alrededor de un plantado se conoce como lance asociado, comparado con lances sobre cardúmenes de peces libres o lances no asociados. Otros tipos de lances asociados podrían ser sobre otros objetos flotantes tales como palos, basura marina, ballenas y tiburones ballena vivos y muertos y boyas de datos. En el Pacífico Oriental, una gran proporción de lances con redes de cerco se realizan sobre delfines; la asociación entre delfines y cardúmenes de atún típicamente ocurre solamente en esta región.

* Ver biografía e información de contacto en la contraportada.

¿Cómo se desarrollaron los plantados y cómo se utilizan actualmente?

Los pescadores artesanales del Mediterráneo, el Sureste de Asia y el Pacífico Central y Occidental (OPOC) han utilizado plantados por cientos o miles de años (Kakuma 2000; Morales-Nin *et al.* 2000). Esta práctica comenzó cuando los pescadores notaron que los atunes y otras especies pelágicas se agregaban naturalmente debajo de troncos, placas de algas marinas y ramas y aún cerca de animales más grandes como tiburones ballena y que la pesca mejoraba cerca de estos objetos o animales (Higashi 1994).

Cuando no encontraban objetos naturales fácilmente, los pescadores los fabricaban para poder pescar continuamente (Atapattu 1991). Los plantados anclados se utilizaron por primera vez en el Siglo XVII en el Mediterráneo (Desurmont y Chapman 2001) y para inicios de la década de 1900, ya los pescadores de Filipinas e Indonesia también los usaban (Prado 1991; Anderson y Gates 1996). Históricamente, los plantados anclados han sido usados en aguas someras (Prado 2001) por pescadores de pequeña escala (Reynal *et al.* 2000), pero como resultado de los avances tecnológicos, los que se fabrican comercialmente ahora pueden operar a profundidades de más de 2.000 metros (Anderson y Gates 1996).

PLANTADOS ANCLADOS

Los objetos flotantes artificiales anclados se utilizan comúnmente (Greenblatt 1979; Matsumoto et al. 1981; Kihara 1981) y se colocan en la superficie o sumergidos en la columna de agua (Ministerio de Pesca y Recursos Marinos 2008). Los plantados anclados consisten de un flotador, una cuerda de anclaje y algún tipo de estructura submarina o atrayente (Malig et al. 1991) (Figura 1a). Pueden construirse usando llantas, cemento o bloques de motor o una combinación de troncos y bambú atados con cuerdas (Atapattu 1991; Aprieto 1991), o pueden ser de fabricación comercial en acero, aluminio o fibra de vidrio equipados con dispositivos de geo-localización (Anderson y Gates 1996).

Las secciones flotantes de los plantados comerciales usualmente son recipientes de acero llenos de espuma de poliuretano (Matsumoto et al. 1981) con reflectores y luces intermitentes encima (Higashi 1994; Holland et al. 2000).

La sección que queda sumergida por lo general consiste de redes de panel, que puede tener pesos en la parte inferior para mantener la red vertical en el agua (Franco et al. 2009). Existen otras variaciones, incluyendo el "diseño coreano," construido de tal manera que la parte sumergida se extiende como una vela, lo que hace que el plantado se mueva lentamente y lo mantiene de un área concentrada (Franco et al. 2009). Las boyas de datos también pueden ser utilizadas por los pescadores como un tipo de plantado anclado, aunque la Organización Meteorológica Mundial y la Comisión Oceanográfica Intergubernamental consideran que esto es vandalismo, debido a que el daño causado por los barcos de pesca a las boyas es significativo alrededor del mundo (Teng et al. 2009; Western y Central Pacific Fisheries Commission 2009b). La pesca alrededor de boyas está prohibida en el Océano Pacífico Occidental y Central (WCPFC 2009b) y en el Océano Pacífico Oriental (Inter-American Tropical Tuna Commission 2010a).

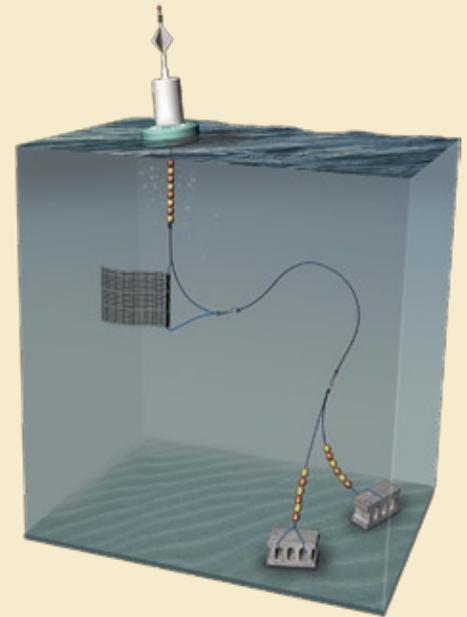


Figura 1. Plantado anclado.

A finales del Siglo XX, la práctica de pescar con plantados se expandió a mar abierto y a la pesca industrial a gran escala, cuando los pescadores en altamar (áreas más allá de la jurisdicción nacional) reconocieron el éxito de los pescadores costeros (Fonteneau *et al.* 2000b). Más recientemente, se ha visto una rápida evolución en el uso de plantados de deriva en las pesquerías comerciales debido a los avances en la tecnología pesquera (Bromhead *et al.* 2003).

Hoy en día, el uso de plantados es extenso, particularmente en las pesquerías industriales, para capturar grandes cardúmenes de atún. Por ejemplo, en el Mar de Bismarck de Papúa Nueva Guinea, se encuentran más de 900 plantados anclados (Kumoro 2003). En el Océano Pacífico Oriental (OPO), la siembra de plantados alcanzó 7.774 en 2006; 8.432 en 2007 y 9.813 en 2008 (WCPFC 2009a). En el Océano Pacífico Occidental y Central (OPOC)

durante 2008, se realizó un total de 20.859 lances sobre cardúmenes libres de atún (no asociados); 4.570 sobre troncos; 9.508 sobre plantados de deriva y 2.270 sobre anclados, pero el número total de plantados en uso, colocados y recuperados por año o utilizados por los barcos individuales en esta región no está disponible (WCPFC 2009a). También en el OPOC, los cerqueros usualmente colocan 100 plantados o más (con transmisores satelitales y eco-sondas) a la vez (Hampton 2010). Con base en el tamaño reportado de la flota de cerqueros (235 barcos), podría haber hasta 23.500 plantados colocados a la vez en el OPOC.

Los plantados por lo general se dejan en el agua durante toda su vida—dependiendo de su tipo y construcción, pero no siempre se pescan activamente—a menos que medidas de ordenación requieran su remoción durante las vedas. Sin embargo, aún durante las vedas, el número de plantados removidos

no se ha documentado (WCPFC 2009a) y la información sobre uso alrededor del mundo en general es pobre (Macfayden *et al.* 2009).

En el OPO, se desconoce el número de plantados que son removidos durante las vedas y la información sobre cuántos retiran los barcos cada año es limitada (WCPFC 2009a). Sin embargo, se estima que 5.917 plantados fueron retirados en el OPO en 2006; 7.774 en 2007 y 7.391 en 2008 (WCPFC 2009a).

En el Océano Índico, las encuestas de capitanes (barcos franceses y españoles) indican que cerca de 2.100 plantados son monitoreados activamente en un momento dado (Moreno *et al.* 2007). Sin embargo, la información sobre cuántos se siembran, cuántos

lances se hacen y cuántos son retirados, perdidos o apropiados cada año no está disponible para el Océano Índico ni el Atlántico (WCPFC 2009a). Algunas organizaciones regionales de ordenación pesquera (OROP) están haciendo esfuerzos para recolectar información más detallada sobre el uso de plantados en sus respectivas regiones.

Los lances sobre plantados de deriva usualmente se realizan en la noche o muy cerca del amanecer para capturar a los peces cuando suben por la columna de agua y para esconder la red de los peces (Hampton y Bailey 1999). Harley *et al.* (2009) encontraron que el 94% de los lances sobre plantados ocurre antes del amanecer, pero sólo el

PLANTADOS DE DERIVA

Por muchos años, los pescadores han dirigido esfuerzo a los peces que se agregan en torno a objetos flotantes o a la deriva como troncos o palos naturales, tablones, tarimas, redes de pesca abandonadas y boyas (Castro *et al.* 2002), o cerca de animales vivos grandes como tiburones ballena, manta rayas y mamíferos marinos grandes (MFMR 2008). A estos objetos flotantes se les conoce como plantados de deriva (hechos por el hombre) (Figura 1b), objetos flotantes de deriva y animales vivos (MFMR 2008). En este documento, el término plantado no se refiere a animales vivos, a menos que se especifique lo contrario.

La pesca con redes de cerco sobre cardúmenes asociados con troncos se concentra en áreas costeras tropicales cercanas a manglares o ríos grandes (Castro *et al.* 2002). Otros plantados de deriva incluyen balsas de bambú con ramas y hojas de palma que cuelgan por los lados y son muy comunes en los océanos Pacífico e Índico (van Pel 1938; Marsac y Stéquet 1986; Biaís y Taquet 1990; Josse 1992; Mathews *et al.* 1996; Ibrahim *et al.* 1996). En el Mar Mediterráneo, se fijan ramas de árboles a piezas de madera y corcho para crear estructuras flotantes (Massutí y Reñones 1994; D'Anna *et al.* 1999). En el Océano Índico, se estima que la mitad de los pescadores prefieren pescar cerca de objetos flotantes naturales, como troncos, comparado con otros tipos de plantados (Moreno *et al.* 2007).

En algunas áreas, se utilizan series de boyas de arrastre para crear las secciones flotantes de los plantados, permitiendo que la parte superior quede sumergida. Esto crea menos presión sobre los amarres que unen todo el plantado y hace que dure varios años (de San y Pages 1998), agregando peces más rápido que los plantados de superficie y atrayendo más cantidad de peces (Sokimi 2006).

Los plantados de deriva pueden ser equipados con transmisores para poder localizarlos o con equipo de sonar que indica la cantidad de peces que se están agregando (Castro *et al.* 2002; Hampton 2010). Algunas veces, éstos son subidos a bordo y modificados instalándoles otro transmisor de radio (WCPFC 2009a). Se puede identificar la cantidad de peces que se ha agregado (talla y especie) usando sonar, hasta con un día de anticipación (Ariz *et al.* 1999).

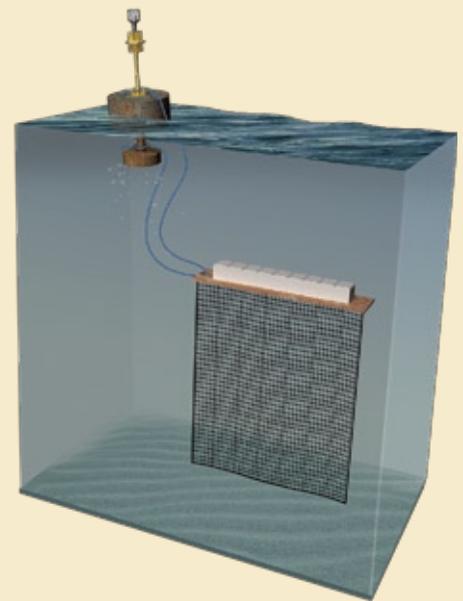


Figura 2. Plantado de deriva.

3% de los lances sobre cardúmenes no asociados se realizan antes del amanecer; la mayoría de éstos ocurren durante el día.

En el OPO, el número de lances de redes de cerco sobre plantados ha aumentado con el tiempo, de cerca del 20% en 1990 a alrededor del 40% en 2006 (Miyake *et al.* 2010). Conforme esta proporción aumentó, el número de lances sobre manadas de delfines se redujo y la proporción sobre cardúmenes no asociados se mantuvo relativamente constante (Miyake *et al.* 2010). En el OPOC y el Océano Índico, la proporción de lances de redes de cerco sobre plantados, comparada con cardúmenes no asociados, ha fluctuado de entre 60 y 70% a entre 40 y 60% respectivamente, mientras que en el Atlántico, cerca de la mitad de los lances de cerco es sobre plantados y el resto sobre cardúmenes libres (Miyake *et al.* 2010).

¿Por qué se agregan los atunes alrededor de los plantados?

Entender el comportamiento de los peces y la estructura espacial de las comunidades alrededor de los plantados es crítico para la ordenación apropiada de las pesquerías de atún (Josse *et al.* 2000). En general, se cree que los peces utilizan los objetos flotantes principalmente como protección contra depredadores (Gooding y Magnuson 1967; Hunter y Mitchell 1968; Hunter 1968), como fuente de alimento disponible (Gooding y Magnuson 1967), como sitio de reunión (Dagorn *et al.* 1995; Fréon y Dagorn 2000) y para aumentar la supervivencia de huevos, larvas y juveniles (Gooding y Magnuson 1967).

En particular, el atún patudo juvenil se encuentra frecuentemente en la cercanía de plantados y por lo tanto es capturado por los barcos cerqueros (Harley *et al.* 2010). Es probable que ofrezcan protección y una buena alimentación a los juveniles, lo que aumenta su oportunidad de sobrevivir (Castro *et al.* 2002). Además, los objetos flotantes podrían ayudar a esta y otras especies a migrar a sus hábitats de adultos (Castro *et al.* 2002). El patudo juvenil también podría usarlos como puntos de reunión para formar cardúmenes más grandes (Fréon y Dagorn 2000). Aunque se han realizado varios estudios sobre el comportamiento y la migración vertical de los atunes agregados alrededor de objetos, todavía se desconocen las razones exactas para la asociación entre el patudo juvenil y los plantados (Dagorn *et al.* 2007).

En general se cree que los plantados de deriva deben estar en el agua por al menos un mes para

agregar suficiente atún para la captura (Itano 2007; Moreno *et al.* 2007). Los capitanes de pesca que han sido entrevistados opinan que otras especies deben estar presentes en los objetos antes de que los atunes se agreguen y que éstas llegan a los plantados entre una y cuatro semanas después de su colocación (Moreno *et al.* 2007). El atún nunca es la única especie que se encuentra en un plantado (Moreno *et al.* 2007). Los capitanes usan eco-sondas, sonar, conocimiento previo de las distribuciones de profundidad y del comportamiento de las especies de atún, así como la observación visual de las agregaciones de especies mixtas para ayudar a cuantificar el número y el tamaño de las especies antes de calar sus redes (Schaefer y Fuller 2008).

El atún aleta amarilla (la mayoría de la investigación sobre agregaciones alrededor de plantados se ha realizado sobre esta especie [Dagorn *et al.* 2010]) tiende a agregarse durante el día y a alejarse durante la noche (Holland *et al.* 1990; Buckley y Miller 1994). Evidencia de Hawaii sugiere que el atún aleta amarilla y el patudo permanecen cerca del mismo plantado por hasta 150 y 10 días, respectivamente. Cuando se encuentran en un conjunto de plantados, estos peces a veces visitan el objeto vecino más cercano, aunque pasan la mayoría de su tiempo en el que colonizaron originalmente (Dagorn *et al.* 2007). Los estudios de marcado en las Islas Comoras del Océano Índico han mostrado una asociación entre el aleta amarilla y los plantados anclados en el área, pero ese no es el caso con el barrilete (Cayre 1991). También se ha demostrado que el aleta amarilla detecta los plantados anclados desde entre y cinco y ocho millas de distancia (Holland *et al.* 1990; Dagorn *et al.* 2000).

¿Cómo afecta negativamente al atún el uso de plantados?

La pesca con redes de cerco a escala industrial sobre plantados conduce a la captura indiscriminada de atún, incluidos los juveniles de aleta amarilla y patudo, lo que causa preocupación a los encargados de las pesquerías (Bromhead *et al.* 2003; Sokimi 2006), principalmente porque los individuos asociados con los plantados son más jóvenes y más pequeños que los que se encuentran en cardúmenes libres (Ménard *et al.* 2000a; Fréon y Dagorn 2000). En algunas áreas, como el Pacífico, ya existe preocupación de que podría darse una sobrepesca de crecimiento (peces que son capturados en tallas promedio

menores a las que producirían el rendimiento máximo por recluta) y posteriormente la sobrepesca de reclutamiento (la población de adultos se reduce hasta un punto en el cual ya no tiene la capacidad reproductiva para renovarse) de atún patudo y aleta amarilla como resultado del incremento en la pesca sobre plantados. Es posible ya haya ocurrido sobrepesca de reclutamiento de barrilete en el Océano Atlántico Oriental (Bromhead *et al.* 2003).

La más reciente evaluación de población de patudo en el OPOC mostró que la biomasa reproductora se encuentra a la mitad del nivel existente en 1970, que las capturas actualmente están muy por encima del máximo rendimiento sostenible, que la población está aproximándose a un estado de sobrepesca y que ya está ocurriendo sobrepesca (Harley *et al.* 2010). Esta evaluación también sugirió que la pesca de cerco (la mayoría del patudo se captura en lances sobre plantados) tienen un “impacto igual o mayor” al de las pesquerías de palangre sobre la biomasa del atún patudo (Harley *et al.* 2010). El estado del patudo en el Atlántico es un tanto incierto, aunque parece que la biomasa actual es ligeramente mayor que la requerida para el rendimiento máximo sostenible (RMS), mientras que la mortalidad por pesca es un poco inferior que la asociada con el RMS (Scientific Committee on Research and Statistics 2010). Al mismo tiempo, la evaluación actual del atún patudo en el Océano Índico indica que no está bajo un régimen de sobrepesca (IOTC 2009) y en el OPO parece estar recuperándose a pesar de la sobrepesca en el pasado reciente (IATTC 2008a; Aires-da-Silva 2011).

La investigación sugiere que la mayoría del atún capturado en plantados anclados y de deriva mide menos de 70 centímetros de longitud (Marsac *et al.* 2000) y un análisis mundial indica que muchos patudos y aleta amarilla capturados en objetos de deriva tienen como un año de edad (Bromhead *et al.* 2003). Además, el atún capturado en asociación con plantados de deriva está menos saludable (basado en la gordura) que los capturados en cardúmenes libres (Hallier y Gaertner 2008). Por ejemplo, el peso promedio del patudo capturado en plantados en el Océano Índico se redujo entre 1984 y 2001 (IOTC 2005) y el peso promedio del barrilete en el Atlántico Oriental bajó entre 1991 y 1997, después de que el uso de plantados se hizo más común (Ménard *et al.* 2000). Esta reducción de peso en el Atlántico podría deberse a que el barrilete está siendo capturado en plantados en aguas cálidas con pobres condiciones de

alimento, ya que no puede moverse hacia sitios más productivos (Ménard *et al.* 2000).

La introducción de plantados en el Pacífico también parece haber resultado en un cambio de comportamiento del atún que ha causado aumentos en la biomasa debajo de los objetos (Fonteneau 1991), reducciones en la abundancia de cardúmenes libres (Fonteneau *et al.* 2000a; Marsac *et al.* 2000), diferencias entre la edad y la talla de los peces libres y los asociados con plantados (Ménard *et al.* 2000; Fréon y Dagorn 2000) y cambios en los patrones de movimiento (Ménard *et al.* 2000b) y la estructura (Josse *et al.* 1999; Josse *et al.* 2000) de los cardúmenes. Los cardúmenes asociados con plantados por lo general tienen un biomasa mayor que los cardúmenes libres, lo que significa que se puede capturar más atún en cada lance de la red de cerco (Fonteneau 1991).

El mayor número de plantados que ahora está presente en los océanos aumenta la probabilidad de encontrar atún en ellos (Bromhead *et al.* 2003), lo que causa un efecto de cascada. Por ejemplo, la hipótesis de la “trampa ecológica” (Marsac *et al.* 2000) sugiere que el atún y otros peces pueden quedar atrapados entre conjuntos de plantados de deriva, lo que podría alterar las rutas migratorias de estos peces y afectar, por lo tanto, características tales como el crecimiento y la reproducción. El tamaño de los conjuntos de plantados también puede variar según la ubicación. Por ejemplo, Hawaii tiene una serie de 56 plantados anclados que rodean las principales islas hawaianas (Holland *et al.* 2000) y dentro de este conjunto, la distancia entre los objetos individuales oscila entre siete y 31 kilómetros (Dagorn *et al.* 2007).

La agregación de atunes juveniles alrededor de los plantados también los hace más susceptibles a la depredación por parte de atunes más grandes y otros depredadores (Delmendo 1991; Bromhead *et al.* 2003). Hallier y Gaertner (2008) ofrecieron evidencia que apoya esta teoría, mostrando cambios significativos en los patrones migratorios y mayores tasas de desplazamiento en presencia de plantados de deriva, así como diferencias en la gordura y las tasas de crecimiento de los peces (los atunes alrededor de los plantados de deriva eran menos saludables que los peces de cardúmenes libres), pero es necesario hacer mucha más investigación. Por ejemplo, las diferencias en la hora de la pesca y las tallas de los peces capturados cerca de los plantados comparadas con los cardúmenes libres pueden haber influenciado estos resultados (Hallier y Gaertner 2008).

El uso de plantados también ha hecho que las evaluaciones de las poblaciones de atún sean mucho más difíciles de realizar, debido a los cambios en las tallas de atún capturado, las zonas de pesca, los patrones migratorios y la definición y el uso del esfuerzo de pesca (Fonteneau *et al.* 2000a; Gaertner y Pallarés 2001). El uso de los plantados ha aumentado la eficiencia de captura de los barcos cerqueros (Bromhead *et al.* 2003) y en áreas como el OPO, se logra más captura (peso) en lances sobre plantados que sobre cardúmenes no asociados (Bromhead *et al.* 2003). Por ejemplo, el 90% de los lances de cerco sobre plantados capturan atún, comparado con sólo el 50% sobre cardúmenes libres (Fonteneau 2000b), una de las razones por las cuales se han tomado tan populares.

En resumen, ya se han observado y documentado varios impactos negativos de los plantados sobre las poblaciones de atún, incluyendo:

- Sobrepesca de reclutamiento del atún barrilete en el Océano Atlántico Oriental.
- Deterioro de la salud (gordura) comparada con la de atún capturado en cardúmenes libres.
- Cambios en el comportamiento del atún relacionados con los plantados que aumenta la biomasa debajo de los objetos (y puede causar que el atún sea más susceptible a la captura), reducción de la abundancia de cardúmenes libres, diferencias en tallas y edades comparadas con las de los atunes capturados en cardúmenes libres y cambios en los patrones de movimiento de los cardúmenes.

- Mayor dificultad para evaluar correctamente el estado de las poblaciones individuales de atún.
- Sobrepesca de atún patudo juvenil en el OPOC.

Es probable que existan otros impactos, pero todavía tienen que ser investigados y/o documentados (Fonteneau 2003).

¿Cómo afectan los plantados a otras especies diferentes al atún?

Los plantados afectan una gran variedad de especies, muchas de las cuales son extraídas como captura incidental en las pesquerías de atún (Gilman 2011). Éstas incluyen tortugas marinas, tiburones y muchos atunes juveniles que no son la captura objetivo de la pesquería (Gilman 2011).

Las tasas de captura incidental para los lances asociados y no asociados con plantados han sido reportadas en el OPOC (Lawson 2001) y en el OPO (Hall 1998). En el OPOC, otros atunes (aparte de barrilete, aleta amarilla y patudo) fueron las especies con mayor presencia en la captura incidental, representando casi el 100% tanto en lances asociados como no asociados (Tabla 1). Los siguientes grupos más comunes en la captura incidental fueron los tiburones en lances no asociados y otros peces en lances asociados. En el OPO, los peces pequeños fueron las especies más comunes entre la captura incidental en ambos tipos de lances, seguidos de peces ballesta en lances asociados y jureles en lances no asociados.

TABLA 1. TASAS DE CAPTURA INCIDENTAL en lances asociados con plantados y no asociados en el OPOC (porcentaje basado en número de individuos) y el OPO (tasas de captura por 1.000 toneladas de atún).

OPOC		
Especie/grupo	Lances asociados con plantados	Lances no asociados
Atún	98,34	99,86
Tiburones	0,20	0,05
Picudos	0,06	N/A
Otros túnidos	0,13	0,03
Otros peces	1,13	0,03
OPO		
Especie/grupo	Lances asociados con plantados	Lances no asociados
Peces pequeños	7.286,3	1.091,5
Peces ballesta	4.774,6	N/A
Dorado	4.722,7	193,8
Peto	2.034,6	N/A
Jurel	N/A	553,8
Peces grandes	N/A	457,3

TABLA 2. TÉCNICAS DE ORDENACIÓN DE PLANTADOS investigadas e implementadas (en el pasado o el presente) por OROP u otros (Ej., compañías o flotas individuales).

Técnica de ordenación	Investigada					Implementada				
	IOTC	IATTC	ICCAT	WCPFC	Otros	IOTC	IATTC	ICCAT	WCPFC	Otros
Prohibir el uso de plantados	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✓ Pasado	✓ Presente	✗
Restringir el número de lances sobre plantados	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Restringir el número de plantados	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Marcar los plantados	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Alternativas o restricciones de diseño de plantados	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
Evitar comportamiento de cardúmenes	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Profundidad del plantado	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Límites de talla	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓ Pasado	✗	✗
Límites de captura	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓ Pasado	✗	✗	✗
Controles sobre la eficiencia de los barcos	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓ Presente	✗	✗	✗
Prohibición de descartes	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✓ Presente	✗	✓ Presente	✓ Presente
Vedas espacio-temporales	✓	✓	✓	✓	✓	✓ Pasado	✓ Presente	✓ Presente	✓ Presente	✓ Presente

¿Qué opciones de ordenación existen para limitar los impactos negativos de los plantados sobre los atunes juveniles?

El atún está bajo ordenación dentro de las aguas costeras de la mayoría de los países por parte de sus respectivos gobiernos. Sin embargo, en altamar, las áreas que se encuentran más allá de la jurisdicción nacional, una serie de organizaciones regionales de ordenación pesquera (OROP) son responsables de la ordenación de muchas especies de atún. Los plantados son utilizados más comúnmente en las áreas que se encuentran dentro de las áreas de ordenación de la Comisión de Pesquerías del Pacífico Occidental y Central (WCPFC), la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT), la Comisión del Océano Índico para el Atún (IOTC) y la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (CICAA).

Las OROP han investigado muchas técnicas y opciones de ordenación y en algunos casos, estas técnicas han sido implementadas (Tabla 2). Por ejemplo, la WCPFC requiere que todos los países miembro que pescan en altamar presenten planes que incluyan estrategias para limitar la cantidad de atún patudo y aleta amarilla juvenil que se captura durante la pesca

con plantados (WCPFC 2008). Además, se están investigando varias otras opciones o las OROP tienen planes para hacerlo en el futuro.

A continuación se resumen las técnicas de ordenación investigadas por las OROP y sus hallazgos, cuando han estado disponibles. Además, un resumen de su efectividad, de los impactos mitigados y de las implicaciones se encuentra en la Tabla 3.

Prohibir el uso de plantados

En el contexto de ordenación, prohibir el uso de plantados se refiere a medidas tales como prohibir los lances sobre plantados, prohibir colocarlos o ambas. Esta técnica de ordenación busca reducir el esfuerzo total de pesca sobre plantados pero no siempre requiere remover estos objetos del agua, por lo que los peces se continuarían agregando (Harley *et al.* 2009). La WCPFC determinó que prohibir el uso de los plantados podría reducir el esfuerzo de pesca a corto plazo, pero que también podría causar que los pescadores empezaran a utilizar métodos alternativos, tales como helicópteros, para aumentar sus capturas de cardúmenes libres de atún (WCPFC 2004). La WCPFC además encontró que prohibir los plantados podría tener impactos económicos negativos sobre

las flotas atuneras de la región (WCPFC 2004). Adicionalmente, la prohibición podría conducir a cambios de las especies objetivo y afectar negativamente a la flota cerquera al tiempo que afectaría positivamente a la flota palangrera (WCPFC 2004). Aún más, este tipo de restricciones también requeriría de extensa vigilancia aérea y marítima para monitorear el cumplimiento, lo cual sería difícil en áreas que no cuentan con una cobertura del 100% de observadores a bordo (WCPFC 2004). Sin embargo, se ha requerido que los barcos cerqueros que pescan en el OPOC entre los 20 grados norte y los 20 grados sur de latitud lleven observadores a bordo a partir del 1 de enero de 2010, de conformidad con la Medida de Conservación y Ordenación (CMM) 2008-1 (WCPFC 2008). La sección sobre vedas espacio-temporales más adelante, contiene más información sobre la prohibición de lances sobre plantados durante estos cierres en el OPOC y el uso de observadores.

Durante la reunión de la WCPFC en 2010, la Forum Fisheries Agency, que consiste de 17 naciones insulares del Pacífico y fue desarrollada para ayudar a estos países a manejar de manera sostenible sus recursos pesqueros y para actuar como ente asesor, propuso una prohibición de lances con redes de cerco sobre cardúmenes de atún alrededor de tiburones ballena (Fisheries Forum Agency 2010) que ahora es parte del tercer acuerdo de implementación del Acuerdo de Nauru (Parties to the Nauru Agreement 2010). La CICA recomendó una moratoria sobre el uso de plantados en el Golfo de Guinea en 1998 (ICCAT 1999). Esto se discute en más detalle en la sección sobre vedas espacio-temporales.

Restringir el número de lances sobre plantados

Restringir el número de lances que los pescadores pueden hacer sobre plantados o el número de objetos permitido por barco (descrito abajo) son otros tipos de ordenación a través del control de esfuerzo.

La WCPFC encontró que restringir el número de plantados que cada barco puede colocar es difícil de monitorear, debido a que los barcos a veces los comparten y pueden encontrar y utilizar los plantados de otros barcos (WCPFC 2004). La CIAT investigó limitar los lances sobre plantados y objetos flotantes pero no adoptó la medida de ordenación (WCPFC 2009a).

Restringir el número de plantados por barco

La WCPFC investigó restringir el número de plantados que cada barco puede colocar y encontró que esta restricción requeriría de una cobertura del 100% de observadores a bordo, así como otros tipos de vigilancia (WCPFC 2004). Requiere que, a partir del 1 de enero de 2010, los barcos cerqueros que pescan en el OPOC lleven un observador a bordo, por lo que esta información podría ser recolectada fácilmente. Sin embargo, debido a problemas logísticos relacionados con la capacitación de los observadores, se considera que, en general, la cobertura no fue del 100% en el año 2010 (la información sobre la cobertura de observadores durante 2010 aún no está disponible) y, por lo tanto, se deberían considerar las prioridades para los datos recolectados (Hampton 2009).

Marcar los plantados

La CIAT implementó un proyecto en 2009 para ayudar a los observadores de la pesquería a identificar los plantados individuales aplicándoles etiquetas con marcas (IATTC 2008b). Este tipo de medida permitiría a los encargados de la pesca dar seguimiento al número de plantados individuales que se están pescando, proporcionando algún tipo de medición del esfuerzo (WCPFC 2009a). Los observadores en el OPO recolectan información sobre la hora y la ubicación de los lances, la descripción y la dimensión del plantado y sus componentes, cómo se localizó e información sobre la propiedad y el origen del plantado por medio del programa Flotsam Information Record (WCPFC 2009a). Los resultados de este proyecto deben ser reportados a la reunión de la CIAT en el año 2011 (IATTC 2010b).

Además, algunas especificaciones para marcar plantados fueron propuestas originalmente en la CMM-2008-01 en el OPOC (WCPFC 2009a). Éstas incluían marcar permanentemente cada plantado con 1) el nombre del barco cerquero “padre”, 2) su número de identificación, 3) un número único para el plantado y 4) la fecha de la primera colocación del plantado (WCPFC 2009a). En 2009, la FFA solicitó que la Secretaría de la WCPFC realizara un estudio de factibilidad sobre la marca, identificación y seguimiento de plantados (WCPFC 2009d). De acuerdo con WCPFC 2009a, aún no se han adoptado reglamentos específicos para la marca de plantados en el OPOC. Sin embargo, la mayoría de las CMM en el OPOC tienen planes de ordenación pesquera que

TABLA 3. LISTA DE OPCIONES DE ORDENACIÓN, su efectividad (sí, no o desconocida) en las regiones donde han sido implementadas o investigadas, cuál impacto del uso de los plantados es mitigado por medio de estas medidas e implicaciones negativas asociadas.

Opción de ordenación	Efectivo	S	N	Des.	Propósito	Implicaciones
Prohibir el uso de plantados	OPOC		✓		Control de esfuerzo	Requiere vigilancia aérea y marítima y cobertura de observadores, pescadores cambian a métodos alternativos (Ej., helicópteros), impacto económico negativo, cambios en especies objetivo
	Atlántico	✓				
Restringir número de lances sobre plantados	OPOC		✓		Control de esfuerzo	Difícil de monitorear, requiere cobertura de observadores
	Atlántico		✓			
Restringir el número de plantados por barco	OPOC			✓	Control de esfuerzo	Difícil de monitorear, requiere cobertura de observadores y otros tipos de vigilancia
Marcar los plantados	OPO	✓			Medida de esfuerzo	Requiere cobertura de observadores
Alternativas o restricciones de diseño de plantados	OPO			✓	Reducir captura incidental (atunes y otros)	Pérdida de captura objetivo, materiales más caros, difícil de usar
	OPOC			✓		
Evitar comportamiento de cardúmenes	OPO			✓	Reducir captura incidental (atunes y otros)	Difícil de monitorear, pérdida de captura objetivo, requiere cobertura de observadores
	OPOC			✓		
Restricciones a la profundidad del plantado	OPO	✓			Reducir captura incidental (atunes y otros)	Difícil de monitorear, pérdida de captura objetivo, requiere cobertura de observadores
Límites de talla	OPO		✓		Reducir captura incidental (atunes y otros)	Difícil de monitorear, pérdida de captura objetivo, requiere cobertura de observadores
Límites de captura	OPO		✓		Limitar la captura	Difícil de monitorear, requiere cobertura de observadores, muestreo en puerto y sistema de monitoreo de barcos, problemas de cumplimiento
	OPOC			✓		
Controles sobre la eficiencia de los barcos	OPOC		✓		Control de esfuerzo	Altos costos económicos, difícil de monitorear, requiere cobertura de observadores y muestreo en puerto
	OPO	✓				
	Océano Índico		✓			
Prohibición de descartes	OPO	✓			Limitar la captura total	Difícil de monitorear, requiere cobertura de observadores, podría no beneficiar a todas las especies
	OPOC	✓				
Vedas espacio-temporales	Atlántico	✓			Control de esfuerzo, limitar la captura	Difícil de monitorear, requiere cobertura de observadores y sistema de monitoreo de barcos (VMS), redistribución del esfuerzo de pesca hacia otras áreas o pesquerías, peces objetivo de otras flotas, problemas de cumplimiento, vedas inapropiadas, altos costos económicos
	OPOC			✓		
	Océano Índico			✓		
	OPO		✓			

contienen lineamientos de marcado e identificación de plantados, pero en su mayoría, estos lineamientos carecen de detalles específicos (WCPFC 2009a).

La WCPFC planea continuar investigando la factibilidad de 1) marcar e identificar los plantados, 2) monitoreo electrónico de plantados y 3) registro y reporte de información sobre la posición de los plantados por parte de la OROP (WCPFC 2009a; WCPFC 2010). Las Partes del Acuerdo de Nauru (PNA), un grupo de ocho países insulares del Pacífico que tienen un acuerdo sobre los términos y condiciones para

obtener licencias de pesca de atún con redes de cerco en la región, también planean desarrollar programas para el registro, el monitoreo y la ordenación de plantados y comenzarán a hacer pruebas en 2012 (WCPFC 2010).

Alternativas y restricciones en el diseño de plantados

Buscar diseños alternativos podría reducir la presencia de atunes juveniles y especies de captura incidental y la investigación realizada (por parte de

compañías, no de las OROP) incluye el uso de un tipo diferente de estructura de flotación (cilindros fabricados de tubos de polietileno y balsas de bambú) probada con diferentes estructuras sumergidas (tela de vela, yute, telas semi-naturales, cuerdas, redes agrícolas y hojas de palma), pero los resultados no han sido concluyentes (Franco *et al.* 2009). De manera alternativa, los pescadores podrían atar sacos de sal vacíos a lo largo de la red colgante del plantado de deriva para producir un efecto de sombra que disuada a los peces de agregarse (Franco *et al.* 2009). No parece que estas alternativas hayan sido aplicadas por ninguna de las flotas cerqueras, debido a que los pescadores consideran que los plantados rectangulares son los mejores en términos de captura; el bambú y las redes son materiales baratos y los diseños alternativos no han sido probados a niveles adecuados (Franco *et al.* 2009).

La CIAT ha realizado investigaciones relacionadas con el uso de rejillas clasificadoras en los barcos cerqueros con resultados variados. Las rejillas de clasificación no alteran el diseño del plantado sino que proporcionan una manera de reducir la captura de atún juvenil y la captura incidental al crear una abertura que permite escapar a los peces más pequeños. Un único marco rígido es demasiado difícil de usar y las rejillas flexible sí permiten escapar al atún, pero no se sabe qué tan sustancial es este escape (IATTC 2008b). La CIAT continuará experimentando con las rejillas clasificadoras entre 2011 y 2013, sujeto a la disponibilidad de fondos (IATTC 2010b).

La WCPFC también ha investigado restringir el diseño de las redes que se pueden utilizar en los plantados (WCPFC 2004). Por ejemplo, Hasegawa *et al.* (2010) probaron la luz de malla grande de la red de cerco para determinar si el atún patudo pequeño podía escapar. Sin embargo, no pudieron registrar ningún escape de la red, probablemente debido al tamaño tan pequeño del cardumen de patudo alrededor de los plantados.

Además, las flotas cerqueras de Francia y España están tratando de desarrollar “plantados ecológicos,” que son biodegradables y por lo tanto no conducentes a la pesca fantasma, que es la captura que continúa en artes que han sido perdidas o abandonadas (Dagorn 2010). Los plantados auto-destructivos también están siendo probados en el OPO (IATTC 2008b).

Comportamiento de cardúmenes y técnicas para evitarlo

La información acerca de la distribución espacial y de la biomasa de las agregaciones de peces alrededor de los plantados es también necesaria para el manejo sostenible de estas pesquerías (Doray *et al.* 2006), ya que estos datos podrían ser utilizados para reducir las interacciones entre los atunes juveniles y los plantados. La CIAT ya había identificado necesidad de entender el comportamiento de formar cardúmenes de especies como el barrilete alrededor de los plantados para determinar maneras de capturarlos sin afectar otros atunes y otras especies (Sibert *et al.* 2005). En el OPO se está probando la telemetría ultrasónica y las imágenes acústicas para determinar si los pescadores pueden evitar capturar patudo (IATTC 2008b).

En el OPOC, los investigadores están estudiando medidas para mitigar la captura de atunes juveniles (Hampton y Harley 2009). Por ejemplo, se han realizado pruebas de los efectos de las luces intermitentes sobre el comportamiento del atún patudo (Hasegawa *et al.* 2010). Los resultados indican varias reacciones a la luz, tales como movimientos rápidos hacia aguas más profundas luego de la desaparición del estímulo de la luz. Otra investigación en el OPOC ha mostrado que limitar los lances sobre plantados a las horas del día, que reduciría una gran proporción de la captura incidental de patudo, también reduciría significativamente la captura de barrilete y de aleta amarilla, por lo que no es una alternativa viable (Itano 2009). Se cree que implementar una práctica común entre los pescadores de no lanzar sobre juveniles podría tener un impacto positivo sobre las poblaciones de atún (Hampton y Harley 2009).

Restricciones a la profundidad plantado

En algunas áreas del OPO, la investigación sugiere que los pescadores pueden reducir la captura de patudo cambiando la profundidad del material que cuelga en los plantados de deriva o la profundidad de pesca (Itano 2005). Este tipo de restricciones requeriría una cobertura del 100% de observadores (Schaefer y Fuller 2002, 2005; Josse y Bertrand 2000), como ocurre en el OPOC (WCPFC 2008). Además, el atún patudo tiene turnos diurnos regulares en aguas profundas, que lo podría hacer aún vulnerable a las redes someras (Schaefer y Fuller 2002, 2005; Josse *et al.* 2000).

Investigación adicional realizada cerca de Papúa Nueva Guinea sugiere un alto grado de traslape en la profundidad temprano en la mañana (cuando usualmente se lanzan las redes de cerco) entre el barrilete, el aleta amarilla y el patudo, lo que sugiere que las restricciones a la profundidad de los lances no funcionarían (Leroy *et al.* 2010). Sin embargo, la investigación llevada a cabo en cerqueros japoneses en el OPOC mostró que no había mayor probabilidad de capturar atún patudo en plantados más profundos (Sato *et al.* 2008). Por lo tanto, se ha determinado que esta medida de ordenación no sería práctica en el OPOC (Opnai 2002). La CIAT planea investigar si acortar la profundidad de las redes que cuelgan debajo del plantado reduciría la captura de patudo (IATTC 2008b), pero no ha sido capaz de adoptar esta medida previamente (WCPFC 2009a).

Límites de talla

Alguna evidencia sugiere que los pescadores pueden juzgar la talla de los peces en los cardúmenes que rodean los plantados y que se podrían utilizar restricciones de peso o talla para proteger el aleta amarilla y patudo juvenil (IOTC 2000). Sin embargo, no se cree que sea posible implementar efectivamente este tipo de medida (IOTC 2000). Por ejemplo, la CIAT determinó que los límites de talla no son efectivos a menos que la mortalidad de los peces pequeños se reduzca, además de su captura (IATTC 1999a).

Límites a la captura incidental

Se podrían utilizar vedas a las pesquerías con redes de cerco sobre ciertos tipos de plantados una vez que se haya alcanzado un límite (Bromhead *et al.* 2003). Este tipo de control se utilizó en el OPO para regular los lances de cerco sobre plantados de deriva (CIAT 1998a; Bromhead *et al.* 2003), pero ya no se usa debido a problemas de cumplimiento y porque el análisis mostró que el umbral para implementar las vedas sólo se alcanzaba en años en que había más peces en el área como resultado de la migración o la abundancia de crías (WCPFC 2004). Sin embargo, con la adición de cobertura de observadores y los avances en la tecnología, este tipo de control podría ser útil en el futuro.

La WCPFC investigó el uso de umbrales para prohibir el uso de plantados, en los cuales, por ejemplo, una cantidad específica de captura de atún juvenil dispararía la prohibición (WCPFC 2004). Este tipo de restricción dependería de un excelente

monitoreo de las descargas, lo que a menudo es un desafío, así como de cobertura tanto de observadores a bordo como de monitoreo de los barcos (WCPFC 2004), lo cual está ahora disponible en el OPOC (WCPFC 2008).

Controles a la eficiencia de los barcos

Los controles a la eficiencia de los barcos (Ej., limitar el tamaño del motor principal, el tamaño del bloque del motor o la potencia hidráulica o reducir la capacidad de búsqueda restringiendo el uso de helicópteros y barcos de soporte, o equipos electrónicos), que pueden ser utilizados para reducir el esfuerzo de pesca sobre los plantados, a menudo están asociados con altos costos económicos para la pesquería (Itano 2005). Itano sugiere que una combinación de controles a los insumos (Ej., límites de captura) y medidas técnicas enfocadas en los plantados proporcionaría la mejor solución de manejo. Además de ser costosas para la flota, las restricciones a la eficiencia de los barcos son difíciles de monitorear. Una de las metas de las CMM de la WCPFC es reducir la mortalidad del atún patudo a manos de las flotas cerqueras (Hampton 2010). Sin embargo, debido a que el patudo representa tan solo un pequeño porcentaje de la captura total de atún (menos del 5%), las medidas de ordenación para controlar el esfuerzo no deberían reducir al mismo tiempo las capturas de barrilete para que la industria las acepte y por lo tanto se cree que los controles a la capacidad no funcionarían en esta región (Hampton 2010). Sin embargo, la restricción al uso de barcos nodriza y de suministro sí puede ser aplicada y está en uso en la CIAT (IATTC 1999b; Itano 2005). Se ha demostrado que restringir los trasbordos en el mar también es exitoso en reducir la eficiencia de los barcos sin ser caro ni difícil de monitorear y ya se está haciendo (IATTC 1999b; Itano 2005).

El uso de barcos de suministro para apoyar la pesca sobre plantados fue prohibido en el OPO en 1999 (IATTC 1999b). La IATTC además recomendó entonces que las Partes deberían prohibir los trasbordos de atún de barcos cerqueros que pescan en el OPO (a menos que sea en puerto) (IATTC 1999b). Otra opción sería requerir que los barcos permanezcan en el muelle (período de amarre) durante un cierto tiempo entre los viajes. Esto también se ha aplicado en algunas áreas, aunque no hay detalles específicos (Itano 2005). La Comisión del Océano Índico para el Atún (IOTC) investigó

los impactos de limitar los viajes y los barcos para reducir la mortalidad de aleta amarilla y patudo juvenil. Determinaron que limitar los viajes sólo resultaría en una reducción mínima en el número de lances sobre plantados (IOTC 2003) y que imponer un límite sobre el número de barcos que podrían operar en una pesquería específica no reduce el uso de plantados (WCPFC 2004). Parecería que existen diferencias regionales que afectan qué tan exitosos son los controles a la eficiencia de los barcos.

Prohibir los descartes

La WCPFC requiere una cobertura de observadores del 100% para asegurar que los pescadores retengan a bordo todo el atún patudo, barrilete y aleta amarilla (WCPFC 2008). Esta medida fue implementada para crear un desincentivo a los pescadores en la captura de peces pequeños y para ayudar a promover tecnologías y estrategias de pesca que eviten capturar patudo y aleta amarilla pequeño (WCPFC 2008). La prohibición de los descartes también se ha implementado en el Atlántico (ICCAT 2008) y en el OPO (IATTC 2006).

Investigación/incentivos de mercado

Más investigación sobre lo que atrae a los atunes a los plantados podría ayudar a desarrollar maneras de reducir las interacciones no deseadas, tales como agregar elementos olfatorios, auditivos o magnéticos (Dempster y Taquet 2004) o restringir el uso de carnada o aceite o el uso de luces artificiales (Bromhead *et al.* 2003; Itano 2005). Las restricciones sobre la hora del día en que se realizan los lances (específicamente después del amanecer) también podría reducir significativamente la captura de barrilete y aleta amarilla (Itano 2005).

La International Seafood Sustainability Foundation está investigando actualmente, a nivel mundial, algunas medidas para mitigar la captura incidental de atún patudo (Hampton 2010). Éstas incluyen crear incentivos para evitar el patudo, permitiendo a los pescadores seleccionar los plantados con menor cantidad de esta especie (Hampton 2010).

Incentivos de mercado que promuevan que la industria cambie de la pesca sobre plantados a la pesca sobre cardúmenes libres también podrían ser una opción efectiva (Hampton 2010). Estos incentivos podrían incluir la certificación de capturas en cardúmenes libres que haría que ese atún mereciera una prima en el precio de mercado (Hampton 2010).

Es probable que la efectividad de las medidas de ordenación varíe por región y por pesquería, mientras que es poco probable que una sola medida resuelva todos los problemas (Bromhead *et al.* 2003). El monitoreo electrónico de los plantados es otra opción, pero actualmente ninguna OROP tiene la capacidad de hacer esto (WCPFC 2009a).

Vedas espacio-temporales

Las vedas espacio-temporales han sido la medida de ordenación de plantados más efectiva y más ampliamente usada (Bromhead *et al.* 2003; Itano 2005). Los modelos de simulación sugieren que las vedas pueden reducir la mortalidad por pesca y la captura y captura incidental de atunes juveniles, además de que pueden mejorar el éxito de la reproducción (Bromhead *et al.* 2003). Sin embargo, las poblaciones de peces no siempre mejoran debido a que otras flotas de superficie dirigen su esfuerzo hacia ellas, debido a la redistribución del esfuerzo de pesca o porque las vedas en sí son inadecuadas (Bromhead *et al.* 2003). Por ejemplo, en el Océano Atlántico, el esfuerzo de pesca fue redistribuido a barcos de flotas que no estaban participando en la veda y a áreas que no estaban cerradas a la pesca sobre plantados (Bromhead *et al.* 2003). Es importante que las OROP cuenten con un conocimiento sólido de todas las artes de pesca que se utilizan en una región para determinar si la mejor opción sería una veda espacio-temporal sobre plantados o una veda total de la pesca (Bromhead *et al.* 2003).

Inicialmente se pensó que utilizar cierres espacio-temporales para prohibir los lances sobre plantados en el OPOC resultaría en una mejor relación costo-beneficio para la flota cerquera, comparada con una veda total. Esto en vista de que las vedas se pueden diseñar con base en la época en que las capturas de las especies objetivo son más altas (WCPFC 2004). La WCPFC determinó que las restricciones espacio-temporales en su región tendrían que ser muy severas y probablemente resultarían en un alto costo económico para las flotas (WCPFC 2004). Sin embargo, la veda de plantados en el OPOC es la única dirigida al atún patudo (una especie de preocupación para la WCPFC), debido a que se captura poco patudo en los lances sobre cardúmenes libres (Hampton 2010).

Las PNA recientemente instituyeron una prohibición sobre los lances con redes de cerco sobre objetos flotantes en altamar en el OPOC (entre 20 grados norte y 20 grados sur de latitud) del 1 de julio

al 30 de septiembre de 2010, y requieren que todos los barcos cerqueros lleven un observador a bordo durante esta veda (WCPFC 2008; Hampton 2010; PNA 2010). Durante el cierre, no se permite que los pescadores hagan lances dentro del radio de una milla náutica de un plantado y no pueden utilizar sus barcos para agregar peces. Los plantados no pueden ser retirados por un barco a menos que se cumpla una de varias condiciones: 1) que sean mantenidos a bordo hasta el final de la veda, 2) que no se realicen lances durante siete días después del retiro, o 3) que el barco esté fuera de un radio de 50 millas del punto de retiro de un plantado. Además, los barcos no pueden trabajar juntos para agregar peces (WCPFC 2009c). Sin embargo, no se requiere que los pescadores retiren los plantados del agua antes de la veda, ya que se determinó que había demasiados plantados anclados y sería “imposible retirarlos para una veda de corta duración” (Harley *et al.* 2009).

Se anticipa que la mortalidad de atún patudo juvenil será aminorada gracias a la veda, pero se permitirá a los pescadores lanzar sobre cardúmenes libres. Sin embargo, este es un tipo de pesca más costoso, por lo que hubo oposición a la veda por parte de la industria (Hampton 2010). El análisis inicial del cierre (hubo uno inicial de dos meses en 2009) mostró un número más alto que el promedio de lances sobre plantados durante la temporada abierta, convirtiendo el porcentaje de lances sobre plantados en 2009 en el más alto desde 2005. Esto indica que la captura de patudo (uno de los temas principales para la WCPFC) permanecerá alta a menos que se tomen también otras medidas para reducir la captura incidental durante la temporada abierta (Hampton 2010). Casi todos el esfuerzo de los lances asociados con plantados fue reasignado a cardúmenes libres durante la veda, además del aumento en los problemas de cumplimiento (Harley *et al.* 2010). Los análisis indican que la veda de plantados no contrarrestó el aumento en la captura de los barcos cerqueros que ocurrió entre 2001 y 2004 (Hampton y Harley 2009). Esto significa que probablemente sólo habrá una pequeña reducción en la mortalidad por pesca del atún patudo y aleta amarilla (Hampton y Harley 2009).

En 1998, la CICAA recomendó una restricción periódica del uso de plantados en el Atlántico (Golfo de Guinea). La veda redujo efectivamente la mortalidad por pesca del atún patudo cuando los barcos cumplieron con el cierre, pero existe evidencia de

que las capturas de las flotas que no participaron aumentaron y que el esfuerzo se transfirió a las regiones donde no había veda (Bromhead *et al.* 2003; ICCAT 2005) y a los cardúmenes libres (ICCAT 2005). El análisis de los datos de los observadores de la pesquería sobre las vedas 2002-03 y 2003-04 mostró que las capturas de atún juvenil declinaron y que la presencia de los observadores disuadió a los barcos de pescar sobre plantados durante ese tiempo (ICCAT 2004, 2005). Sin embargo, estos análisis no lograron determinar si los barcos sin observadores a bordo pescaron sobre plantados durante la veda (ICCAT 2005).

Un análisis separado realizado durante una moratoria voluntaria sobre plantados en la CICAA (1997-98) mostró una reducción en la captura (Gaertner *et al.* 2000), pero también reportó que había ocurrido una redistribución de las flotas francesa y española, así como de la proporción de lances sobre troncos (Goujon y Labqaisse-Bodilis 2000). Ariz *et al.* (2001) no vieron un cambio significativo en las especies o la composición de tallas en las capturas de la flota española como resultado de las vedas (1997, 1998 y 1999). Encontraron que el aleta amarilla y el patudo pequeño (menos de 3,2 kg) representaban un alto porcentaje de la captura y que había una reducción parcial en la mortalidad por pesca del patudo juvenil (Goujon y Labqaisse-Bodilis 2000; Ariz *et al.* 2001). Sin embargo, la reducción en las capturas de atún patudo pequeño fue contrarrestado por el aumento en la captura de otra flotas, algunas de las cuales pescaron sobre plantados de deriva durante la veda y se especula que aún con un cumplimiento perfecto, la medida no hubiera mejorado el estado de la población de patudo (Bromhead *et al.* 2003).

En 2005, se adoptó otra veda espacio-temporal que cerraba la pesca a los barcos de cerco en una sub-región más pequeña del área original durante un mes (ICCAT 2006). Sin embargo, en 2009, una veda espacio temporal más grande y más larga fue impuesta para prohibir el uso de plantados (ICCAT 2008). Los resultados todavía no están disponibles, pero la recomendación también pide un análisis de los datos para determinar un área efectiva de restricción que reduzca la captura de patudo y aleta amarilla juvenil y prevenga la sobrepesca (ICCAT 2008; WCPFC 2009a).

En el Océano Índico se instituyó una veda espacio-temporal durante 1999 y los análisis de

los observadores de la pesquería indicaron una redistribución del esfuerzo de pesca hacia otras zonas, así como un cambio en la mortalidad por pesca de los plantados a los cardúmenes no asociados (Arrizabalaga *et al.* 2001). También se determinó que esta veda no calzaba adecuadamente con el área principal para la pesca sobre troncos durante el período seleccionado para el cierre y por lo tanto fue difícil determinar el verdadero efecto de la restricción (Gaertner y Marsac 2000).

La CIAT también estudió utilizar restricciones espacio-temporales sobre los plantados y determinó que era difícil predecir las épocas y las áreas de altas capturas de atún. Además, Harley y Suter (2007) determinaron que la veda de tres meses que cubría la región ecuatorial del OPO podía reducir las capturas de patudo en un 11,5%, pero que también reduciría la captura de barrilete en un 4,3%. Concluyeron que sería necesaria una veda mucho más grande o larga

y que la investigación se debería centrar en el uso de tecnología en las artes de pesca para reducir la captura incidental de patudo. La CIAT ahora utiliza vedas espacio-temporales que se aplican a toda la flota de barcos cerqueros, no sólo a los que pescan sobre plantados (WCPFC 2004; IATTC 2010b). También se ha sugerido que las vedas espacio-temporales para el uso de plantados podrían ser menos efectivas en áreas sin tendencias estacionales claras de pesca sobre plantados, tales como el OPO (Bromhead *et al.* 2003).

Conclusión

Los plantados pueden tener un impacto negativo sobre las poblaciones de atún. Existen muchos métodos de ordenación que tienen el potencial de reducir estos efectos adversos. Sin embargo, muchas de estas opciones, aunque algunas veces son efectivas, tienen implicaciones que deben ser evaluadas.

Literatura Citada

- Aires-da-Silva, A., and Maunder, M.N. 2011. Status of bigeye tuna in the eastern Pacific Ocean in 2009 and outlook for the future, p. 17-156. In: (IATTC) Status of the tuna and billfish stocks in 2009.
- Amandé, M.J., Chassot, E., Chavance, P. and Planet, R. 2008. Silky shark (*Carcharhinus falciformis*) bycatch in the French tuna purse-seine fishery of the Indian Ocean. IOTC-WPEB-2008/016.
- Anderson, J., and Gates, P.D. 1996. South Pacific Commission fish aggregating device (FAD) manual. Volume 1 planning FAD programs. South Pacific Commission.
- Aprieto, V.L. 1991. Payao: Tuna aggregating device in the Philippines. RAPA Report 11:1-15.
- Arrizabalaga, H., Ariz, J., Mina, X., Delgado de Molina, A., Artetxe, I., Pallarés, P. and Iriondo, A. 2001. Analysis of the activities of purse seine supply vessels in the Indian Ocean from observers data. Document IOTC, WPTT-01-11.
- Ariz, J., Delgado de Molina, A., Pallarés, P., Santana, J.C. and Delgado de Molina, R. 2001. Preliminary information of the activities of supply vessels in the Indian Ocean from observer data. Indian Ocean Tuna Commission, third meeting of the working party on tropical tunas, June 19-27, 2001, Victoria, Seychelles.
- Ariz, J., Delgado de Molina, A., Fonteneau, A., Gonzalez Costas, F. and Pallarés, P. 1999. Logs and tunas in the eastern tropical Atlantic: A review of present knowledge and uncertainties. Scripps Institute of Oceanography, La Jolla, Calif.
- Arrizabalaga, H., Mina, X., Artetxe, I. and Iriondo, A. 2001. Analysis of supply vessel activities during the 1998-1999 moratorium in the Indian Ocean. Indian Ocean Tuna commission, third meeting of the working party on tropical tunas, June 19-27, 2001, Victoria, Seychelles.
- Atapattu, A.R. 1991. The experience of fish aggregating devices for fisheries resource enhancement and management in Sri Lanka. RAPA Report 11:16-40.
- Bias, G. and Taquet, M. 1990. Dispositifs de concentration de poissons a la Reunion. Equinoxe 34:20-26.
- Bromhead, D., Foster, J., Attard, R., Findlay, J. and Kalish, J. 2003. A review of the impacts of fish aggregating devices (FADs) on tuna fisheries. Final report to the Fisheries Resources Research Fund. Bureau of Rural Sciences, Canberra, Australia. 122 p.
- Buckley, T.W., and Miller, B.S. 1994. Feeding habits of yellowfin tuna associated with fish aggregation devices in American Samoa. *Bulletin of Marine Science* 55:445-459.
- Castro, J.J., Santiago, J.A., and Santana Ortega, A.T. 2002. A general theory on fish aggregation to floating objects: An alternative to the meeting point hypothesis. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 11:255-277
- Cayre, P. 1991. Behavior of yellowfin tuna (*Thunnus albacores*) and skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) around fish aggregating devices (FADs) in the Comoros Islands as determined by ultrasonic tagging. *Aquatic and Living Resources* 4:1-12.
- Dagorn, L., Stretta, J.M., and Petit, M. 1995. Tropical tuna associated with floating objects: A simulation study of the meeting point hypothesis. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 56:984-993.
- Dagorn, L., Josse, E., and Bach, P. 2000. Individual differences in horizontal movements of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in nearshore areas in French Polynesia, determined using ultrasonic telemetry. *Aquatic and Living Resources* 13:193-202.
- Dagorn, L., Holland, K.N., and Itano, D.G. 2007. Behavior of yellowfin (*Thunnus albacores*) and bigeye (*T. obesus*) tuna in a network of fish aggregating devices (FADs). *Marine Biology* 151:595-606.
- Dagorn, L. 2010. Mitigating bycatch of sharks and finfish by tropical tuna purse seiners using FADs. ISSF-Taking stock workshop on bycatch research in purse seine fisheries. Brisbane, Australia, June 2010.

- Dagorn, L., Holland, K., and Filmlalter, J. 2010. Are drifting FADs essential for testing the ecological trap hypothesis? *Fisheries Research* 106:60-63.
- D'Anna, G., Badalamenti, F., and Riggio, S. 1999. Traditional and experimental floating fish aggregating devices in the Gulf of Castellammare (NW Sicily): Results from catches and visual observations. In: Massutí E., and Morales-Nin, B., (eds.): *Biology and fishery of dolphinfish and related species. Scientia Marina*: 63:209-218.
- Delmendo, M.N. 1991. A review of artificial reefs development and use of fish aggregating devices (FADs) in the Asian Region. RAPA Report 11:116-141.
- Dempster, T., and Taquet, M. 2004. Fish aggregation device (FAD) research: Gaps in current knowledge and future directions for ecological studies. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 14:21-42.
- Delgado de Molina, A., Ariz, J., Pallarés, P., de Molina, R.D. and Déniz, S. 2005a. Project on new FAD designs to avoid entanglement of bycatch species, mainly sea turtles and acoustic selectivity in Spanish purse seine fishery in the Indian Ocean. First meeting of the Scientific Committee of the Western and Central Pacific Fisheries Commission, WCPFC-SC1 FT WP-2, Noumea, New Caledonia, Aug. 8-19, 2005.
- Delgado de Molina, A., Ariz, J., Sarralde, R., Pallarés, P. and Santana, J.C. 2005b. Activity of the Spanish purse seine fleet in the Indian Ocean and by-catch data obtained from observer programmes conducted in 2003 and 2004. IOTC-2005OWPBY-13.
- de San, M., and Pages, A. 1998. FADs: The western Indian Ocean experience. SPC fish aggregating device information bulletin 3:24-29.
- Desurmont, A., and Chapman, L. 2001. The use of anchored FADs in the area served by the Secretariat of the Pacific Community (SPC): Regional synthesis. Proceedings: Tuna fishing and fish aggregating devices, Martinique.
- Doray, M., Josse, E., Gervain, P., Reynal, L. and Chantrel, J. 2006. Acoustic characterization of pelagic fish aggregations around moored fish aggregating devices in Martinique (Lesser Antilles). *Fisheries Research* 82:162-175.
- Forum Fisheries Agency (FFA). 2010. FFA members proposed CMM to prohibited purse seine fishing associated with whale sharks. Seventh regular session, Honolulu, Dec. 6-10, 2010. WCPFC7-2010-DP/09.
- Fonteneau, A. 1991. Seamounts and tuna in the tropical eastern Atlantic. *Aquatic and Living Resources* 4:13-25.
- Fonteneau, A., Ariz, J., Gaertner, D., Nordstrom, V. and Pallarés, P. 2000a. Observed changes in the species composition of tuna schools in the Gulf of Guinea between 1981 and 1999, in relation with the fish aggregating device fishery. *Aquatic and Living Resources* 13:253-257.
- Fonteneau, A., Pallarés, P., and Pianet, R. 2000b. A worldwide review of purse seine fisheries on FADs, pp. 15-35. In: Le Gal, J.Y., Cayré, P., and Taquet, M. (eds.) *Pêche thonière et dispositifs de concentration de poissons. Actes Colloques-IFREMER* 28.
- Fonteneau, A. 2003. Prospects for the management of FAD fisheries in the Indian Ocean. IOTC proceedings No. 6. Pp. 30-47.
- Franco, J., Dagorn, L., Sancristobal, I. and Moreno, G. 2009. Design of ecological FADs. IOTC-2009-WPEB-16.
- Fréon, P., and Dagorn, L. 2000. Review of fish associative behavior: Toward a generalization of the meeting point hypothesis. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 10:183-207.
- Gaertner, D., and Marsac, F. 2000. Comparative analysis of the exploitation of bigeye tuna in the Indian and eastern Atlantic oceans with emphasis on the purse seine fisheries. Indian Ocean Tuna Commission, third meeting of the working party on tropical tunas, June 19-27, 2001, Victoria, Seychelles.
- Gaertner, D., Pallarés, P., Ariz, J., Delgado de Molina, A. and Nordström-Fonteneau. 2000. Estimation de la durée des calés les senneurs français et espagnols operant dans l'océan Atlantique, à partir des observations scientifiques du programme européen sur le patudo (1997-1999). *Collective Volume of Scientific Papers* 51:402-414.
- Gaertner, D., and Pallarés, P. 2001. The European Union research project: Efficiency of the tuna purse seiners and effective efforts. The 14th meeting of the Standing Committee on Tuna and Billfish, August 2001, Noumea, New Caledonia.
- Gilman, E. 2011. Bycatch governance and best practice mitigation technology in global tuna fisheries. *Marine Policy* 35: 590-609.
- Gooding, R.M., and Magnuson, J.J. 1967. Ecological significance of a drifting object to pelagic fishes. *Pacific Science* 21:486-497.
- Goujon, M. and Labaisse-Bodilis, C. 2000. Effets du plan de protection des thonidés de l'Atlantique 1998-1999 d'après les observations faites sur les thoniers senneurs gérés par les armements Français. *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT* 51:651-678.
- Greenblatt, P.R. 1979. Associations of tuna with objects in the eastern tropical Pacific. *Fisheries Bulletin* 77:147-155.
- Hall, M.A. 1998. An ecological view of the tuna-dolphin problem: Impacts and trade-offs. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 8:1-34.
- Hallier, J.P., and Gaertner, D. 2008. Drifting fish aggregating devices could act as an ecological trap for tropical tuna species. *Marine Ecology Progress Series* 353:255-264.
- Hampton, J., and Bailey, K. 1999. Fishing for tunas associated with floating objects: Review of the western Pacific fishery. Proceedings of the workshop on the ecology and fisheries for tuna associated with floating objects, La Jolla, Calif. Pp. 222-284.
- Hampton, J., and Harley, S. 2009. Assessment of the potential implications of application of CMM-2008091 for bigeye and yellowfin tuna. Fifth regular session of the WCPFC Scientific Committee, Aug. 10-21, 2009, Port Vila, Vanuatu. WCPFC-SC5-2009/GN-WP-17.
- Hampton, J. 2009. Implications for scientific data collection by observers of new requirements for 100% observer coverage of purse seiners. Fifth regular session of the WCPFC Scientific Committee, Aug. 10-21, 2009, Port Vila, Vanuatu.
- Hampton, J. 2010. Tuna fisheries status and management in the western and central Pacific Ocean. Secretariat of the Pacific Community, New Caledonia.
- Harley, S.J., and Suter, J.M. 2007. The potential use of time-area closures to reduce catches of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the purse seine fishery of the eastern Pacific Ocean. *Fisheries Bulletin* 105:49-61.

- Harley, S., Williams, P., and Hampton, J. 2009. Analysis of purse seine set times for different school associations: A further tool to assist in compliance with FAD closures? Fifth regular session of the WCPFC Scientific Committee, Aug. 10-21, 2009, Port Vila, Vanuatu.
- Harley, S.J., Williams, P., and Hampton, J. 2010. Characterization of purse seine fishing activities during the 2009 FAD closures. Sixth regular session of the WCPFC Scientific Committee, Aug. 10-19, 2010, Nuku'alofa, Tonga. WCPFC-SC6-2010/FT-WP-03.
- Hasegawa, S., Takao, Y., Oshima, T., Iga, H., Semba, Y. and Okamoto, H. 2010. Study on the methods to reduce the bycatch of juvenile bigeye tuna by purse seine operation on FADs in the western and central Pacific Ocean. Sixth regular session of the WCPFC Scientific Committee, Aug. 10-19, 2010, Nuku'alofa, Tonga. WCPFC-SC6-2010/FT-WP-02.
- Higashi, G. 1994. Ten years of fish aggregating device (FAD) design development in Hawaii. *Bulletin of Marine Science* 55:651-666.
- Holland, K.N., Brill, R.W., Chang, R.K.C. 1990. Horizontal and vertical movements of yellowfin and bigeye tuna associated with fish aggregating devices. *Fisheries Bulletin* 88:493-507.
- Holland, K., Jaffe, A., Cortez, W. 2000. The fish aggregating device (FAD) system of Hawaii. In: Le Gall, J.Y., Cayre, P. and Taquet, M. (eds) *Pêche thonière et dispositifs de concentration de poissons*. Plouzané: Edition Ifremer. Pp 55-77
- Hunter, J.R. 1968. Fishes beneath flotsam. *Sea Frontiers* 14:280-288.
- Hunter, J.R., and Mitchell, C.T. 1968. Field experiments on the attraction of fish to floating objects. *Journal du Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer*. 31:427-434.
- Ibrahim, S., Ambak, M.A., Shamsudin, I., and Samsudin, M.Z. 1996. Importance of fish aggregating devices (FADs) as substrates for food organisms of fish. *Fisheries Research* 27:265-273.
- Inter-American Tropical Tuna Commission (IATTC). 1998a. Resolution on the conservation and management of bigeye tuna in the Eastern Pacific Ocean. IATTC, La Jolla, Calif.
- Inter-American Tropical Tuna Commission (IATTC). 1998b. Resolutions on bigeye tuna and on fish aggregating devices. IATTC, La Jolla, Calif.
- Inter-American Tropical Tuna Commission (IATTC). 1999a. Estimated effects of the various restrictions on the fishery for tunas in the Eastern Pacific Ocean. Revised June 1999. IATTC Working Group on Fish Aggregating Devices.
- Inter-American Tropical Tuna Commission (IATTC). 1999b. Resolution on fish aggregating devices. La Jolla, Calif.
- Inter-American Tropical Tuna Commission (IATTC). 2006. Consolidated resolution on bycatch (C-04005). 74th meeting, Pusan, Korea, June 26-30, 2006.
- Inter-American Tropical Tuna Commission (IATTC). 2008a. Fishery status report No. 6: Tunas and billfishes in the eastern Pacific Ocean in 2007. La Jolla, Calif.
- Inter-American Tropical Tuna Commission (IATTC). 2008b. FAD-related research. Western and Central Pacific Fisheries Commission, fourth regular session of the Scientific Committee, Aug. 11-22, 2008, Port Moresby, Papua New Guinea. WCPFC-SC4-2008/FT-IP-3.
- Inter-American Tropical Tuna Commission (IATTC). 2010a. Recommendation prohibiting fishing on data buoys (C-10-03). 81st meeting, Antigua, Sept. 27- Oct. 1, 2010.
- Inter-American Tropical Tuna Commission (IATTC). 2010b. Recommendation on a multiannual program for the conservation of tuna in the eastern Pacific Ocean in 2011-13. 81st meeting, Antigua, Sept. 27- Oct. 1, 2010.
- International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT). 1999. ICCAT recommendations on closed area/season for fishing with FADs in eastern tropical Atlantic (9801) and on closed area/season to FADs (99-1). ICCAT Secretariat, Madrid.
- International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT). 2004. Report of observation on the 2002-2003 moratorium on the use of FADs by Ghanaian tuna fishing vessels: Nov. 1, 2002-Jan. 31, 2003. Collective Volume of Scientific Papers ICCAT 56:374-376.
- International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT). 2005. Report on the 2003 moratorium on the use of fish aggregating devices (FADs) by surface fleets fishing tuna in the Gulf of Guinea. Collective Volume of Scientific Papers ICCAT 58:304-308.
- International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT). 2006. A possible framework for estimating the effect of the replacement of the FAD moratorium with a time/area closure on catches of Atlantic tropical tunas. Collective Volume of Scientific Papers ICCAT 59:518-524.
- International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT). 2008. Recommendation by ICCAT to amend the recommendation on a multiyear conservation and management program for bigeye tuna. ICCAT Secretariat, Madrid.
- Indian Ocean Tuna Commission (IOTC). 2000. Report of the Second Session of the Indian Ocean Tuna Commission Working Party on Tropical Tunas. Indian Ocean Tuna Commission, September 2000.
- Indian Ocean Tuna Commission (IOTC). 2003. Report of the fifth meeting of the working party on tropical tuna, Victoria, Seychelles, June 2003.
- Indian Ocean Tuna Commission (IOTC). 2005. A review of the situation of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the Indian Ocean. Collective Volume of Scientific Papers 57:201-217.
- Indian Ocean Tuna Commission (IOTC). 2009. Report of the 12th session of the Scientific Committee. Victoria, Seychelles, Nov. 30- Dec. 4, 2009.
- Itano, D. 2005. A summarization and discussion of technical options to mitigate the take of juvenile bigeye and yellowfin tuna and associated bycatch species found in association with floating objects. WCPFC Scientific Committee, first meeting, Noumea, New Caledonia, Aug. 8-19, 2005. WCPFC-SC1 FT WP-4.
- Itano, D. 2007. An examination of FAD-related gear and fishing strategies useful for data collection and FAD-based management. WCPFC Scientific Committee, third regular session, Aug. 13-24, 2007, Honolulu.
- Itano, D. 2009. The use of underwater video to characterize the species, size composition and vertical distribution of tunas and non-tuna bycatch around floating objects. WCPFC Scientific Committee, fifth regular session, Aug. 10-21, 2009, Port Vila, Vanuatu.
- Josse, E. 1992. Different ways of exploiting tuna associated with fish aggregating devices anchored in French Polynesia. Background document for the IATTC International Workshop on the Ecology and Fisheries for Tunas Associated with Floating Objects, Feb. 11-13, 1992, La Jolla, Calif.

- Josse, E., Bertrand, A., and Dagorn, L. 1999. An acoustic approach to study tuna aggregated around fish aggregating devices in French Polynesia: Methods and validation. *Aquatic and Living Resources* 12:303-313.
- Josse, E., Dagorn, L., and Bertrand, A. 2000. Typology and behavior of tuna aggregations around fish aggregating devices from acoustic surveys in French Polynesia. *Aquatic and Living Resources* 13:183-192.
- Kakuma, S. 2000. Synthesis on moored FADs in the North west Pacific region, p. 63-77. In: Le Gall, J.Y., and Taquet, M. (eds.) *Pêche thonière et dispositifs de concentration de poissons*. Ed. Ifremer, Actes colloquy 28.
- Kihara, Y. 1981. Fishery based on the payao method in the Philippines. *Suisan Sekai* 30:78-84.
- Kumoro, L. 2003. Notes on the use of FADs in the Papua New Guinea purse seine fishery. Paper prepared for the Fishing Technology Working Group at the 176th meeting of the Standing Committee on Tuna and Billfish, Mooloolaba, Australia, July 9-16, 2002. Papua New Guinea National Fisheries Authority, Port Moresby, Papua New Guinea.
- Lawson, T. 2001. Observer data held by the oceanic fisheries programme covering tuna fishery bycatches in the western and central Pacific Ocean. WCPFC Standing Committee on Tuna and Billfish, 14th meeting, Aug. 9-16, 2001, Noumea, New Caledonia.
- Leroy, B., Itano, D.G., Usu, T., Nicol, S.J., Holland, K.N. and Hampton, J. 2010. Vertical behavior and the observation of FAD effects on tropical tuna in the warm-pool of the western Pacific Ocean. WCPFC Scientific Committee, sixth regular session, Aug. 10-19, 2010, Nuku'alofa, Tonga. WCPFC-SC6-2010/FT-IP-01.
- Macfayden, G., Huntington, T., and Cappell, R. 2009. Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear. UNEP Regional Seas Reports and Studies, No. 185: FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, No. 523. Rome, UNEP/FAO.
- Malig, J.B., de Jesus, A.S., and Dickson, J.O. 1991. Deep-sea aggregating devices in the Philippines. RAPA Report 11:214-228.
- Marsac, F. and Stequert, B. 1986. La pêche des thons autour d'épaves ancrées dans l'Océan Indien. *Pêche Marit* 66:439-446
- Marsac, F., Fonteneau, A., and Ménard, F. 2000. Drifting FADs used in tuna fisheries: An ecological trap? *Pêche thonière et dispositifs de concentration de poissons*. Edition Ifremer. Actes Colloque 28:36-54.
- Massutí, W., and Reñones, O. 1994. Observaciones sobre la comunidad de peces pelágicos asociados a objetos flotantes en aguas oceánicas de Mallorca. *Boletín Instituto Español de Oceanografía* 10:81-93.
- Mathews, C.P., Monintja, D., and Naamin, N. 1996. Studies of Indonesian tuna fisheries, part 2: Changes in yellowfin abundance in the Gulf of Tomini and North Sulawesi, pp. 298-305. In: Shomura, R.S., Majkowski, J., and Harman, R.F. (eds.), Status of interactions of Pacific tuna fisheries in 1995. Proceedings of the 2nd FAO Expert Consultation on the Interactions of Pacific Tuna Fisheries. Shimizu, Japan, Jan. 23-31, 1995. FAO Fisheries Technical Paper 365.
- Matsumoto, W.M., Kazama, T.K., and Aasted, D.C. 1981. Anchored fish aggregating devices in Hawaiian waters. *Marine Fisheries Review* 43:1-13
- Ménard, F., Stéquert, B., Rubin, A., Herrera, M., and Marchal, E. 2000a. Food consumption of tuna in the equatorial Atlantic Ocean: FAD associated versus unassociated schools. *Aquatic and Living Resources* 13:233-240.
- Ménard, F., Fonteneau, A., Gaertner, D., Nordstrom, V., Stéquert, B., and Marchal, E. 2000b. Exploitation of small tunas by a purse-seine fishery with fish aggregating devices and their feeding ecology in an eastern tropical Atlantic ecosystem. *ICES Journal of Marine Science* 57:525-530.
- Ministry of Fisheries and Marine Resources (MFMR). 2008. Solomon Islands national fish aggregation device (FAD) management plan. Solomon Islands.
- Miyake, P.M., Guillotreau, P., Sun, C-H., and Ishimura, G. 2010. Recent developments in the tuna industry stocks, fisheries, management, processing, trade and markets. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 543.
- Morales-Nin, B., Cannizzaro, L., Massuti, E., Potoschi, A., and Andaloro, F. 2000. An overview of the FADs fishery in the Mediterranean Sea, p. 184-207. In: Le Gall, J.Y., Cayre, P., and Taquet, M. (eds.) *Peche thoniere et dispositifs de concentration de poissons*. Ed. Ifremer, Actes colloquy 28.
- Moreno, G., Dagorn, L., Sancho, G., and Itano, D. 2007. Fish behavior from fishers' knowledge: The case study of tropical tuna around drifting fish aggregating devices (DFADs). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 64:1517-1528.
- Opnai, L.J. 2002. Summary of the FFC Species Working Group meeting on options for bigeye management. FFA SCTB 15 working paper FTWG-14.
- Parties to the Nauru Agreement (PNA). 2010. A third arrangement implementing the Nauru Agreement setting fourth additional terms and conditions of access to the fisheries zones of the parties.
- Prado, J. 1991. Some considerations on surface/midwater FADs, technology and utilization. RAPA Report 11:264-278.
- Reynal, L., Van Buurt, G., and Taquet, M. 2000. Prospects for the development of anchored FADs in the Lesser Antilles. The case of three islands: Guadeloupe, Martinique and Curacao. Proceedings of the international symposium on tuna fishing and fish aggregating devices. October 1999, Martinique.
- Satoh, K., Okamoto, H., Takeuchi, Y., Shono, H., Matsumoto, T., Watanabe, K., Miyabe, N. and Honda, H. 2008. Effects of depth of underwater structures of FADs on catch of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the tropical waters of the western Pacific Ocean. WCPFC Scientific Committee, fourth regular session, Aug. 11-22, 2008, Port Moresby, Papua New Guinea.
- Schaefer, K.M., and Fuller, D.W. 2002. Movements, behavior and habitat selection of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the eastern equatorial Pacific, ascertained through archival tags. *Fishery Bulletin* 100:765-788.
- Schaefer, K.M., and Fuller, D.W. 2005. Behavior of bigeye (*Thunnus obesus*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) tunas within aggregations associated with floating objects in the equatorial eastern Pacific. *Marine Biology* 146:781-792.
- Schaefer, K.M., and Fuller, D.W. 2008. Acoustic imaging, visual observations, and other information used for classification of tuna aggregations associated with floating objects in the Pacific Ocean. WCPFC Scientific Committee, fourth regular session, Aug. 11-22, 2008, Port Moresby, Papua New Guinea.

- Scientific Committee on Research and Statistics (SCRS). 2010. Report of the 2010 ICCAT bigeye tuna stock assessment session. Pasaia, Giuzkoa, Spain, July 5-9, 2010.
- Sibert, J., McCreary, S., and Poncelet, E. 2005. Pacific Ocean connections: Priorities for pelagic fisheries research in the 21st century, report of the PRFP research priorities workshop, Nov. 16-18, 2005. SOEST 06-01, JIMAR Contribution 06-358.
- Sokimi, W. 2006. Fish aggregating devices: The Okinawan/Pacific experience. SPC Fisheries Newsletter 119: 45-51.
- Teng, C., Cucullu, S., McArthur, S., Kohler, C. Burnett, b., and Bernard, L. 2009. Buoy vandalism experienced by NOAA national data buoy center. NOAA National Data Buoy Center.
- van Pel, H. 1938. De beoefening van de majang zeevisscherij langs de noordkust van java. Mededeeling van het Instituut voor de Zeevisscherij. Batavia 2B:101-113
- Western and Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC). 2004. Management options for bigeye and yellowfin tuna in the western and central Pacific Ocean. Interim Secretariat, WCPFC Preparatory Conference, sixth session, Bali, Indonesia, April 19-23, 2004.
- Western and Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC). 2008. Conservation and management measure for bigeye and yellowfin tuna in the western and central Pacific Ocean, Conservation and Management Measure 2008-01. Fifth regular session, Busan, Republic of Korea, Dec. 8-12, 2008.
- Western and Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC). 2009a. Paragraph 24 of CMM 2008-01 FAD management and monitoring. Fifth regular session, Technical and Compliance Committee. WCPFC-TCC5-2009/22.
- Western and Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC). 2009b. Conservation and management measure prohibiting fishing on data buoys. Sixth regular session, Papeete, Tahiti, French Polynesia, Dec. 7-11, 2009.
- Western and Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC). 2009c. Conservation and management measure on the application of high seas FAD closures and catch retention. Sixth regular session, Papeete, Tahiti, French Polynesia, Dec. 7-11, 2009.
- Western and Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC). 2009d. Fisheries Forum Agency proposal on FAD identification and tracking. Fifth regular session, Technical and Compliance Committee, WCPFC-TCC5-2009/21.
- Western and Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC). 2010. Commission for the Conservation and Management of Highly Migratory Fish Stocks in the Western and Central Pacific Ocean. Seventh regular session, December 6-10, 2010, Honolulu.

Acerca de la autora

La Dra. Alexia Morgan comenzó su carrera en ciencias marinas en 1998, cuando trabajó por varios meses en las Bahamas asistiendo en proyectos de investigación sobre tiburón limón. Poco tiempo después, Alexia comenzó su trabajo de maestría en Nova Southeastern University, analizando las medidas existentes para la ordenación de tiburones en las pesquerías de Estados Unidos. Alexia trabajó después como observadora en la pesquería de red agallera de deriva en California y en las de palangre de fondo del sureste antes de regresar a estudiar para su doctorado en University of Florida, donde su investigación para la disertación se enfocó en la evaluación de la población de tiburón arenoso en el Océano Atlántico noroccidental. Mientras completaba su doctorado, continuó coordinando el programa de observadores de palangre de fondo en los Estados Unidos e investigó la mortalidad de tiburones asociada con la captura de palangre. Actualmente es investigadora independiente de pesquerías.

Suggested citation: Morgan, A.C. 2011. Fish Aggregating Devices and Tuna: Impacts and Management Options. Ocean Science Division, Pew Environment Group, Washington, DC.

Photography: © Masa Ushioda / SeaPics.com



SERIE OCEAN SCIENCE

Pew Environment Group es la rama de conservación de The Pew Charitable Trusts, organización no gubernamental con oficinas centrales en Estados Unidos que aplica un enfoque analítico riguroso destinado a mejorar las políticas públicas, informar a la opinión pública y promover la participación cívica.

901 E Street NW, 10th Floor, Washington, DC 20004 ■ Phone: 202.552.2000

Email: oceanscience@pewtrusts.org ■ www.pewenvironment.org

 Impreso en papel 100% reciclado.