

Índice

INTRODUCCIÓN	4
<i>ACUICULTURA</i>	4
<i>AVES MARINAS TÍPICAS DE LAS COSTAS CATALANAS</i>	5
Gaviota patiamarilla (<i>Larus michahellis</i>)	6
Gaviota sombría (<i>L. fuscus</i>)	6
Gaviota de Audouin (<i>L. audouinii</i>)	7
Gaviota reidora (<i>Chroicocephalus ridibundus</i>)	8
Charrán común (<i>Sterna hirundo</i>)	9
Charrán patinegro (<i>S. sandvicensis</i>)	10
Cormorán grande (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	11
Cormorán moñudo (<i>Phalacrocorax aristotelis</i>)	12
Pardela balear (<i>Puffinus mauretanicus</i>)	13
Pardela mediterránea (<i>Puffinus yelkouan</i>)	14
Pardela cenicienta (<i>Calonectris diomedea</i>)	15
Alcatraz común (<i>Morus bassanus</i>)	16
<i>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA MORTALIDAD AVES/ACUICULTURA</i>	18
<i>MEDIDAS ANTI-DEPREDACIÓN</i>	19
Exclusión	20
Medidas para ahuyentar aves	20
<i>DESCRIPCIÓN PROYECTO</i>	23
<i>OBJETIVOS</i>	24
METODOLOGÍA	24
<i>DESARROLLO DEL PROYECTO</i>	26
Visitas	26
Encuestas	26
RESULTADOS	27
<i>VISITAS</i>	27
<i>ENCUESTAS</i>	29
DISCUSIÓN	36



CONCLUSIONES.....	39
AGRADECIMIENTOS.....	39
REFERENCIAS.....	40



Estudio de la mortalidad de aves marinas por interacción con cultivos acuícolas y posibles medidas de mitigación

Convenio: UICN – Caja Madrid

Fundación CRAM: miembro de la UICN ejecutor del proyecto

Director del proyecto: Ferran Alegre.

Autor del informe: Pablo Sánchez

Equipo técnico del proyecto: Pablo Sánchez, Júlia Santana, Xavier Munill, Míriam Gutiérrez, Sergi Torné, Yanina Montalvo, Txell Porcar.

INTRODUCCIÓN

ACUICULTURA

La acuicultura es definida por la FAO como “el cultivo de organismos acuáticos, incluyendo peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas. La actividad de cultivo implica la intervención del hombre en el proceso de cría para aumentar la producción, en operaciones como la siembra, la alimentación, la protección de los depredadores, etc. La actividad de cultivo también presupone que los individuos o asociaciones que la ejercen son propietarios de la población bajo cultivo”. La acuicultura es un sector cada vez más importante en la producción de alimentos: según la estadística de la FAO (Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas) actualmente la acuicultura representa un 43% (68.348.943 t) de la producción de productos pesqueros a nivel mundial, y un 21% (249.047 t) a nivel español, y se estima que en la próxima década la acuicultura puede llegar a cubrir el 50% de la demanda mundial.

Existen diferentes tipos de acuicultura en función del grado de intervención en el cultivo (acuicultura intensiva, con un elevado número de individuos por metro cúbico, o semi-intensiva o extensiva, cuando las densidades son bajas y se aporta poco o nada de pienso al cultivo), de si el ciclo vital de la especie cultivada está cerrado o hay que captar la semilla del medio salvaje, y del tipo de medio acuático (marina, salobre o continental). Finalmente, la acuicultura se puede clasificar en función de la localización de las estructuras de producción, ya sea en tierra, en estanques o esteros, en la zona intermareal o en mar abierto, en bateas y *long-lines* para moluscos y en jaulas o plataformas para peces.

El cultivo de peces marinos en Cataluña se ha llevado a cabo a través de varios modelos de producción en función de la zona. Típicamente se ha llevado a cabo engorde de peces en instalaciones en tierra, en tanques excavados y en lagunas salobres en la zona del delta del Ebro, pero también, y más recientemente, en jaulas y plataformas en mar abierto en las zonas de el Maresme, el Garraf, la bahía de Roses o en la zona del delta del Ebro. El engorde en mar abierto también se ha llevado a cabo en instalaciones pioneras de jaulas sumergidas para especies de fondo, como el rodaballo. Las fases de *hatchery* y de pre-engorde se realizan en su totalidad en instalaciones en tierra muy tecnificadas.

Las jaulas consisten en una estructura circular flotante, construida en aluminio o PVC, de la que cuelga una red cerrada por el fondo. Las jaulas están fondeadas mediante un sistema de anclas, muertos y boyas que actúan como amortiguadores de los golpes de mar. En nuestras costas, la depredación oportunista de la producción es mayoritariamente por aves, aunque hay casos descritos de otras especies de peces o cetáceos. Así, los estanques o jaulas de engorde suelen estar protegidos por medidas anti-pájaros, casi siempre una red que cerca completamente la jaula o el estanque.

Dentro del sector acuícola las especies de peces marinos ocupan un lugar destacado debido a su elevada demanda y a su importancia económica. Las especies que se cultivan en Cataluña son principalmente la dorada (*Sparus aurata*), la lubina (*Dicentrarchus labrax*), el rodaballo (*Scophthalmus maximus*), pero también hay pequeñas producciones de otras especies como la seriola (*Seriola dumerili*), la corvina (*Sciaena umbra*) o el lenguado (*Solea senegalensis*).

Con el surgimiento de las instalaciones y técnicas de producción en mar abierto a mediados de los años 90, que permiten la cría de peces en zonas de aguas no resguardadas, permiten que la producción de dorada se acerque a las 20.000 t anuales, la de lubina a las 10.000 t y la de rodaballo a las 6.000 (datos del Instituto Nacional de Estadística, año 2007).

AVES MARINAS TÍPICAS DE LAS COSTAS CATALANAS

La costa catalana es muy rica en avifauna, fundamentalmente por su situación estratégica en las rutas migratorias entre Europa y África, acrecentada por la existencia de importantes zonas húmedas como son el Delta del Ebro, los Aiguamolls de l'Empordà o el Delta de Llobregat, que son áreas de paso y anidación importantes de numerosas especies de aves.

El presente estudio se centrará en las aves marinas, es decir, las que pasan la mayor parte de su vida en el mar o en las zonas costeras cercanas, y su interacción con las instalaciones acuícolas. Las especies más frecuentes en nuestras costas, y por tanto, candidatas a ser protagonistas de esta interacción, se presentan brevemente a continuación.

Gaviota patiamarilla (*Larus michahellis*).

Es una especie de la familia Laridae, que presenta una distribución eminentemente mediterránea, aunque se reproduce también en el litoral atlántico. Está catalogada como "preocupación menor" en el libro rojo de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza)



Fig. 1. Gaviota patiamarilla. Foto: CRAM.

Gaviota sombría (*L. fuscus*)

Especie de la familia Laridae, muy similar a la gaviota patiamarilla pero con el dorso más oscuro. Es una especie migratoria presente en las costas atlánticas de Europa. Está catalogada como "preocupación menor" en el libro rojo de la UICN.



Fig. 2. Gaviota sombría. Foto CRAM.

Gaviota de Audouin (*L. audouinii*).

Especie de la familia Laridae, autóctona del Mediterráneo y presente también en algunos enclaves del Sahara occidental. Está catalogada como “cerca de estar amenazada” en el libro rojo de la UICN, con una tendencia poblacional decreciente. Pese a todo, es una especie que está bajo diversas figuras de protección internacionales (Acuerdo para la Conservación de aves acuáticas migratorias africanas-eurasiáticas), y está incluida en el Libro Rojo de las aves de España en la categoría de “vulnerable”, apareciendo como “De interés especial” en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas y como “Especie Protegida” en el Decreto Legislativo 2/2008 de la Generalitat de Catalunya.



Fig. 3. Gaviota de Audouin. Foto: CRAM.

Gaviota reidora (*Chroicocephalus ridibundus*)

Especie de la familia Laridae, eminentemente migratoria y presente en la mayoría de Europa, Asia y este de Canadá. Está catalogada como “preocupación menor” en el libro rojo de la UICN.



Fig. 4. Gaviota reidora. Foto CC.

Charrán común (*Sterna hirundo*)

Especie de la familia Sternidae, fuertemente migratoria, que presenta una distribución circumpolar y zonas de cría en las zonas templadas sub-árticas de Europa, Asia y Norteamérica. A nivel global está catalogada como "preocupación menor" en el libro rojo de la UICN y está incluida en el Libro Rojo de las aves de España en la categoría de "vulnerable", apareciendo como "De interés especial" en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.



Fig. 5. Charrán común. Foto: CRAM.

Charrán patinegro (*S. sandvicensis*)

Especie de la familia Sternidae, fuertemente migratoria. Se distribuye ampliamente en el océano Atlántico, en Europa en el mar Mediterráneo, mar Negro y mar Caspio, en el Sureste de Norteamérica y en Sudamérica. A nivel global está catalogada como "preocupación menor" en el libro rojo de la UICN y está incluida en el Libro Rojo de las aves de España en la categoría de "vulnerable", apareciendo como "De interés especial" en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.



Fig. 6. Charrán patinegro. Foto CC.

Cormorán grande (*Phalacrocorax carbo*)

Ave del orden de los Pelecaniformes, ampliamente distribuida por Europa, Norteamérica, Asia y África. Es una especie migratoria que se reproduce en el norte de Europa y en España se encuentra de invernada, aunque desde hace unos años se pueden encontrar criando en algunos embalses interiores. A nivel global está catalogada como "preocupación menor" en el libro rojo de la UICN.



Fig. 7. Cormorán grande. Foto: Sergi Torné.

Cormorán moñudo (*Phalacrocorax aristotelis*)

Ave del orden de los Pelecaniformes. Se distribuye por Europa, las costas mediterráneas y del mar Negro y la costa Atlántica de Marruecos. En España están presentes dos subespecies: *P. aristotelis aristotelis* y *P. aristotelis desmarestii*, que se distribuye por las costas mediterráneas. Suelen invernar en su zona de anidación, haciendo desplazamientos cortos a lo largo de la costa. A diferencia del cormorán grande, esta especie es exclusivamente marina. A nivel global está catalogada como "preocupación menor" en el libro rojo de la UICN y está incluida en el Libro Rojo de las aves de España en la categoría de "vulnerable" (*P. aristotelis desmarestii*) y "En peligro" (*P. aristotelis aristotelis*). Ambas subespecies aparecen como "De interés especial" en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.



Fig. 8. Cormorán moñudo. Foto: Jesús Barredo.

Pardela balear (*Puffinus mauretanicus*)

Ave de la familia Procellariidae. Es la única ave marina endémica de España. Considerada una subespecie de la pardela mediterránea hasta hace poco, cría en las islas Baleares y se extiende en sus desplazamientos hasta el golfo de Vizcaya e incluso el Norte de África. Es una especie de hábitos estrictamente marinos fuera de la época reproductiva. Su población se estima en unas 2000 parejas reproductoras, debido a diferentes problemas como la destrucción del hábitat o la depredación por parte de ratas y gatos introducidos en sus zonas de cría. Es por ello que está catalogada como "En peligro crítico" en el libro rojo de la UICN y está incluida en el

Libro Rojo de las aves de España en la categoría de “En peligro crítico” y como “En peligro de extinción” en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.



Fig. 9. Pardela Balear. Foto: CRAM.

Pardela mediterránea (*Puffinus yelkouan*)

Ave de la familia Procellariidae. Muy similar a la pardela balear. Presenta igualmente hábitos estrictamente marinos fuera de las épocas de reproducción, cuando nidifica en acantilados cerca de la costa. A nivel global está catalogada como “Cerca de estar amenazada” en el libro rojo de la UICN. Sin embargo, aunque los problemas de conservación son similares a los de la pardela balear, está catalogada como “No evaluada” en el Libro Rojo de las aves de España.



Fig. 10. Pardela Mediterránea. Foto: CRAM.

Pardela cenicienta (*Calonectris diomedea*)

Ave de la familia Procellariidae. Es la pardela mayor presente en Europa y presenta dos subespecies: *diomedea*, presente en el Mediterráneo, y *borealis*, que cría en las islas Canarias. Sus hábitos son similares al resto de pardelas. A parte de los problemas de conservación descritos para las otras pardelas, se ha identificado la pesca con palangre y la contaminación lumínica como amenazas adicionales para esta especie. A nivel global está catalogada como "Preocupación menor" en el libro rojo de la UICN. Sin embargo, ambas subespecies están incluidas en el Libro Rojo de las aves de España, *diomedea* como "En peligro" y *borealis* como "Vulnerable".



Fig. 11. Pardela cenicienta. Foto: CRAM.

Alcatraz común (*Morus bassanus*)

Ave de la familia Sulidae. Es una de las aves marinas de mayor envergadura en nuestras costas. Es frecuente observarla durante los pasos migratorios entre las áreas de anidación de Escandinavia y las islas Británicas hacia el golfo de Guinea. Es una ave estrictamente marina, pero que raras veces sale más allá de los límites de la plataforma continental. A nivel global está catalogada como "Preocupación menor" en el libro rojo de la UICN. En España está incluida en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas como "De interés especial".



Fig. 12. Alcatraz común. Foto: CRAM.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA MORTALIDAD AVES/ACUICULTURA

El impacto económico de la depredación por parte de las aves piscívoras en las instalaciones acuícolas se ha cifrado entre los varios centenares de euros a varios miles, con casos de pérdidas de hasta 500.000\$ en algunas grandes piscifactorías del noreste de los Estados Unidos. Los costes relacionados con la presencia de aves en las piscifactorías no se limitan únicamente a las pérdidas de producción por depredación, sino que a veces los métodos para ahuyentar aves, sobre todo si hablamos de medidas sonoras, pueden provocar estrés en los peces resultando en pérdidas de individuos o ralentización del crecimiento. Adicionalmente, las aves pueden ser vectores potenciales de transmisión de enfermedades entre los diferentes tanques o jaulas (APHIS, 1998).

La interacción de aves con cultivos acuícolas, principalmente la depredación oportunista de la producción, ha sido identificada como un problema por parte de los productores desde los inicios de la actividad a escala industrial en Europa y América. Estudios realizados en Escocia entre los años 1984 y 1987 por Ross (1988) y Carss (1994) identificaron las principales especies involucradas en esta problemática, llevando a cabo una estimación de la mortalidad de estas especies, ya fuera por medidas activas de control de las poblaciones (disparos, veneno...) o por interacción con elementos pasivos de protección de la producción, como las redes anti-pájaros.

Según estos estudios, los predadores más frecuentes en las granjas de salmónidos en Escocia son las garzas reales (*Ardea cinerea*), los cormoranes grandes (*Phalacrocorax carbo*), los cormoranes moñudos (*Phalacrocorax aristotelis*) y las gaviotas en general (*Larus spp.*). La mortalidad anual de estas especies, por métodos directos de eliminación, se estimó en 800 garzas reales, 1643 cormoranes grandes y 1405 cormoranes moñudos (Carss, 1994). Las gaviotas se dejaron fuera del estudio por no presentar problemas graves de depredación. De estos números totales, se sugirió que entre un 4 y un 7% de esta mortalidad fue causada por enmallamiento accidental en redes de protección de las instalaciones, estimándose una mortalidad de entre 32 y 56 garzas reales, entre 66 y 115 cormoranes grandes, y entre 56 y 98 cormoranes moñudos. Por otro lado, Ross (1988) estimó que el número de aves piscívoras muertas accidentalmente podría superar al número de aves eliminadas activamente.

Más actualmente, Quick et al. (2004) estimaron que más del 75% de las piscifactorías de salmón en mar abierto de Escocia consideraban como depredadores dañinos económicamente al cormorán moñudo, las garzas y el cormorán grande.

Los cormoranes pueden consumir entre un 17 y un 26% de su peso en pescado diariamente (Marquiss y Carss, 1994), lo que representa unos 387 g por individuo y día (Werner et al., 2006) o hasta 1000 g de alimento por individuo y día (Carss, 2003), preferiblemente en el rango de los 15-20 cm de longitud, aunque muchas veces estas aves usan los elementos estructurales de las instalaciones para descansar, y la mayoría de pescado consumido cerca de las piscifactorías proviene de poblaciones de diversas especies que viven cerca de las jaulas y se benefician de los restos de pienso de la instalación (Carss y Marquiss, 1992).

El número de cormoranes ha fluctuado muchísimo durante el siglo XX, debido principalmente a la eliminación de individuos por parte de del ser humano, que los veían como competidores (Kirby et al., 1996), o el uso de pesticidas agrícolas como el DDT que daña los huevos (DeVault, 2007). Debido a las figuras de protección que se les ha otorgado en diversos países de Europa y América del norte, las poblaciones empezaron a recuperarse a mitad de los años 1960 (Carss, 1994). Adicionalmente, la introducción de alguna especies piscícolas exóticas en zonas lacustres, así como la explosión de la piscicultura y la prohibición del DDT (DeVault, 2007), la construcción de embalses, o la disminución de tallas de las presas habituales debido a la sobrepesca, favoreciendo las tallas aptas para los cormoranes (Carss, 2003), también son razones para la recuperación de las poblaciones de cormoranes.

MEDIDAS ANTI-DEPREDACIÓN

La implementación de medidas anti-depredación se lleva a cabo siempre después de un estudio coste-beneficios. Los costes deben compararse con el valor de las pérdidas estimadas, ya sea a partir de experiencias previas, o de previsiones de la mortalidad de la producción en función de la localización de la piscifactoría, especies de aves presentes, tasa de alimentación de las aves, etc.

Existen diferentes medidas para evitar la depredación de aves en las instalaciones de acuicultura, que se desarrollan someramente a continuación:

Exclusión

Mediante redes, alambradas u otros sistemas, pueden cercarse los tanques, estanques o jaulas de acuicultura. De esta manera se crea un perímetro de exclusión de las aves que permite reducir o eliminar la depredación de la producción.

Los sistemas de exclusión pueden ser temporales o permanentes, y básicamente consisten en redes denominadas anti-pájaros que se suelen instalar encima de las jaulas o tanques. Para que la exclusión sea efectiva es necesario tener en cuenta la luz de la malla, que debe ser suficientemente pequeño para no dejar pasar a las aves, pero no tanto que haga fácil que éstas se enmallen.

Las redes deben tener una tensión adecuada para que su propio peso, o el peso de las aves que potencialmente se puedan posar en ellas, no permita que la red se combe tanto como para que toque la superficie del agua. En este caso, las redes dejan de hacer su cometido, y a la vez pueden presentar una amenaza tanto para los peces como para las aves, que pueden quedarse enredadas y morir en ellas. A parte de la tensión de la propia red, puede ser necesario instalar dispositivos de soporte central que la sostengan.

El diseño de las redes de exclusión también tiene que tener en cuenta la manera de operar con ellas, para facilitar el acceso a las jaulas y evitar que queden espacios por los que especies como las garzas o los cormoranes puedan acceder.

En instalaciones en tierra pueden usarse vallas en el perímetro de los estanques, para evitar la depredación por garzas y otras aves zancudas, así como sistemas de alambrada monofilamento por encima para evitar el acceso de gaviotas y cormoranes.

Medidas para ahuyentar aves:

Dispositivos pirotécnicos: consisten en cohetes que se lanzan con una pistola especial. Provocan dos sonidos fuertes, el del propio disparo y un segundo sonido al explotar la carga a unos 50-100 m. Tienen como desventaja que es necesario activar estos dispositivos manualmente. Como ventaja pueden aplicarse selectivamente temporal y espacialmente.

Detonadores automáticos: similar a los dispositivos pirotécnicos, los detonadores automáticos consisten en un cañón que emite detonaciones sonoras a intervalos programables gracias a un sistema de gas propano o acetileno. Como ventaja, este sistema funciona de manera automática. Como desventaja, es necesario variar la programación de las detonaciones y la ubicación del dispositivo frecuentemente, para evitar que las aves se acostumbren a los sonidos.

Emisión de llamadas de peligro: la emisión de llamadas de peligro o auxilio de la especie objetivo a ahuyentar, puede evitar la presencia de algunas especies de aves. Para maximizar su efectividad es importante empezar la emisión de las llamadas en el momento que las aves empiezan a llegar y espaciarlas al máximo. En algunos países donde se expiden permisos para cazar algunas especies de aves en las instalaciones de acuicultura, se ha descrito el refuerzo de la llamada con disparos reales a algunos individuos dominantes del grupo.

Luces: efectivas para ahuyentar algunas especies piscívoras nocturnas, suelen emplearse luces estroboscópicas o giratorias.

Aspersores de agua a presión: en algunos casos se emplean aspersores giratorios automáticos para evitar la depredación, ahuyentando a las aves. Los mejores resultados se obtienen cuando el encendido y el apagado es de forma aleatoria o en algunos casos, mediante detectores de movimiento.

Efigies humanas: el típico espantapájaros, o mejor, una efigie humana móvil, puede evitar la aparición de algunas especies de aves. El resultado mejora si se varia regularmente la posición de estos espantapájaros y si se refuerza su efecto sustituyéndolos periódicamente por humanos reales que operen dispositivos pirotécnicos.

Maquetas de aves depredadoras: de manera similar a las efigies humanas, la colocación de una maqueta de un ave depredadora, si es móvil, mejor, puede evitar la aparición de aves en las instalaciones. En este caso también es necesario variar la posición del artefacto periódicamente.

Perros: su uso depende de la especie y del temperamento de los animales y, por supuesto, pueden ser usados únicamente en instalaciones en tierra.

Patrullas humanas: la presencia humana para ahuyentar a las aves, principalmente cormoranes y garzas, es útil a corto plazo, y a largo plazo la presencia humana constante es necesaria. Este sistema es caro en cuanto a sueldos de los empleados, aunque se pueden organizar patrullas voluntarias en zonas (ríos, lagos) donde haya más colectivos interesados (pescadores de caña, cazadores) en que no haya aves piscívoras.

Control letal: esta medida, aun considerada como último recurso, es altamente controvertida ya que implica el sacrificio de un número variable de aves, habitualmente mediante disparos. Se emplea en algunos países como Reino Unido o Estados Unidos, siempre después de la obtención de un permiso especial. Su efectividad es máxima como refuerzo de otras técnicas no letales, pero es útil únicamente cuando hay que eliminar un número limitado de individuos.

Captura y re-ubicación de aves: es una alternativa al control letal, e implica la captura de las aves problemáticas, siempre que sea un número razonable, y su posterior liberación a cierta distancia. Es una técnica costosa y que no es efectiva en todos los casos.

Todas estas medidas anti-depredación pueden suplementarse con prácticas de manejo y de planificación de la producción. En algunos casos puede ser factible reducir la densidad del cultivo, de manera que resulte menos atractivo para las aves piscívoras, o estocar las jaulas o tanques en exteriores con peces de mayor tamaño (Kirby et al 1996), y mantener la producción de los peces de entre 12 y 16 cm en instalaciones en tierra a cubierto. Para peces mayores podría incluso no ser necesaria optar por la exclusión total con redes anti-pájaros.

Otra estrategia de manejo puede ser optar por piensos que se hundan más rápidamente y minimicen el tiempo en superficie de los peces, aunque con ello se pueda perder la información visual que un pienso flotante le da al operario del estado del cultivo, o aumentar la oxigenación con la misma finalidad (APHIS, 1998).

En general, a excepción de las redes anti-pájaros, el resto de métodos deben ser usados en combinación con otros para evitar que las aves se acostumbren y los ignoren.

DESCRIPCIÓN PROYECTO

Algunas especies de aves marinas se ven atraídas por la concentración de peces en las jaulas de los cultivos de acuicultura. Para evitar la depredación sobre la producción de las piscifactorías suelen utilizarse redes superficiales de exclusión u otros sistemas denominados 'anti-pájaros'. Sin embargo, estas medidas no sólo evitan la captura de los peces del cultivo sino que pueden provocar la muerte a un elevado número de aves.

Hasta la fecha, no se ha cuantificado la mortalidad de aves marinas relacionada con esta actividad ni cuáles son las especies más afectadas por este proceso. Por ejemplo, siendo los cormoranes uno de los principales grupos de aves afectados, se desconoce el grado de mortalidad que estas actividades causan a especies como el cormorán moñudo (*Phalacrocorax aristotelis*), listado en el Libro Rojo de las Aves de España.

Esta problemática no sólo afecta negativamente a las poblaciones de aves sino que también supone un inconveniente para el sector acuicultor que espera encontrar medidas que eviten la pérdida de producción con el mínimo impacto posible. En la Fundación CRAM creemos que es esencial trabajar de forma conjunta, y nunca en contra, del sector de la acuicultura para poder realizar este proyecto con éxito. Para ello, contamos con el asesoramiento de expertos del sector como Jordi Carreras (Director de Litoralgestión de Producciones Acuícolas S.L.) y de un convenio de cooperación con la red de desarrollo e investigación en acuicultura de la Generalitat de Cataluña (Xarxa de Referència de Recerca, Desenvolupament i Innovació en Aqüicultura de la Generalitat de Catalunya – Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA)).

El estudio del impacto de la acuicultura sobre las aves marinas, así como su difusión, facilitarán la propuesta y aplicación de nuevas medidas para minimizar la mortalidad de estas aves ya amenazadas por otros procesos como la destrucción de su hábitat, contaminación marina y la captura accidental en pesca.

OBJETIVOS

General: Conocer con que frecuencia ocurren episodios de mortalidad e identificar que especies de aves marinas se ven afectadas por la interacción con cultivos acuícolas e impulsar la implementación de medidas mitigadoras más efectivas.

Específicos:

- 1.- Cuantificación del impacto de las jaulas marinas de acuicultura sobre las aves marinas (identificación de especies afectadas, número de bajas aproximado, estacionalidad, etc.);
- 2.- Recopilación bibliográfica sobre las medidas mitigadoras utilizadas en la actualidad;
- 3.- Proposición de nuevas medidas de acuerdo con las necesidades del sector que minimicen la mortalidad de aves marinas;
- 4.- dar a conocer el impacto que los cultivos marinos tienen sobre las aves para que se incremente el esfuerzo en minimizar esta mortalidad con el objetivo que el propio sector adquiera métodos menos agresivos para estas especies

METODOLOGÍA

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo en seis fases diferenciadas:

1.- Preparación del proyecto:

- diseño detallado de las líneas de acción y planificación.
- formación del equipo técnico y captación de voluntarios.
- presentación del proyecto a las piscifactorías y diferentes partes implicadas.
- Preparación de las fichas de seguimiento para documentar los casos de mortalidad de aves en los cultivos y de las encuestas para los trabajadores del sector.

2.- Recopilación información bibliográfica:

- recopilación de información disponible sobre estudios de interacción aves-cultivos marinos.

- sondeo de opiniones y propuestas sobre medidas para minimizar la mortalidad de aves en cultivos marinos mediante entrevistas a personas relacionadas con sector acuícola y expertos en aves marinas.

- análisis, con la colaboración de los expertos, de la efectividad de las medidas mitigadoras utilizadas hasta la fecha.

3.- Visitas a piscifactorías para evidenciar la problemática:

- visitas periódicas a instalaciones de acuicultura. Identificación de las especies afectadas, cuantificación de la mortalidad de aves y registro fotográfico que documente la problemática.

4.- Recopilación de datos de mortalidad de aves mediante fichas de seguimiento y entrevistas:

- distribución de fichas de identificación de aves y de fichas de seguimiento para que los trabajadores colaboren de manera más frecuente en la identificación de especies y cuantificación de la mortalidad de aves en los cultivos.

- recopilación de información sobre la mortalidad de aves en los cultivos en la actualidad y en el pasado mediante entrevistas/encuestas a los trabajadores.

- información al sector sobre las aves amenazadas o protegidas que habitan en la zona para identificar si existen casos de mortalidad de estas especies en peligro.

5.- Análisis de los resultados y presentación de modificaciones de las medidas mitigadoras

- tras el análisis de los resultados con el asesoramiento de expertos del sector se propondrán nuevas medidas mitigadoras o mejoras de las existentes y se estudiará la viabilidad de empezar experiencias piloto para probar las nuevas metodologías.

6.- Ejecución del plan de comunicación dirigido al sector y al público en general acorde con los resultados obtenidos, divulgación de la problemática y sus posibles soluciones.

DESARROLLO DEL PROYECTO

La cuantificación del impacto de las jaulas de acuicultura en mar abierto sobre la avifauna marina se llevaron a cabo dos aproximaciones. La primera de ellas fue la visita periódica entre los meses de marzo y mayo de una planta de producción de lubina en mar abierto, situada en la bahía de Roses, Catalunya. La segunda fue la elaboración de encuestas, en formato electrónico y telefónico, para recopilar datos de empresas a las que no se pudo acceder presencialmente.

Visitas

Se llevaron a cabo 2 visitas al mes durante el periodo del estudio a la piscifactoría Aqüipeix Roses S.L. La instalación consta de 14 jaulas de 127 m² en la que se produce unas 300 t de lubina al año que se siembran una sola vez al año. Las medidas anti-pájaros que utilizan son redes de 133 mm de luz de malla que desarrollan y fabrican ellos mismos. Las redes se atan a la orla de la jaula y se soportan en el centro de la jaula por una torreta flotante coronada por un boyarín rojo.

Las visitas consistieron en la inspección ocular de todas las redes anti-pájaros y la documentación fotográfica de las especies de aves presentes en las inmediaciones de la instalación, así como de los posibles casos de aves enmalladas en las redes anti-pájaros.

Durante las visitas se distribuyeron fichas plastificadas de identificación de aves (Anexo IV) para que los trabajadores tuvieran una referencia que les ayudara a estimar la presencia o el enmallamiento de las diferentes especies. Paralelamente, se proporcionaron fichas de control de mortalidad de aves agrupadas por familias (gaviotas, charranes, cormoranes y pardelas, Anexo II). Estas fichas se recogieron en visitas sucesivas.

Encuestas

Con la finalidad de aumentar el tamaño muestral, se amplió el estudio a piscifactorías de fuera de nuestra zona de trabajo, enviando una encuesta en formato electrónico que en los casos en los que no se pudo obtener una dirección de correo electrónico fue pasada vía telefónica.

Las direcciones electrónicas, postales y los números de teléfono, se obtuvieron de directorios públicos en la Fundación del Observatorio Español de Acuicultura (OESA, www.fundacionoesa.es) y del portal de acuicultura MisPeces.com.

Las encuestas se diseñaron para que fueran sencillas y se redactaron desde el punto de vista del sector acuícola (Anexo III). Se hicieron preguntas que categorizadas en cuatro bloques:

1. Identificación de especies comunes en las piscifactorías agrupadas por familias (Gaviotas, charranes, cormoranes, pardelas y otros), época del año y horas en las que se avistan estos grupos de especies y, finalmente, si estos grupos de especies son o no un problema para la piscifactoría.
2. Problemas causados por las aves y qué grupos de especies los causan (incluyendo robo de pienso, robo de peces, suciedad de las instalaciones, enmallamiento en las redes anti-pájaros, quedar atrapados dentro de las jaulas al atravesar las redes anti-pájaros)
3. Estimación del número de individuos de cada grupo de especies que quedan enmallados en las redes anti-pájaros o atrapados dentro de las jaulas al atravesar las redes anti-pájaros y no poder salir después.

RESULTADOS

VISITAS

En el contexto actual de crisis económica ha sido difícil llevar a cabo esta parte del proyecto. En la costa catalana quedan únicamente dos grupos empresariales dedicados al engorde de peces marinos en jaulas en mar abierto. El resto de empresas, pese a que muchas veces mantienen la concesión, han suspendido su actividad en los últimos tiempos. Únicamente uno de los grupos empresariales, Aqüipeix Roses, S.L., accedió a permitirnos visitar sus instalaciones periódicamente.

Durante las 6 visitas que se realizaron a lo largo de tres meses, no se observó ningún ave atrapada en las redes anti-pájaros. En las inmediaciones de la instalación se observaron ejemplares de cormorán grande en la mayoría de visitas, a menudo posados en la orla de las jaulas e interactuando directamente con las instalaciones. En todas las visitas se pudieron observar ejemplares de gaviota

patiamarilla, a menudo posados sobre elementos de las jaulas, boyas y otros equipamientos. Esporádicamente se pudieron observar ejemplares de charrán común y charrán patinegro en las inmediaciones de las instalaciones, pero nunca en contacto directo con ellas.

En una de las visitas se nos informó de que a primera hora se había tenido que abrir una jaula para dejar salir a una veintena de cormoranes grandes, que habían logrado entrar por las zonas de anclaje de la red anti-pájaros a la orla de la jaula. En esta instalación en particular se ponía mucho cuidado a la hora de cerrar las redes anti-pájaros, de manera que la exclusión fuera lo más perfecta posible, especialmente en las jaulas con peces de tamaño pequeño-medio. Las jaulas con peces cercanos a la talla comercial, sobre las cuales se llevan a cabo operaciones rutinarias de pesca cada dos o tres días, quedaban cerradas de una forma un poco menos estricta, para hacer más fácil el acceso a los trabajadores. De esta forma, quedaban espacios por los que fácilmente podrían acceder los cormoranes.

En el transcurso de entrevistas con el personal y la gerencia de esta piscifactoría, se nos comunicó que consideraban la depredación de los cormoranes sobre la producción como un problema muy importante. Además de las bajas que ellos atribuían a la depredación, durante las pescas se identificaban numerosos peces que no podían ser vendidos al presentar heridas y laceraciones provocadas por cormoranes, haciendo las pérdidas de producción aún más graves.

El grupo empresarial propietario de la piscifactoría visitada posee además un taller redero, donde confeccionan las redes anti-pájaros que emplean en sus jaulas. Las principales particularidades de estas redes anti-pájaros son una luz de malla más pequeña (133mm) de la que se usaba previamente en la misma planta. Los responsables de la piscifactoría manifestaron una mejoría en la exclusión de pájaros con este tipo de redes y recalcaron la importancia de conseguir un buen ajuste entre la red y la orla de la jaula, así como en evitar que la red toque la superficie del agua.

La piscifactoría visitada no había probado ningún otro método para ahuyentar a las aves, así que no pudieron ofrecer ninguna información a este respecto.

No se observó ningún ejemplar de cormorán moñudo, ni ninguna especie de pardela en ninguna de las visitas.

ENCUESTAS

Se confeccionó una encuesta web que se envió por correo electrónico a todas las piscifactorías de las que se pudo obtener la dirección. Sólo una de ellas respondió a esta encuesta.

Paralelamente, se llevó a cabo el mismo cuestionario pero a través del teléfono, y se consiguió la respuesta de 11 piscifactorías más.

Tabla 1. Datos geográficos y de producción de las piscifactorías encuestadas.

Provincia	Tipo de instalación	Especies cultivadas			
Alicante	Jaulas en mar	Lubina	Dorada		
Alicante	Jaulas en mar	Lubina	Dorada		
Almería	Jaulas en mar	Lubina	Dorada		
Almería	Jaulas en mar	Lubina	Dorada		
Almería	Jaulas en mar	Lubina	Dorada		
Almería	Jaulas en mar	Lubina	Dorada		
Girona	Jaulas en mar	Lubina	Dorada		
Barcelona	Jaulas en mar	Lubina			
Murcia	Jaulas en mar	Lubina	Dorada		
Sevilla	Estanques en tierra	Lubina	Dorada	Corvina	Mugílidos
Tenerife	Jaulas en mar	Lubina	Dorada		
Tenerife	Jaulas en mar	Lubina	Dorada		

El 83% de las instalaciones encuestadas observan gaviotas a menudo o todos los días, así como cormoranes (75% de las piscifactorías).

Un 33% de las piscifactorías observa pardelas o garzas a menudo y sólo un 17% observa charranes a menudo.

La presencia de todas las especies es mayor a primera hora del día, a excepción de las pardelas, que sólo se observan a mediodía o por la tarde. Las gaviotas se pueden ver durante todo el día, al igual que los cormoranes, aunque con una ligera preferencia por las primeras horas. Las garzas sólo se observan a primera hora de la mañana.

Charranes y cormoranes se ven durante todo el año, pero con picos en las estaciones de invierno y otoño. Las pardelas se observan únicamente en invierno y otoño, las garzas durante el invierno, primavera y otoño, y las gaviotas se ven durante todo el año por igual.

La especie que es percibida mayoritariamente como un problema es el cormorán, por parte de un 66% de las piscifactorías encuestadas. A distancia les siguen las gaviotas, consideradas un problema por el 25% de las piscifactorías encuestadas. El 50% de las piscifactorías que observaron garzas en sus instalaciones consideraron que esta especie es un problema. Aunque en el total esta especie suma sólo el 16.7 % de las piscifactorías encuestadas, los problemas que provoca pueden estar enmascarados, porque no todas las empresas observaron esta especie, y las que lo hicieron la citaron bajo el epígrafe "otros".

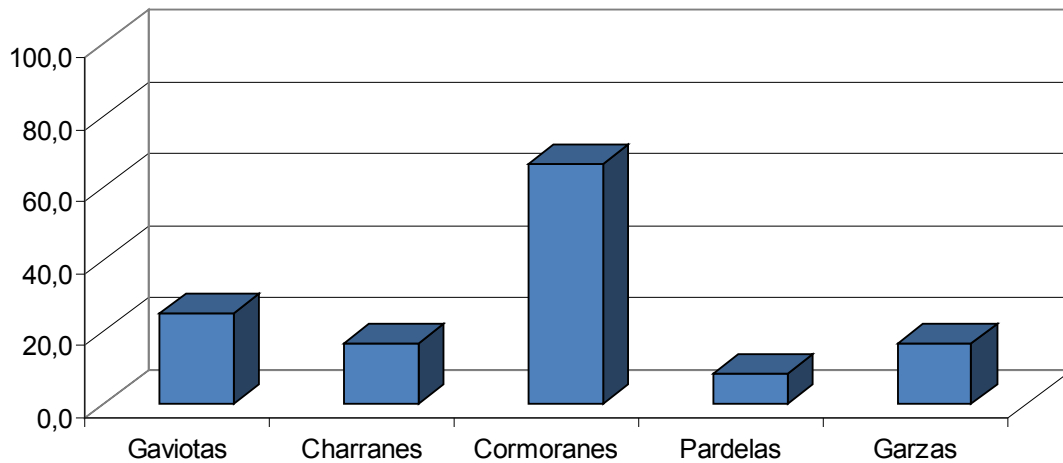


Fig. 13. Porcentaje de instalaciones en que cada grupo de aves se percibe como un problema. N=12 piscifactorías consultadas.

Los principales problemas encontrados por las piscifactorías son, en primer lugar, la depredación de la producción, observada en un 75% de las plantas, seguido por la suciedad de las instalaciones, y del enmallamiento en redes anti-pájaros y el quedar atrapados dentro de las jaulas.

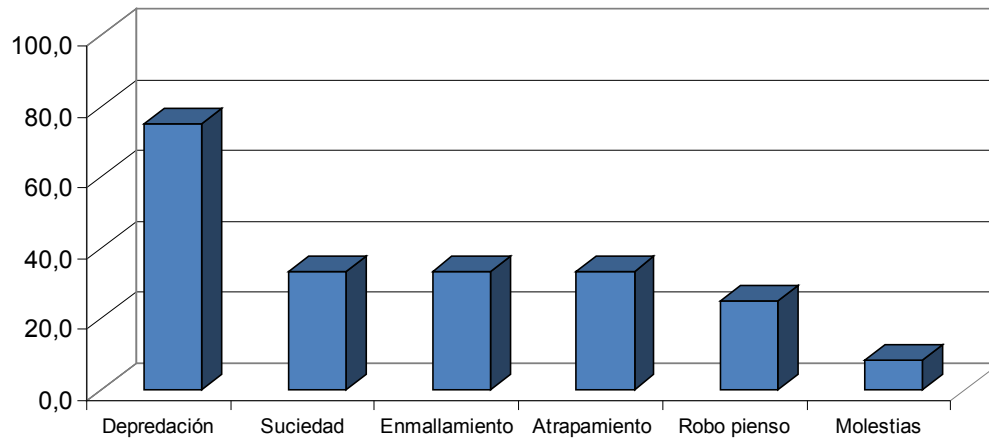


Fig. 14. Porcentaje de instalaciones que experimentan problemas asociados con las aves. N=12 piscifactorías consultadas.

La depredación la llevan a cabo los cormoranes en un 100% de las instalaciones donde esto es un problema (75%), mientras que en un 11% adicionalmente depredan gaviotas y garzas.

En el 100% de las piscifactorías donde se encuentra el problema de suciedad de las instalaciones, se observa que los responsables son los cormoranes. En un 25% adicional de piscifactorías, las gaviotas y las pardelas también ensucian las instalaciones.

En el 100% de las piscifactorías donde se produce enmallamiento de aves en las redes anti-pájaros (33% de las instalaciones), las especies enmalladas son cormoranes. Adicionalmente, en un 50% de estas instalaciones se enmallan gaviotas y charranes, y en un 25% pardelas.

En el 100% de las piscifactorías donde hay aves atrapadas dentro de las jaulas tras haberse introducido a través de las redes anti-pájaros (33%), las especies atrapadas son cormoranes. Adicionalmente, en un 50% de las instalaciones quedan atrapadas gaviotas, y en un 25% charranes.

En las piscifactorías donde el robo de pienso es un problema (25% de las instalaciones), mayoritariamente es producido por gaviotas (66% de las instalaciones), y en un 33% adicional por charranes y cormoranes.

Uno de los problemas causados por las aves que no estaban especificados en el cuestionario pero que apareció en el apartado de "otros" de una piscifactoría fue el de cormoranes y garzas que molestan a los trabajadores.

El 100% de las empresas encuestadas utilizan la exclusión total con redes anti-pájaros como método de evitar la depredación por parte de las aves. Un 16.7% adicional ha probado los sonidos de detonaciones y un 8.3% los artefactos pirotécnicos. Estos dos últimos sistemas han sido evaluados como "nada efectivos" evitando la presencia de aves en las instalaciones.

La percepción de la efectividad de las redes anti-pájaros por parte de los acuicultores es que son "bastante" o "muy efectivas" en un 83.4% de las instalaciones, mientras que un 8.3% considera que no son nada efectivas.

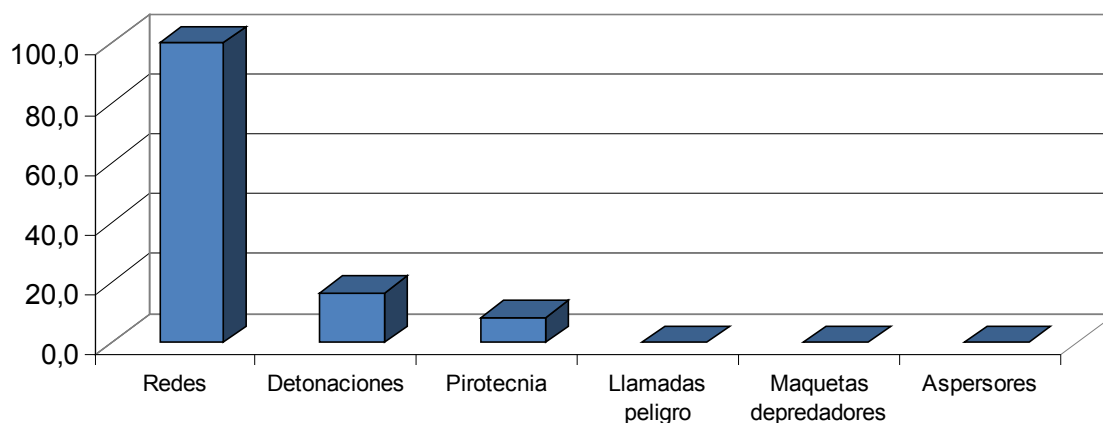


Fig. 15. Magnitud de la implantación de cada tipo de medidas anti-pájaros. N=12 piscifactorías consultadas.

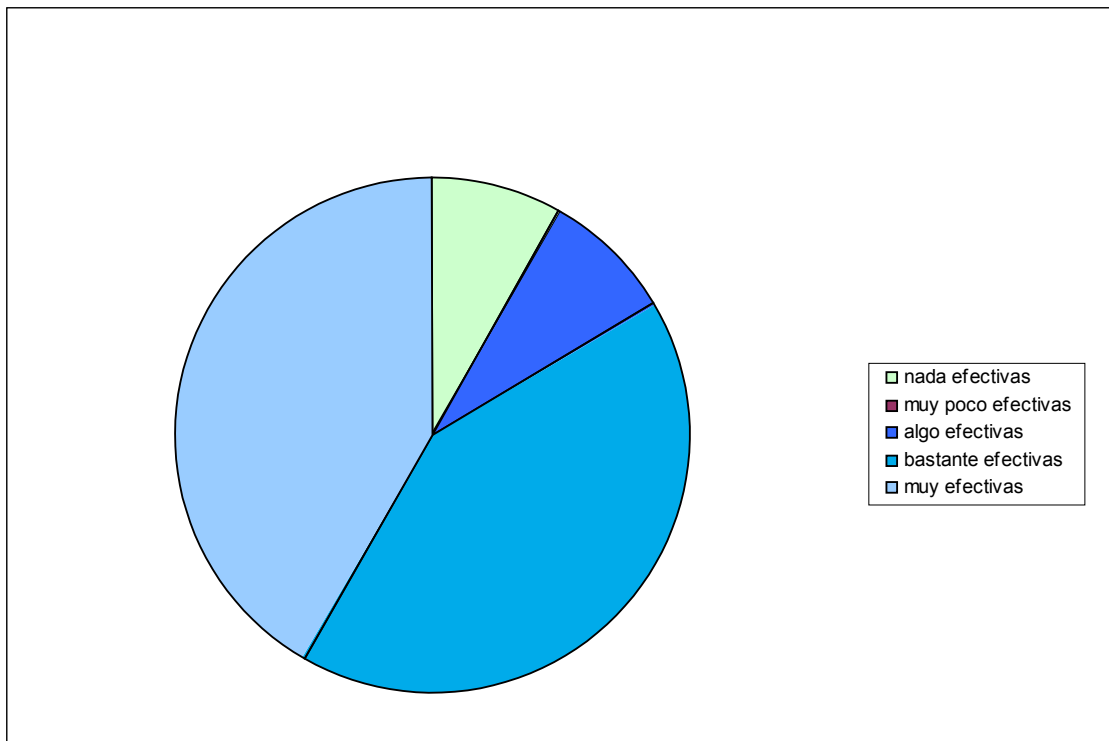
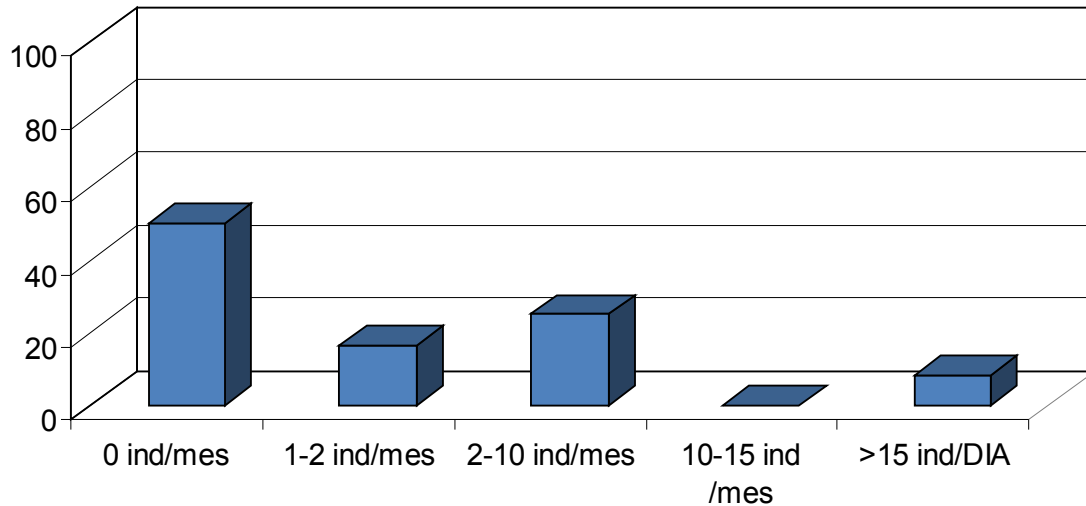


Fig. 16. Percepción de la efectividad de las redes anti-pájaros por parte de los acuicultores. N=12 piscifactorías consultadas.

Finalmente, el 17% de las piscifactorías dice encontrar entre un y dos cormoranes enmallados en las redes anti-pájaros al mes, un 25% encuentra entre 2 y 10 individuos al mes y, un 8% de las piscifactorías encuentra más de 15 cormoranes enmallados al día.

Un 20% de las piscifactorías que han observado garzas en sus instalaciones encuentra 1 a 2 individuos enmallados al mes.



ig. 17. Estimación del número de cormoranes enmallados en las redes anti-pájaros, según la percepción de los acuicultores. N=12 piscifactorías consultadas. F

El 25% de las piscifactorías encuentra de 1 a 2 cormoranes atrapados dentro de las jaulas al mes, otro 25% encuentra entre 2 y 10 individuos al mes y un 8% encuentra entre 10 y 15 individuos atrapados al mes. Un 17% de las piscifactorías encuentran más de 15 individuos atrapados al día.

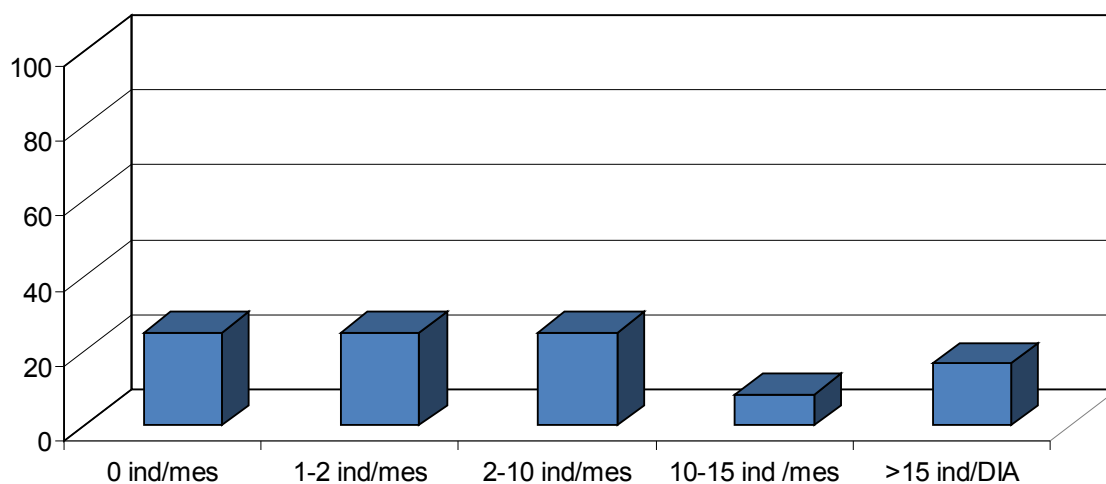


Fig. 18. Estimación del número de cormoranes atrapados dentro de las jaulas después de conseguir atravesar las redes anti-pájaros, según la percepción de los acuicultores. N=12 piscifactorías consultadas.

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio, llevados a cabo a través de visitas a una piscifactoría, y la realización de encuestas y entrevistas, permite apreciar que la especie más problemática para las instalaciones de acuicultura es el cormorán, que se puede ver durante todo el año en muchas piscifactorías, con picos en invierno y otoño.

Las redes anti-pájaros son el método más utilizado en las piscifactorías, y es considerado como el más efectivo evitando la depredación, ejercida mayoritariamente por los cormoranes. Aunque son efectivas, no dejan de representar una amenaza para las aves, ya que por lo menos el 50% de las piscifactorías encuentra cormoranes enmallados, en algunos casos no sólo esporádicamente, sino en números alarmantes, llegando a observar más de 15 individuos enmallados al día. Es precisamente una de estas empresas, dedicadas al engorde de lubina y dorada en jaulas, una de las empresas que ha suspendido su actividad recientemente.

Por otro lado, las redes anti-pájaros también presentan otra amenaza, ya que dependiendo de cómo estén puestas, o de su mantenimiento, los cormoranes pueden entrar por alguna abertura, pero luego no pueden salir o, pudiendo, esperan a que el personal de la piscifactoría le facilite la salida abriendo la jaula. El 75% de las piscifactorías encuestadas encuentran cormoranes dentro de las jaulas a pesar de las redes anti-pájaros, algunas de ellas de manera crónica.

Es importante recalcar que las encuestas distribuidas a los acuicultores no valoraban directamente la mortalidad de aves, aunque a partir de observaciones propias y de las percepciones personales de los acuicultores entrevistados, los pájaros enmallados suelen aparecer muertos o con alguna fractura grave que dificulta su reintroducción. Así, se podría aventurar que las estimaciones de aves enmalladas pueden coincidir a *grosso modo* con la mortalidad provocada por las redes anti-pájaros. No ocurre lo mismo con las aves atrapadas en la jaula, ya que si ésta está provista de un sistema para evitar que la red toque el agua, los pájaros pueden simplemente esperar a que el acuicultor la retire para volver a escapar. Aquí la variabilidad en el manejo y mantenimiento de las redes es crucial, ya que a partir de entrevistas personales se constata una gran variabilidad en la mortalidad de aves atrapadas entre la red y la superficie del agua. En ciertas instalaciones donde no se tenía en cuenta este aspecto, los trabajadores comentaron que muchas de las aves atrapadas, principalmente cormoranes, morían dentro de la jaula. Sin embargo, los números presentados no se corresponderían tanto con mortalidad como en el caso de aves enmalladas.

Estos resultados señalan que puede haber una gran variabilidad entre las diferentes redes anti-pájaros, la manera de colocarlas, material, la presencia o no de torretas centrales, luz de malla, tensión o el ajuste a la orla de las jaulas entre otros. Es especialmente importante conseguir un buen ajuste entre la red anti-pájaros y la orla de la jaula. Esto, juntamente con una red con una luz de malla suficientemente pequeña y tensada de manera que no toque la superficie del agua, consigue mantener alejadas a las aves y evitar la intrusión, minimizando la mortalidad. El punto de contacto entre la jaula y la red es especialmente delicado, ya que suele ser el punto por el que los cormoranes pueden entrar a la jaula y depredar la producción.

En nuestras visitas no hemos visto nunca ningún ejemplar de cormorán moñudo. Al ser una especie menos oportunista y de ambiente exclusivamente marino, podría

mantenerse más al margen de este tipo de instalaciones. De todas formas, sería necesario obtener más datos durante más visitas y a diferentes localizaciones para descartar definitivamente que esta especie pueda estar siendo afectada por las redes anti-pájaros. Lo mismo se podría decir sobre las especies de pardelas, que se mostraron ausentes durante nuestras visitas.

Todos estos resultados deben tomarse con cautela, ya que las encuestas, para simplificarlas y facilitar la obtención de respuestas, no incluyeron preguntas acerca de, por ejemplo, la superficie productiva de cada piscifactoría, que debería ser usada para ponderar el alcance del problema.

Uno de los resultados sorprendentes, sobre todo teniendo en cuenta que un 75% de las piscifactorías consultadas sufre problemas de depredación, es el bajo porcentaje de instalaciones que ha decidido investigar nuevas medidas anti-pájaros a parte de las ampliamente extendidas redes de exclusión.

Es sabido que muchas estrategias para espantar aves dejan de funcionar tan pronto como los animales se acostumbran a ellas. Es por ello que sería necesario usar estas medidas combinadas, siempre prestando atención a su mantenimiento, a variar su posición, intensidad, período, etc. y no dejar de investigar posibles nuevas soluciones, o adaptar soluciones que se usan en otros sectores.

La gestión y planificación de la producción puede ser un factor clave en la reducción de la interacción entre aves y piscifactorías, con un peso específico incluso superior a las medidas anti-pájaros. Es particularmente importante tener en cuenta ciertos factores a la hora de decidir la ubicación, distribución y dimensionado de una nueva instalación de acuicultura, teniendo en mente las posibles interacciones con la avifauna piscívora y la consiguiente depredación de la producción. Así, situar una piscifactoría cerca de una zona húmeda, área de anidamiento, río, etc. puede ser un factor que aumente el riesgo de interacción aves-acuicultura.

Paralelamente, puede ser necesario emplear más tiempo/trabajador en asegurar el mantenimiento y buen ajuste de las redes anti-pájaros en jaulas o tanques que alberguen peces de tallas reducidas, que por ello son más susceptibles a la depredación. Siempre que sea posible, podrían mantenerse estas fases de riesgo cerca de zonas donde haya actividad humana, o en naves cerradas en tierra, para evitar el efecto atrayente que estos peces puedan tener sobre las aves. También ha

sido demostrado que la densidad de cultivo puede tener un efecto en la depredación, favorecida por densidades mayores.

CONCLUSIONES

Como conclusión final, la diversidad de resultados en cuanto a especies (percepción de la efectividad de las redes anti-pájaros, número estimado de aves enmalladas, etc.) puede deberse a varios factores (tipo de red, mantenimiento de la red, zona geográfica donde se ubica la instalación, especies presentes en la zona entre otros), que deberían tenerse en cuenta en el proceso de planificación de cada piscifactoría.

Idealmente, el sector acuícola debería tratar de implementar algunas de las medidas anti-pájaros alternativas que se proponen en este informe y evaluar su efectividad, teniendo en cuenta que es necesario un adecuado mantenimiento y manejo de estas sistemas.

Por otro lado, el uso de redes anti-pájaros, que ya es el método de elección de todas las piscifactorías encuestadas, puede ser beneficioso para el sector acuícola y para el de la conservación, siempre y cuando se sigan unas buenas prácticas en su uso: un diseño adecuado, con una luz de malla en torno a los 130 mm o menor, el uso de una torreta central en la jaula u otros sistemas para que la red no toque el agua, tensión suficiente de la red, cierre ajustado en torno a la jaula y mantenimiento de las posibles roturas.

AGRADECIMIENTOS

Aqüipeix Roses S.L. y toda su plantilla.

Jordi Carreras i Doll

Míriam Gutiérrez

Sergi Torné

Xarxa de Referència de Recerca i Desenvolupament en Aqüicultura de la Generalitat de Catalunya.

REFERENCIAS

Animal and Plant Health Inspection Service. 1998. Bird predation and its control at aquaculture facilities in the Northeastern United States. APHIS 11-55-009. Ed. United States Department of Agriculture, pp. 1-17

Carss, D.N., 1994. Killing of piscivorous birds at Scottish fin fish farms, 1984-87. *Biological Conservation*, vol. 68 (2) pp. 181-188

Carss, D. N. & Marquiss, M., 1992. Avian predation at farmed and natural fisheries. *Proc. Ann. Inst. Fish. Manage.*

Study Course, 22nd, Aberdeen 1991

Carss, D.N., 2003. Reducing the conflict between cormorants and fisheries on a pan-European scale - REDCAFE Final Report, pp. 1-170

DeVault, T., 2007. Oneida Lake's cormorant harassment program: frequently asked questions. *Oneida Lake Bulletin*, pp. 3-4

Glahn, J.F., Tobin, M.E., Blackwell, B.F., 2000. A science-based initiative to manage double-crested cormorant damage to southern aquaculture. USDA/APHIS Wildlife Services National Wildlife Research Center, pp. 1-16

King, D.T., 2005. Interactions between the American white pelican and aquaculture in the southeastern United States: an overview. *Waterbirds*, (28) pp. 83-86

Kirby, J.S., Holmes, J.S., Sellers, R.M., 1996. Cormorants *Phalacrocorax carbo* as fish predators: an appraisal of their conservation and management in Great Britain. *Biological Conservation*, vol. 75 (2) pp. 191-199

Marquiss, M. y Carss, D. N., 1994. Avian piscivores: basis for policy. R & D Project Record, National Rivers Authority, Bristol.

Quick, N.J., Middleman, S.J., Armstrong, J.D., 2004. A survey of antipredator controls at marine salmon farms in Scotland. *Aquaculture*, vol. 230 (1) pp. 169-180



Werner S.J. y Dorr, B.S., 2006. Influence of Fish Stocking Density on the Foraging Behavior of Double-crested Cormorants, *Phalacrocorax auritus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, vol. 37 (1) pp. 121-125