

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 424 848**

51 Int. Cl.:

A01K 61/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.01.2006 E 06701455 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2013 EP 1838147**

54 Título: **Método para prevenir comportamientos anómalos en los atunes**

30 Prioridad:

21.01.2005 JP 2005014356
21.01.2005 JP 2005014358

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.10.2013

73 Titular/es:

KINKI UNIVERSITY (100.0%)
4-1, Kowakae 3-chome Higashiosaka-shi
Osaka 577-8502, JP

72 Inventor/es:

ISHIBASHI, YASUNORI;
MIYASHITA, SHIGERU;
SAWADA, YOSHIFUMI;
OKADA, TOKIHIKO y
KURATA, MICHIO

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 424 848 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para prevenir comportamientos anómalos en los atunes

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un método para evitar que se produzcan comportamientos anómalos tales como canibalismo, comportamientos asustadizos, y muertes por colisión durante la cría, el almacenamiento (engorde) o el transporte de los atunes.

10

Estado de la técnica anterior

En el cultivo convencional de atunes, el canibalismo y el comportamiento asustadizo se producen debido a diversas razones, que tienen como resultado la muerte de un gran número de atunes en los estadios de alevines y jóvenes adultos de los peces. Además, a la vez que se produce el comportamiento asustadizo, o incluso a veces con independencia del mismo, se producen estampidas de los atunes hacia la pared de un tanque acuático de cría o de una jaula de cría lo que causa muertes por colisión. Por lo que la tasa de supervivencia durante la cría y el transporte de los atunes en los estadios de alevines y jóvenes adultos de los peces es extremadamente baja, y por lo tanto resulta muy difícil realizar un cultivo eficiente del atún a una escala de producción en masa, a no ser que se desarrolle un método para prevenir dichos comportamientos.

15

20

Por ejemplo, los documentos JP 5-7463 A y JP 2003-274793, proponen un avance.

Por ejemplo, los documentos JP 5-7463 A y JP 2003-274793 A proponen un método para prevenir el canibalismo durante la cría de Crustáceos. No obstante, no se ha encontrado ningún documento para prevenir el canibalismo, etc., en atunes. Los documentos JP 06-062700, JP 2004-298059 y US 4,271,788 describen medios y métodos para mejorar la alimentación de los atunes mediante la iluminación. Además, el documento JP 9-74975 A revela un aparato eléctrico para retirar organismos marinos adheridos a una jaula de malla para criar peces, que minimiza la necesidad de cambiar la malla y al mismo tiempo evita colisiones de los peces, incluyendo a los atunes, contra la malla mediante medios de alumbrado del aparato. Sin embargo, en este documento no hay ninguna enseñanza o sugerencia sobre el control de estímulos visuales en peces. Además, el Journal of The World Aquaculture Society, Vol. 31, No. páginas 632-639 (Diciembre del 2000) es un informe relacionado con las muertes por colisión durante la cría del atún, y revela que alumbrar toda la noche con una baja iluminación (una bombilla incandescente de 10-W colgada a 70 cm por encima de la superficie del agua en el centro del tanque) fue efectivo para prevenir muertes por colisión, en un experimento efectuado en unas instalaciones cubiertas. No obstante, no enseña ni sugiere el control de estímulos visuales. El documento JP 5-34854 A revela que se han previsto al menos 2 láminas con estampados de colores sobre la superficie de la pared de un tanque de cría de peces para evitar colisiones contra dicha superficie de la pared

25

30

35

40 **Descripción de la Invención**

El principal objetivo de la presente invención es proporcionar un método para prevenir de manera efectiva la incidencia de comportamientos anómalos tales como canibalismo, comportamientos asustadizos, y muertes por colisión de los atunes durante el cultivo, y particularmente, durante la cría, almacenamiento o transporte de los atunes.

45

Los presentes inventores han estudiado de manera intensiva la influencia de los estímulos visuales sobre los atunes, teniendo en consideración que el comportamiento anómalo podría producirse a causa de ciertos estímulos externos comunes, y prestando atención a los estímulos visuales en su calidad de estímulos externos causantes de una mejora en la tasa de supervivencia durante el cultivo de los atunes, logrando así el objetivo anterior.

50

En primer lugar, para revelar la causa del canibalismo, de los comportamientos asustadizos y de las muertes por colisión, se pusieron atunes alevines en varios depósitos acuáticos con diferentes combinaciones de iluminación y colores, respectivamente, y se examinaron las tasas de comportamientos asustadizos, las tasas de supervivencia, los niveles de cortisol así como de la hormona que demuestra un estado de estrés en los peces, y similares, con el fin de estudiar la influencia de la iluminación, del color de un tanque acuático, del brillo, de la luz reflejada y similares. Como resultado, se ha descubierto que la incidencia del comportamiento anómalo puede prevenirse controlando los estímulos visuales. A continuación, para desarrollar un método para prevenir la incidencia de comportamientos anómalos tales como el asustadizo, se usaron equipos de amortiguación y materiales amortiguadores que se colocaron en el agua para atenuar los estímulos visuales y estudiar sus efectos. Además, de hecho se transportaron los peces usando un tanque acuático con control del sentido de la vista, desarrollado por los presentes inventores para confirmar su efecto.

55

60

Asimismo, aunque se considera que ciertos estímulos externos comunes causan el comportamiento anómalo, su incidencia tiende a ser más frecuente por las noches y al amanecer. Entonces, con el fin de mejorar la tasa de supervivencia, los presentes inventores prestaron atención a un ciclo de luz y oscuridad y a la iluminación como

65

causas de los comportamientos asustadizos y de las muertes por colisión, y criaron atunes alevines en entornos de cría con diferentes exposiciones a la luz diurna e iluminación, respectivamente para examinar las tasas de supervivencia, o similares, revelando de esa manera la influencia de los ciclos de luz y oscuridad y de iluminación durante la cría sobre la mortalidad de atunes alevines. Además, aunque se evaluó la incidencia de las colisiones con placas de rayos-X de los peces, tras criarlos durante un periodo de tiempo determinado, se juzgó su estado de estrés a partir de los niveles de hormona del estrés en los peces.

La presente invención se ha completado basándose en estos exámenes y estudios. Es decir, la presente invención proporciona un método para prevenir la incidencia de comportamientos asustadizos o muertes por colisión de los atunes en los estadios de alevines o de jóvenes adultos de acuerdo con la reivindicación independiente 1. Se han establecido reivindicaciones preferentes en las reivindicaciones dependientes 2 a 4. La presente invención además proporciona un método para prevenir la incidencia de muertes por colisión de los atunes en los estadios de alevines o de jóvenes adultos de acuerdo con la reivindicación independiente 5.

15 Efectos de la invención

De acuerdo con la presente invención, se proporcionan los siguientes hallazgos.

(i) Aunque los atunes muestren comportamientos asustadizos, una alta mortalidad y estados de estrés con respecto a sustancias coloreadas o tanques blancos, amarillos, negros o similares, en unas condiciones concretas de iluminación, no muestran dicho comportamiento en tanques acuáticos de cría transparentes.

(ii) No muestran ninguna reacción en absoluto incluso cuando hay una sustancia coloreada presente fuera de un tanque acuático de cría transparente, sin ningún líquido entre el tanque y la sustancia. Cuando se mira hacia fuera desde el interior de un tanque acuático de cría, puede verse una sustancia fuera del tanque dirigiendo la mirada en dirección vertical hacia la superficie de la pared o el fondo, pero el exterior no puede verse desde una dirección diagonal debido a la reflexión de la superficie de la pared o el fondo, como en un espejo. El eje de visión del atún no está siempre en la dirección de la línea media frontal. Debido a que los atunes tienen un amplio campo de visión con cada ojo, el ajuste del enfoque con respecto a una sustancia estacionaria podría ser insuficiente. Se considera que los atunes no pueden ver bien una sustancia más allá del tanque acuático de cría transparente debido al efecto de espejo de los tanques acuáticos de cría transparente, tal y como se ha mencionado anteriormente. Por el contrario, en un tanque acuático de cría equipado con una lámina de aluminio o similar dispuesta sobre las superficies de la pared lateral y el fondo del tanque, la luz reflejada aumenta en gran medida, y los atunes se asustan con la intensa luz procedente de las superficies de la pared lateral y el fondo, causando importantes comportamientos asustadizos. Es decir, el comportamiento asustadizo y las muertes por colisión de los atunes pueden prevenirse instalando adecuadamente un material amortiguador de los estímulos visuales, de manera que permita la transmisión de la luz en un tanque acuático de cría hacia el exterior del tanque y que además refleje parcialmente la luz en sentido diagonal.

(iii) La incidencia del canibalismo, de los comportamientos asustadizos, de las muertes por colisión, o similares en los atunes de aleta azul puede prevenirse parcialmente introduciendo partículas finas coloreadas tales como chlorella de agua dulce y nannochloropsis, en un tanque de cría para atenuar la influencia de las sustancias coloreadas presentes sobre las superficies de la pared y el fondo del tanque de cría.

(iv) La incidencia de comportamientos asustadizos y muertes por colisión puede prevenirse usando un tanque acuático de cría, donde se introduzca el material amortiguador de estímulos visuales del punto anterior (ii), cuando se transportan los atunes.

(v) En las instalaciones de gran tamaño, las colisiones de los atunes contra la superficie de la pared de un tanque acuático de cría o la superficie de una jaula de malla pueden prevenirse instalando un material y/o estampado que estimule su sentido de la vista, sobre la superficie de la pared del tanque o la superficie de la jaula de malla, con el fin de evitar que los atunes se acerquen a la superficie de la pared del tanque o a la superficie de la jaula de malla.

(vi) La incidencia de comportamientos asustadizos y muertes por colisión puede prevenirse usando un tanque acuático de cría de gran tamaño, donde se introduzca el material de estímulo visual y/o el diseño del punto (v) anterior, cuando se transportan los atunes.

De esta manera, de acuerdo con la presente invención, la incidencia de comportamientos anómalos tales como el canibalismo, los comportamientos asustadizos y las muertes por colisión de los atunes puede prevenirse mediante varios medios para controlar los estímulos visuales.

Además, también se proporcionan los siguientes hallazgos.

(vi) Es posible que se produzcan comportamientos asustadizos o muertes por colisión de los atunes alterando las condiciones de oscuridad o un ciclo de luz y oscuridad.

(vii) La incidencia de las muertes por colisión puede atenuarse estableciendo unas condiciones de alumbrado de 24 horas, es decir, alumbrar de forma continuada durante 24 horas.

(viii) No puede lograrse un efecto suficientemente atenuador de las muertes por colisión a no ser que la iluminación sea al menos de 150 lx aproximadamente, sobre el agua superficial, incluso cuando se utilizan condiciones de alumbrado durante 24 horas.

La funcionalidad práctica de las condiciones de alumbrado durante 24 horas, con al menos 150 lx aproximadamente, se confirma por el hecho de que en un experimento en el que se usó un tanque acuático de cría de 3 toneladas se obtuvieron los mismos resultados que en un experimento en el que se usó un tanque acuático de producción de 30 toneladas. Es más, aunque este experimento se llevó a cabo durante 10 días aproximadamente, en la práctica los efectos sobre la incidencia de muertes por colisión perduraron durante 50 días aproximadamente o más. Por lo tanto, el efecto preventivo del mismo es importante. Puesto que este método de cría en condiciones de alumbrado durante 24 horas con al menos 150 lx aproximadamente, no provoca mucho estrés en los atunes, el método es extremadamente efectivo para la producción o cría en un periodo en el que es posible que se produzcan muertes por colisión, o para mejorar la tasa de supervivencia en el momento del transporte. Lo que es más, dado que la tasa de supervivencia disminuye cuando el periodo en condiciones de baja iluminación se incrementa, la tasa de supervivencia puede mejorar alumbrando o similar, incluso en condiciones de luz natural, con el fin de reducir los periodos de baja iluminación, como por ejemplo de 15 a 150 lx aproximadamente.

(ix) La incidencia de muertes por colisión también puede atenuarse estableciendo condiciones de alumbrado durante 24 horas con luces bajo el agua.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es un gráfico que muestra los resultados del ensayo de transporte, en el Ejemplo 5 de más adelante.

La Fig. 2 es un gráfico que muestra los resultados del ensayo sobre el efecto preventivo sobre la mortalidad anómala durante la cría con iluminación, en el Ejemplo 11 de más adelante.

La Fig. 3 es un gráfico que muestra los resultados del ensayo sobre el efecto preventivo de una sustancia (cuerpo) que tenga un estampado de evitación dispuesto en una jaula de malla sobre la mortalidad anómala, en el Ejemplo 12 de más adelante.

La Fig. 4 es un gráfico que muestra los resultados del ensayo sobre la influencia de la iluminación sobre la tasa de supervivencia, en el Ejemplo 13 de más adelante.

La Fig. 5 es un gráfico que muestra los resultados del ensayo sobre la influencia de la iluminación sobre la tasa de supervivencia, en el Ejemplo 14 de más adelante.

La Fig. 6 es un gráfico que muestra los resultados del ensayo sobre la influencia de la iluminación sobre la tasa de supervivencia, en el Ejemplo 15 de más adelante.

Mejor Modo de realización de la invención

La presente invención puede usarse para la cría, almacenamiento y transporte de cualquier clase de atún y pez espada. En particular, puede usarse preferentemente para el atún de aleta azul del Pacífico (*Thunnus orientalis*), el atún de aleta azul, del norte (*Thunnus thynnus*), el atún de aleta azul del sur (*Thunnus maccoyii*), el atún ojo grande (*Thunnus obesus*), el atún de aleta amarilla (*Thunnus albacares*), el atún blanco (*Thunnus alalunga*), el atún cola larga (*Thunnus tonggol*), el atún aleta negra (*Thunnus atlanticus*) y similares. Preferentemente se usa para atunes en los estadios de alevines o de jóvenes adultos para producir cultivos de manera eficiente a una escala de producción en masa, previniendo de manera efectiva, la incidencia de comportamientos anómalos tales como el canibalismo, los comportamientos asustadizos y las muertes por colisión.

En la presente invención, el control de estímulos visuales en los atunes incluye ambas, la atenuación y, al contrario, la intensificación de los estímulos visuales. La presente invención se caracteriza por que los atunes se crían, almacenan o transportan mientras se mantiene a los atunes en un entorno con los estímulos visuales controlados, previniendo así la incidencia de comportamientos anómalos. En cuanto a las demás condiciones, pueden usarse las utilizadas convencionalmente en la cría (por ejemplo, la producción de huevos, cultivo, etc.), el almacenamiento (por ejemplo, captura, cultivo de engorde, etc.), y el transporte de los atunes.

En una realización de la presente invención, los atunes se mantienen en un entorno de atenuación de estímulos visuales. Entre los ejemplos de los medios para atenuar los estímulos visuales se incluyen (a) hacer que las superficies de la pared y el fondo de un tanque acuático de cría entren en contacto con el entorno transparente, aunque no como un medio de acuerdo con la invención, (b) instalar un material amortiguador de los estímulos visuales a través del cual la luz se transmita parcialmente tanto en sentido recto como en sentido diagonal, (c) mantener a los atunes en un entorno con presencia de partículas finas coloreadas, (d) controlar las fluctuaciones en la iluminación del entorno, y una combinación de los mismos.

Los medios (a) consisten en hacer que las superficies de la pared y el fondo de un tanque acuático de cría entren en contacto con el entorno transparente Tal y como se ha mencionado anteriormente, aunque los atunes muestren comportamientos asustadizos, una alta mortalidad y un estado de estrés con respecto a sustancias coloreadas en tanques blancos, amarillos, negros o similares, en unas condiciones concretas de iluminación, no muestran dicho comportamiento en un tanque acuático de cría transparente. Además, no muestran ninguna reacción en absoluto, incluso cuando hay una sustancia coloreada presente fuera de un tanque acuático de cría transparente, sin ningún líquido entre el tanque y la sustancia. Concretamente, se pueden atenuar los estímulos visuales de los atunes usando un tanque acuático de cría transparente, hecho de vidrio, de láminas de resina sintética transparente, tales como las denominadas láminas de vinilo, o similares.

- Los medios (b) consisten en instalar un material amortiguador de estímulos visuales a través del cual la luz se transmita parcialmente, tanto en sentido recto como en sentido diagonal, previniendo así los comportamientos asustadizos y las muertes por colisión en los atunes. Entre los ejemplos de material amortiguador de estímulos visuales se incluyen una lámina de material amortiguador transparente con una o múltiples porciones de aire encapsulado conocida como Air Cap, de tipo plástico de burbujas, etc., un espejo de dos caras (o de una cara), o similares. Incluso en el caso de un tanque acuático coloreado, los estímulos visuales pueden atenuarse instalando dichos materiales dentro del tanque de manera que, por ejemplo, el tanque esté equipado con el material dispuesto sobre la superficie de la pared del tanque.
- 5
- 10 Los medios (c) consisten en colocar una cantidad adecuada de partículas finas coloreadas tales como chlorella de agua dulce y nannochloropsis en un entorno para atenuar la influencia de las sustancias coloreadas presentes sobre las superficies de la pared y el fondo de un tanque de cría.
- Los medios (d) consisten en atenuar los estímulos visuales en la cría, almacenamiento o transporte de los atunes, manteniéndoles en un entorno alumbrado con una iluminación (iluminación sobre el agua superficial o agua de cría) de 150 lx aproximadamente o más, previniendo así la incidencia de comportamientos anómalos. El método de alumbrado no está particularmente limitado, y el alumbrado puede realizarse, por ejemplo, mediante un equipo de alumbrado dispuesto o colgado por encima de la superficie del agua de un tanque de cría o una jaula de malla. Se ha confirmado que puede obtenerse el mismo efecto con un equipo de alumbrado dispuesto en el agua.
- 15
- 20 De acuerdo con otra realización de los medios (d), al contrario, se evita un rango de iluminación que no le guste a los atunes (rango de iluminación de evitación). Concretamente, a los atunes no les gusta el rango de baja iluminación de 0 lx a 150 lx aproximadamente, al amanecer. Por otro lado, los comportamientos anómalos tales como las reacciones asustadizas también se producen debido a un súbito aumento en la iluminación. Así pues, bajo la luz natural con luz solar, cuando la iluminación alcanza los 10 lx aproximadamente o más, el alumbrado se realiza poco a poco de manera que la iluminación aumente hasta al menos 150 lx aproximadamente, más rápidamente de lo que aumenta la iluminación natural, evitando así el rango de iluminación de evitación de los atunes. Este método para prevenir la incidencia de comportamientos anómalos, también es efectivo.
- 25
- 30 Dado que la iluminación de al menos 150 lx aproximadamente, que se utiliza en el presente caso, equivale al de una zona de agua superficial, en caso de usar un tanque acuático o jaula de malla profundos, debería aumentarse la iluminación a más de 150 lx aproximadamente, cuando el alumbrado se realice con un equipo de alumbrado dispuesto por encima de la superficie del agua de un tanque de cría o jaula de malla.
- 35 También se ha confirmado que puede obtenerse el mismo efecto incluso cuando la iluminación es algo menor a 150 lx aproximadamente. El límite superior de la iluminación no está específicamente limitado, pero normalmente, es de 10.000 lx aproximadamente, preferentemente de 5.000 lx aproximadamente.
- De acuerdo con otra realización, al contrario, se utilizaron estímulos visuales en los atunes. Concretamente, en el caso de un tanque acuático de cría de gran tamaño o una jaula de malla de gran tamaño, se instala un material para estimular el sentido de la vista de los atunes, como una sustancia coloreada que asuste a los atunes, una sustancia o material que tengan un estampado de evitación, una placa que refleje la luz, de acuerdo con la invención, o similares, sobre las superficies de la pared y el fondo y la superficie de malla de los mismos, o sobre las superficies de otros obstáculos para evitar que los atunes se dañen o maten debido a colisiones contra los mismos. En un tanque acuático de gran tamaño, también resulta efectivo para prevenir colisiones, revestir la superficie de la pared con un color o estampado que asuste a los atunes. El tamaño y forma de estos materiales, la sustancia y estampado no están limitados específicamente.
- 40
- 45 Se puede proporcionar un método para atenuar los estímulos visuales en los atunes, donde los atunes se adaptan a los estímulos visuales. Dado que la reacción de los atunes a los estímulos visuales es más importante en los estadios alevines, los atunes se adaptan a una sustancia coloreada o un estampado que les asuste, característico de un tanque acuático de cría o a jaula de malla particular, desde sus estadios como huevas o larvas. Este método es efectivo más bien en el caso de cría, almacenamiento o transporte en un tanque acuático de cría o jaula de malla de tamaño reducido.
- 50
- 55 La presente invención previene la incidencia de comportamientos anómalos tales como el canibalismo, los comportamientos asustadizos, y las muertes por colisión durante la cría, el almacenamiento o el transporte de los atunes, mediante los medios mencionados anteriormente, así como de las realizaciones por sí solas o mediante combinaciones adecuadas de las mismas. Además, la presente invención también abarca los métodos de cría, almacenamiento y transporte que comprenden tales medidas preventivas de comportamientos anómalos.
- 60
- Los siguientes Ejemplos ilustran con más detalle la presente invención, aunque con ellos no se pretende limitar el ámbito de la presente invención.
- 65 La determinación del nivel de cortisol en cada Ejemplo se realizó tal y como sigue.

El nivel de cortisol se determinó mediante un Ensayo por Inmunoabsorción Ligado a Enzimas (ELISA). En concreto, se efectuó una reacción de competición añadiendo un extracto de éter de una muestra y un cortisol marcado con HRP en el depósito de una placa 96 de microtitulación con depósito que contenía un anticuerpo inmovilizado, específico de cortisol (anticuerpo de conejo contra el cortisol, FKA404-E, fabricado por Cosmo bio). Tras lavar y eliminar el cortisol no unido, el color se desarrolló añadiendo una solución de sustrato TMB y se midió la absorbancia (K. Asahina, A. Kambegawa y T. Higashi: Development of a Microtiter Plate Enzyme-linked Immunosorbent Assay for 17a, 20p, 21-trihydroxy-4-pregnen-3-one, a Teleost Gonadal Steroid. Fisheries Science 61, 491-494, 1995).

Ejemplo 1

Reacciones de estrés de los atunes de aleta azul a la luz y al color de las superficies de la pared y el fondo de un tanque acuático-1

Con el fin de revelar una causa del canibalismo, de los comportamientos asustadizos y de las muertes por colisión, se colocaron atunes alevines en varios tanques acuáticos, con distintas combinaciones de iluminación y color, respectivamente, y se examinaron las tasas de comportamientos asustadizos, las tasas de supervivencia, los niveles de cortisol así como de la hormona que demuestra un estado de estrés en los peces, y similares, con el fin de estudiar la influencia de la iluminación, del color de un tanque acuático, del brillo, de la luz reflejada y similares

Método

Se proporcionaron tres grupos de ensayo. Cada grupo incluía tres conjuntos de nueve tanques acuáticos de policarbonato transparente de 30 L, cada uno de los cuales estaba equipado con bolsas dobles de poliestireno transparente, blanco o negro, dispuestas sobre las superficies de la pared y el fondo del mismo. Para cada tanque, el alumbrado se realizó iluminando la zona de agua superficial con 25, 250 o 2.500 lx con fuentes de luz fluorescente blanca. Se colocaron atunes alevines de aleta azul de 40 días tras la eclosión de los huevos, en cada tanque acuático y se determinó la tasa de nado anómalo, el porcentaje de peces sumergidos, la tasa de supervivencia y el nivel de cortisol en el cuerpo entero del pez, 3 horas más tarde.

Resultados

La Tabla 1 muestra la influencia del color de la superficie de la pared del tanque acuático sobre la tasa de nado anómalo, el porcentaje de peces sumergidos, la mortalidad y el nivel de cortisol en el cuerpo entero del pez, en los atunes alevines de aleta azul.

Tabla 1

Color del Tanque acuático	Iluminación	Tasa de nado anómalo (%)	Porcentaje de peces sumergidos (%)	Mortalidad (%)	Tasa de supervivencia (%)	Nivel de cortisol (ng/g)
Transparente	bajo	0	0	0	100	20,4 ± 28,1
Transparente	medio	16,7	0	0	100	21,9 ± 7,7
Transparente	alto	16,7	0	0	100	40,6 ± 62,0
Blanco	bajo	66,7	16,7	16,7	83,3	109,5 ± 104,5
Blanco	medio	60,0	16,7	16,7	83,3	31,2 ± 2,6
Blanco	alto	100	16,7	16,7	83,3	138,9 ± 39,6
Negro	bajo	0	0	0	100	60,1 ± 52,2
Negro	medio	20,0	16,7	16,7	83,3	124,6 ± 151,5
Negro	alto	80,0	16,7	16,7	83,3	71,2 ± 87,9

Tal y como puede verse en la Tabla 1, la tasa media de incidencia de los comportamientos asustadizos de los peces colocados en los depósitos de agua blancos fue de un 60% o más con cualquier iluminación, y a 2.500 lx o menos, alcanzó el 100%. Asimismo, la tasa de supervivencia tras 3 horas fue del 83,3% con cualquier iluminación. El nivel de cortisol en todo el cuerpo del pez fue extremadamente alto comparado con el de los tanques acuáticos transparentes.

Aunque la tasa de incidencia media de comportamientos asustadizos de los peces colocados en los tanques acuáticos negros fue del 0% a 25 lx, aumentó al 80% a medida que se incrementaba la iluminación. Asimismo, la tasa de supervivencia tras 3 horas fue del 83,3% con una iluminación de 250 lx o más.

Por otro lado, las tasas de comportamiento asustadizo, las tasas de mortalidad y los niveles de cortisol de los peces colocados en los tanques acuáticos transparentes fueron bajos sin ninguna fluctuación importante desde el principio.

También se ha descubierto que reducir la iluminación temporalmente a aproximadamente varios cientos de lx o menos, es uno de los medios efectivos para atenuar los estímulos visuales producidos por un depósito coloreado en el caso de que se transporten o se almacenen temporalmente en un tanque de tamaño reducido.

5 Ejemplo 2

Reacciones de estrés de los atunes de aleta azul a la luz y al color de las superficies de la pared y el fondo en un tanque acuático -2

10 Con el fin de revelar una causa del canibalismo, de los comportamientos asustadizos y de las muertes por colisión, se colocaron atunes alevines en varios tanques acuáticos con distintas combinaciones de iluminación y color, respectivamente, y se examinaron las tasas de comportamientos asustadizos, las tasas de supervivencia, los niveles de cortisol así como de la hormona que demuestra un estado de estrés en los peces, y similares, con el fin de estudiar la influencia de la iluminación, del color de un tanque acuático, del brillo, de la luz reflejada y similares

15 Método

Se proporcionaron cinco grupos de ensayo. Cada grupo incluía tres juegos de tanques acuáticos, un tanque de plástico transparente de 10 L como grupo de control, el mismo tanque acuático equipado con una lámina de vinilo negro dispuesta sobre las superficies internas o externas de la pared y el fondo del mismo, el mismo tanque acuático equipado con una lámina de vinilo negro dispuesta sobre las superficies internas de la pared y el fondo y equipado además con una lámina transparente de vinilo dispuesta sobre el mismo, y el mismo tanque acuático equipado con una lámina de aluminio dispuesta sobre las superficies internas de la pared y el fondo. En cada tanque acuático, se colocaron atunes alevines de aleta azul de 40 días, tras la eclosión de los huevos. Tras 3 horas de alumbrado con una iluminación de la zona de agua superficial de 5.000 lx, se observaron fluctuaciones en las tasas de nado anómalo, el porcentaje de peces sumergidos, la mortalidad, etc., de los atunes alevines de aleta azul. No había presencia alguna de agua entre las láminas de vinilo, o entre la lámina de vinilo y la pared y las superficies del tanque acuático.

30 Resultados

La Tabla 2 muestra la influencia de la luz reflejada sobre la tasa de nado anómalo, el porcentaje de peces sumergidos y la mortalidad en los atunes alevines de aleta azul.

Tabla 2

	Tanque acuático transparente	Revestimiento interior con una Lámina negra	Revestimiento exterior con una Lámina negra	Revestimiento interior con una Lámina negra + Revestimiento interior con una lámina transparente	Revestimiento interior con una Lámina de aluminio
	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE
Tasa de nado anómalo (%) (%)	20,0 ± 0,0	86,7 ± 11,5	0,0 ± 0,0	6,7 ± 11,5	100,0 ± 0,0
Porcentaje de peces sumergidos (%) (%)	3,7 ± 6,4	53,3 ± 30,6	0,0 ± 0,0	3,6 ± 6,3	80,0 ± 0,0
Mortalidad (%)	3,7 ± 6,4	53,3 ± 30,6	0,0 ± 0,0	3,6 ± 6,3	80,0 ± 0,0

35 Tal y como puede verse en la Tabla 2, para los tanques acuáticos equipados con láminas de vinilo negras o láminas de aluminio dispuestas sobre las superficies de la pared y el fondo, se observó casi un 100% de comportamientos asustadizos y una alta mortalidad en todos los tanques acuáticos. Por otro lado, no se observó ningún comportamiento asustadizo acusado o muerte en los peces de los tanques acuáticos transparentes y los tanques acuáticos equipados con láminas de vinilo transparente dispuestas en el interior de las láminas de vinilo negro. Asimismo, también se descubrió que la influencia fue más significativa en un tanque acuático de menor tamaño como el tanque acuático de 10 L del Ejemplo 2, que en el tanque acuático de 30 L del Ejemplo 1. Esto demuestra que la distancia entre el pez y la superficie de la pared o la superficie del fondo del tanque acuático es uno de los más factores importantes.

45 Ejemplo 3

Reacciones de estrés de los atunes de aleta azul a la luz y al color de las superficies de la pared y el fondo de un tanque acuático-3

50

Con el fin de desarrollar un método para prevenir la incidencia de comportamientos anómalos tales como comportamientos asustadizos y muertes por colisión, se usó material amortiguador para atenuar los estímulos visuales, con el fin de examinar sus efectos

5 Método

Se proporcionaron dos grupos de ensayo. Cada grupo incluyó tres juegos de seis tanques acuáticos de 1,6 t, estando cada uno equipado con una lámina transparente de vinilo dispuesta sobre las superficies internas de la pared y el fondo del tanque. En tres de los 6 tanques acuáticos, como grupo de ensayo, se vertió agua marina sólo en el interior de las láminas de vinilo transparente de los tanques, y se colocaron materiales amortiguadores transparentes con porciones de aire encapsulado entre las láminas de vinilo y las superficies de la pared y el fondo de los tanques. En los tres tanques restantes, como grupo de control, se vertió agua marina en el interior de las láminas de vinilo transparente así como entre las láminas y las superficies de la pared y el fondo de los tanques. En el tanque acuático en el que se introdujo agua marina tanto dentro como fuera de la lámina de vinilo, el color de las superficies de la pared y el fondo del tanque acuático se reconocía mirando desde cualquier dirección. Por otro lado, en el tanque acuático equipado con el material amortiguador dispuesto entre las láminas de vinilo y el tanque acuático, el color no se reconocía porque el interior del tanque se reflejaba cuando se miraba en sentido diagonal. En cada tanque acuático, los atunes jóvenes adultos de aleta azul con un peso corporal medio de 300 g aproximadamente, se colocaron y criaron durante 3 días con agua corriente para observar la fluctuación en los comportamientos asustadizos de los peces, las tasas de supervivencia, o similares.

Resultados

La Tabla 3 muestra la influencia del tratamiento de la superficie de la pared del tanque acuático sobre la mortalidad y el nivel de cortisol en plasma de los atunes jóvenes adultos, de aleta azul.

Tabla 3

	Grupo de control (agua presente fuera de la lámina de vinilo)	Grupo de ensayo (material amortiguador con aire encapsulado, ausencia de agua fuera de la lámina de vinilo)
Tasa de supervivencia (%)	33,3 ± 33,3	77,8 ± 38,5
Nivel de cortisol en plasma (ng/ml)	203,9 ± 274,4	130,1 ± 116,4

Tal y como puede verse en la Tabla 3, la mortalidad de los peces en los tanques de agua en los que se introdujo agua marina, tanto dentro como fuera de la lámina transparente de vinilo, fue considerablemente superior a la del tanque de agua que contenía el material amortiguador con aire encapsulado. Asimismo, el nivel de cortisol en plasma también aumentó.

Ejemplo 4

35 Influencia del color del tanque acuático y adición de nanochloropsis en la tasa de supervivencia y en las reacciones por estrés de los atunes alevines

40 Con el fin de desarrollar un método para prevenir la incidencia de comportamientos anómalos tales como comportamientos asustadizos y muertes por colisión, se colocó un material amortiguador para atenuar los estímulos visuales en un tanque acuático y se examinaron sus efectos

Método

45 Se colocaron atunes alevines de aleta azul (edad, 27 días) en un tanque acuático blanco de 2 L y en una cesta de acero inoxidable, respectivamente, para examinar la diferencia en los porcentajes de peces sumergidos y las tasas de supervivencia con o sin la adición de nanochloropsis en el agua de cría. La iluminación fue de 2.000 a 2.500 lx, y la concentración de nanochloropsis añadidas fue de 5.000.000 células/ml aproximadamente.

Resultados

50 La Tabla 4 muestra la tasa de supervivencia y el porcentaje de peces sumergidos en cada grupo de ensayo.

Tabla 4

	Porcentaje de peces sumergidos (%)	Tasa de supervivencia (%)
Grupo del tanque acuático blanco	76,2 ± 8,2	0 ± 0
1 grupo + nanochloropsis 5.000.000 células/ml	14,3 ± 0,0	57,1 ± 14,3
Grupo del tanque acuático con la cesta de acero inoxidable	9,5 ± 16,5	66,7 ± 8,25
3 grupo + nanochloropsis 5.000.000 células/ml	0 ± 0	66,7 ± 8,25

Tal y como puede verse en la Tabla 4, en el tanque acuático blanco, la tasa de supervivencia fue extremadamente baja y el porcentaje de peces sumergidos (%) fue elevado, mejoraron considerablemente cuando se añadió nannochloropsis.

- 5 En la cesta de acero inoxidable, aunque se observó un aumento en los resultados, estos también mejoraron cuando se añadieron nannochloropsis.

Ejemplo 5

- 10 Influencia de la diferencia en los métodos de transporte sobre la tasa de supervivencia de los atunes jóvenes adultos, de aleta azul

Se sabe que un gran número de peces muere durante el transporte de atunes vivos de aleta azul cuando se usa un vehículo. Por lo que se usó, un tanque acuático coloreado equipado con una lámina transparente de vinilo de múltiples capas, dispuesta sobre las superficies de la pared y el fondo del tanque para estudiar su efecto atenuador.

- 15

Método

Se colocaron ejemplares de jóvenes adultos de aleta azul (edad, 45 días, con una longitud corporal media de 12,5 cm, 150 peces) en los tanques acuáticos de 3 grupos de ensayo, respectivamente. El tanque acuático del grupo de ensayo Nº 1 fue un tanque acuático coloreado de PRFV (por sus siglas de plástico reforzado con fibra de vidrio) de 1 t. Como tanque acuático para los grupos de ensayo Nº 2 y 3 se usó el mismo tanque acuático equipado con láminas dobles de vinilo transparente, dispuestas sobre las superficies de la pared y el fondo del tanque acuático coloreado, y el mismo tanque acuático que el del grupo de ensayo Nº 2 con un alumbrado de 1.000 lx, respectivamente. Después de colocar los peces en los tanques, estos se transportaron desde el Laboratorio de Piscicultura de la Estación de experimentación Oshima de la Universidad de Kinki al Centro Vivero de peces de Shirahama. Se tardaron 2 horas aproximadamente por tierra. Tras el transporte, se colocaron en tanques acuáticos de hormigón de 20 t, respectivamente, para examinar las fluctuaciones en la tasa de supervivencia. En el momento de carga y descarga, los peces se cogieron con una red de 0,2 mm y se movieron con una lámina transparente de vinilo.

- 20
25
30

Los grupos de ensayo de muestran en la Tabla 5.

Tabla 5

Grupo de ensayo Nº	Disposición de la lámina	Tanque acuático	Luz
1 Grupo de control	Ninguno	Tanque acuático azul, lámpara fluorescente de 10w x 1 dispuesta en APAGADO	Ausente
2 Grupo de ensayo 1	Grupo con doble lámina de vinilo	Tanque acuático azul, lámpara fluorescente de 10 w x 1 dispuesta en APAGADO	Ausente
3 Grupo de ensayo 2	Grupo con doble lámina de vinilo	Tanque acuático azul, lámpara fluorescente de 20 w x 1 dispuesta en ENCENDIDO	Presente

Resultados

- 35 Los resultados se muestran en la Fig. 1.

Tal y como puede verse en la Fig. 1, no se observó ninguna fluctuación importante en la mortalidad durante el transporte. Asimismo, tampoco se observó ninguna diferencia entre la presencia y la ausencia de alumbrado en los peces de los grupos en los que se dispusieron láminas de vinilo. Los atunes de aleta azul del grupo de control mostraron un acusado comportamiento de pánico, cuando los peces se expusieron a la luz del sol tras su llegada y durante la descarga, aumentando así rápidamente, el número de peces muertos, mientras que no se observó ninguna fluctuación importante en los grupos en los que se dispusieron láminas de vinilo. Una vez que los peces se colocaron en el tanque de cemento, se observó un aumento en el número de peces muertos debido a los daños producidos por el manipulado durante la carga y descarga.

- 40
45

En vista de los resultados anteriores, se ha confirmado que la disposición de las láminas de múltiples capas de vinilo transparente surte efecto para atenuar los comportamientos asustadizos o de pánico y las muertes debido a la luz durante, antes y después del transporte de los peces, y por lo tanto suponen unos medios de transporte útiles y efectivos.

- 50

Ejemplo 6

Influencia del color del tanque acuático y adición de chlorella sobre la tasa de supervivencia y las reacciones por estrés de los atunes alevines

- 55

Se irradió luz súbitamente sobre los atunes alevines de aleta azul para estudiar su comportamiento, la tasa de supervivencia y el grado de estrés. Además, se estudió la influencia del color de un tanque acuático y la adición de

nannochloropsis en el momento de irradiar luz.

Método

- 5 Se proporcionaron tres grupos de ensayo. Se colocaron atunes alevines de aleta azul (edad, 27-días) en un tanque acuático transparente de 10 L, un tanque acuático plateado equipado con una lámina de aluminio dispuesta sobre las superficies de la pared y el fondo del tanque transparente, y un tanque acuático plateado que contenía nannochloropsis añadida en el agua de cría, respectivamente. Se examinó la fluctuación en la tasa de nado anómalo y en la tasa de supervivencia de los peces con iluminación en la zona de agua superficial que varió de 300 lx a 100.000 lx, usando un halógeno. Se irradió luz durante 10 minutos, y la concentración de nannochloropsis añadidas fue de 5.000.000 células/ml.

Resultados

- 15 La Tabla 6 muestra la influencia del color del tanque acuático y de la luz sobre la tasa de supervivencia y la tasa de nado anómala de los alevines.

Tabla 6

Condiciones del tanque acuático	Tasa de nado anómalo (%)	Tasa de supervivencia (%)
Transparente	3,3 ± 5,8	100 ± 0
Plateado	33,3 ± 41,6	73,3 ± 46,2
Plateado + nannochloropsis (5.000.000 células/ml) Iluminación 100.000 lx	0 ± 0	100 ± 0

- 20 Tal y como puede verse en la Tabla 6, no se observó ninguna fluctuación importante en la tasa de nado anómalo ni en la tasa de supervivencia de los peces del grupo de control, usando el tanque acuático transparente, mientras que en el caso en el que las superficies de la pared y el fondo del tanque eran plateadas, se observó un importante comportamiento de pánico, reduciendo así la tasa de supervivencia. Sin embargo, cuando se añadió nannochloropsis, la irradiación de luz no tuvo influencia, ni siquiera en el tanque acuático plateado.

25 Ejemplo 7

Reacciones de estrés de los atunes alevines al tamaño de las sustancias coloreadas

- 30 Se descubrió que los atunes de aleta azul alevines y jóvenes adultos, mostraban reacciones de pánico debido al brillo y al color del tanque acuático. Entonces, se realizó el siguiente estudio para examinar si la reacción dependía o no del tamaño o del estampado de una sustancia.

Método

- 35 Se proporcionaron cinco grupos de ensayo. Los tanques acuáticos que se usaron para los respectivos grupos de ensayo fueron un tanque acuático transparente de 10 L, un tanque acuático equipado con una lámina de acero inoxidable sujeta a las superficies enteras del tanque acuático transparente, y tanques acuáticos equipados con diferentes piezas plateadas de láminas de acero inoxidable en forma de discos de 1,25 cm, 2,5 cm y 5 cm de diámetro sujetas sobre las superficies de las paredes del tanque acuático transparente, respectivamente. El número de piezas plateadas de una lámina de acero inoxidable que debían fijarse se ajustó con respecto a cada grupo de ensayo, de manera que el área total de piezas de la lámina de acero inoxidable del grupo de 1,25 cm (discos plateados pequeños), del grupo de 2,5 cm (discos plateados intermedios), y del grupo de 5 cm (discos plateados grandes) fuera el mismo. Cada grupo de ensayo incluía 4 tanques acuáticos, es decir, en total se usaron 20 tanques acuáticos. Estos tanques acuáticos se colocaron en un baño de agua alumbrado con una iluminación de 5.000 lx. Se colocaron atunes de aleta azul, alevines (edad, 30-días) en el mismo y se examinó el comportamiento de los peces y las fluctuaciones en la tasa de supervivencia, etc., durante 6 horas.

Resultados

- 50 Los resultados se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7

Color del Tanque acuático	Transparente	Plateado	Disco plateado grande	Disco plateado intermedio	Disco plateado pequeño
Tasa de supervivencia	81,0 ± 21,8	50,0 ± 27,4	0 ± 0	21,4 ± 25,8	28,6 ± 28,6

Tal y como puede verse en la Tabla 7, aunque la reacción al color de la superficie de la pared del tanque acuático cuando la pared era transparente, fue escasa, ésta fue elevada con la pared plateada. Además, la influencia fue más importante en el caso de que se formara un estampado, comparado con una superficie totalmente coloreada sin formar ningún estampado. Más aún, la influencia fue más importante con un estampado más grande, siempre y cuando el estampado fuera reconocible. Concretamente, se descubrió que, cuando se dispone una sustancia mayor que la longitud del cuerpo del atún, como una sustancia coloreada o una sustancia que refleje la luz de 5 cm de diámetro o más, los atunes con cuerpos de 3 cm de longitud aproximadamente, podían reconocer claramente un objeto, provocando por lo tanto un comportamiento anómalo con más frecuencia. En el mar, hay muchos peces migratorios que tienen la superficie lateral de sus cuerpos de color plateado, blanco o similar. Por lo que hay muchas posibilidades de que un atún identifique la sustancia coloreada que tiene sustancialmente el mismo tamaño que él mismo o mayor, como un predador o enemigo, pero del que no pueden escapar, provocando así un comportamiento anómalo. Se ha demostrado que cuando se dispone una placa reflectora, una sustancia coloreada o similar, sobre las superficies de la pared y el fondo de un tanque acuático de gran tamaño, o similar, estimula a los atunes para que emprendan acciones de evitación.

Ejemplo 8

La influencia de varios dibujos dispuestos en la superficie de la pared de un tanque acuático sobre el comportamiento anómalo de los atunes

Tal y como se ha mencionado anteriormente, se ha descubierto que los atunes mostraron una reacción de pánico con bastante frecuencia, cuando una sustancia coloreada estaba presente a corta distancia, y que la influencia de la sustancia fue más importante, cuando la sustancia tenía una forma más definida. Por lo que en este experimento, se estudió la influencia de varios dibujos, dispuestos sobre las superficies de las paredes de los tanques acuáticos, sobre el comportamiento anómalo de los atunes de aleta azul, también se examinó la influencia de las diferencias en la forma de los dibujos.

Método

Se colocaron atunes alevines de 24 días tras la eclosión de los huevos, en tanques acuáticos transparentes de 10 L en los que se fijaron sellos blancos con forma circular, triangular, cuadrada, rectangular extendida longitudinalmente y rectangular extendida lateralmente, todos con el mismo área, sobre las superficies de las paredes, respectivamente, para examinar el comportamiento y la tasa de supervivencia de los peces después de 24 horas. Para cada forma de sello, se surtieron 4 tanques y se colocaron 5 peces en cada tanque. Como control, se usaron tanques acuáticos transparentes de 10 L sin sello.

Resultados

La Tabla 8 muestra la influencia del estampado de la superficie de la pared del tanque acuático sobre el comportamiento y la tasa de supervivencia de los atunes.

Tabla 8

Dibujo	Tasa de nado normal (%)	Tasa de supervivencia (%)
Tanque acuático transparente	100	100
Circular	60	80
Triangular	60	90
Cuadrado	70	80
Rectangular extendido Longitudinalmente	60	80
Rectangular extendido lateralmente	70	95

La tasa de nado normal y la tasa de supervivencia de los peces en todos los tanques acuáticos transparentes de 10 L (control), fue del 100%. Sin embargo, los peces de los tanques acuáticos transparentes en los que se fijaron los distintos sellos con dibujos mostraron una tasa de nado normal y una tasa de supervivencia bajas. Asimismo, no se observó ninguna diferencia importante que dependiera de la diferencia en las formas de los dibujos. Por lo tanto, se demostró que los atunes reaccionan a los estampados presentes a corta distancia y que la forma de un estampado no influye en las mismas.

Ejemplo 9

Efecto de sustancias con estampado de evitación dispuestas sobre la superficie de la pared de un tanque acuático sobre la prevención de la incidencia de muertes anómalas de los atunes

A partir del Ejemplo 8, se descubrió que los atunes reaccionan a los estampados presentes a corta distancia y que

su forma no influye en las mismas. Por lo que se esperaba prevenir la incidencia de las muertes por colisión fijando sellos en forma circular o de enrejado, a modo de estampado de evitación sobre un tanque acuático de gran tamaño, de 30 t, de manera que los atunes evitaran acercarse a la superficie de la pared del tanque acuático.

5 Método

Se colocaron atunes alevines de 31 días, tras la eclosión de los huevos, (310 peces) en un tanque acuático de 30 t, en el que se fijó un sello de forma circular o de enrejado a modo de sustancia de estampado de evitación, sobre la pared para examinar la tasa de supervivencia durante la cría, a lo largo de 7 días y compararla con la de un grupo de control que no tenga sellos con formas. Para el sello circular, que tenía 5 cm de radio, y para el sello con forma de enrejado, se usó una cinta de 5 cm de ancho y se fijó a las paredes a intervalo regulares, respectivamente. Para los respectivos grupos de ensayo, se proporcionaron dos tanques.

15 Resultados

La Tabla 9 muestra la influencia del estampado sujeto a la superficie de la pared de un tanque acuático sobre la tasa de supervivencia en la cría de atunes de aleta azul.

Tabla 9

Grupo de ensayo	Tasa de supervivencia (%)	
Grupo de control	Tanque acuático 1	47
	Tanque acuático 2	59
Grupo con estampado circular	Tanque acuático 1	62
	Tanque acuático 2	65
Grupo con estampado de enrejado	Tanque acuático 1	65
	Tanque acuático 2	72

20 La tasa de supervivencia en el grupo de control alcanzó niveles tan bajos como 50% aproximadamente. Por otro lado, en dos grupos de ensayo donde se fijaron sustancias con estampados de evitación, los valores alcanzaron valores más altos que los obtenidos con el grupo de control, independientemente de la forma circular o de enrejado, y se observaron efectos similares en los dos grupos de ensayo. Por lo tanto, se confirmó que disponiendo una sustancia con un estampado de evitación se disminuía las muertes anómalas, tales como las muertes por colisión.

25 Ejemplo 10

Efectos de la cría con alumbrado en la prevención de la incidencia de muertes anómalas de atunes de aleta azul

30 En el cultivo de atunes, en muchos casos, una gran cantidad de peces muere en un plazo de varios días inmediatamente después de mover y colocar alevines de producción artificial o natural en una jaula de malla, desde un tanque acuático ya sea en tierra o en un barco. Asimismo, en el caso de usar una jaula de malla de tamaño reducido con una longitud de 16 m de lado o menos, es posible que los atunes mueran. Con el fin de revelar el efecto de la cría en una jaula de malla con alumbrado sobre la prevención de la incidencia de muertes anómalas de atunes de aleta azul, se criaron peces en jaulas de malla con diferentes condiciones de alumbrado para examinar las tasas de supervivencia, o similares.

Método

40 Se colocaron atunes alevines de 38 días tras la eclosión de los huevos, en una jaula de malla con una longitud de 12 m de lado para criar peces en entornos con diferentes condiciones de luz y oscuridad con el fin de examinar las tasas de supervivencia. Entre los grupos de ensayo se incluyó un grupo alumbrado con una iluminación de 150 lx o más en la zona de agua superficial, por la noche, y un grupo con luz natural. Las jaulas de malla de ambos grupos se mantuvieron en la misma zona marina, pero manteniendo una ligera distancia entre sí para que la luz no alcanzara al grupo de luz natural. El alumbrado se realizó desde el atardecer hasta las primeras horas de la mañana para garantizar que no hubiera ninguna zona sin alumbrado por las noches.

Resultados

50 Los resultados se muestran en la Fig. 2.

Tal y como puede verse en la Fig. 2, en el grupo de luz natural, se produjo un gran número de muertes por colisiones, impactos contra la jaula de malla, o similares a partir del primer día después de colocar los peces en la jaula de malla. La tasa de supervivencia fue de un 40% al día siguiente, un 20% al tercer día y un 12% tras criarlos

durante 20 días aproximadamente. Por otro lado, la tasa de supervivencia en el grupo alumbrado alcanzó hasta un 96% al día siguiente, y un elevado valor del 70% se mostró incluso después de criarlos durante 20 días aproximadamente. Entonces, se apagó el alumbrado del grupo alumbrado, sin embargo, no se observó ningún aumento drástico en el número de peces muertos. Por lo que se confirmó el efecto de la cría con alumbrado durante un breve periodo de tiempo.

Ejemplo 11

Efecto sinérgico de las sustancias con estampado de evitación y del alumbrado como método para prevenir la incidencia de muertes anómalas en los atunes

A partir de los ejemplos mencionados anteriormente, resulta evidente que disponer una sustancia con un estampado de evitación y criar con alumbrado es efectivo como método para prevenir la incidencia de muertes anómalas, tales como las muertes por colisión. Por lo que se examinó el efecto de combinar ambos métodos.

Método

Se colocaron atunes alevines de 31 días tras la eclosión de los huevos (310 peces) en tanques acuáticos de 30 t, un grupo de control en un tanque acuático, un grupo con un estampado de enrejado donde un sello con estampado con forma de enrejado se fijó a modo de sustancia de estampado de evitación al mismo tanque acuático que el del grupo de control, y un grupo con estampado de enrejado y alumbrado, con el que se usó el mismo tanque acuático que con el grupo de estampado de enrejado, realizándose el alumbrado por la noche, respectivamente. La tasa de supervivencia de cría en cada tanque se examinó durante 7 días. Para el sello con forma de enrejado se utilizó una cinta blanca de 5 cm de ancho y se fijó sobre el tanque acuático a intervalos regulares.

Resultados

La Tabla 10 muestra un efecto sinérgico del estampado sobre la superficie de la pared del tanque acuático y del alumbrado sobre la tasa de supervivencia en la cría de atunes de aleta azul.

Tabla 10

Grupo de ensayo	Tasa de supervivencia (%)
Grupo de control	53
Estampado con forma de enrejado	69
Estampado con forma de enrejado + Alumbrado por la noche	80

El séptimo día, la menor tasa de supervivencia fue la del grupo de control, y ésta se elevó en el grupo con el estampado de enrejado. Asimismo, la tasa de supervivencia del grupo con el estampado de enrejado y alumbrado fue más alta todavía, alcanzando un 80%. De este modo, se descubrió que el campo de visión de los atunes con respecto a la pared se aclara, disponiendo en un tanque acuático una sustancia que tenga un tamaño y color que sean suficientemente reconocibles para los atunes, y aplicando además un alumbrado, reduciendo así en gran medida el número de muertes debido a colisiones o impactos.

Ejemplo 12

Efecto de la sustancia con estampado de evitación dispuesta en una jaula de malla sobre la prevención de la incidencia de muertes anómalas en los atunes

En el cultivo de atunes, en muchos casos, un gran número de peces mueren en un plazo de varios días inmediatamente después de mover y colocar alevines de producción artificial o natural en una jaula de malla desde un tanque acuático ya sea en la costa o en un barco. Asimismo, en el caso de usar una jaula de malla de tamaño reducido con una longitud de 16 m de lado o menos, es posible que los atunes mueran debido a colisiones e impactos contra la malla. Tal y como se ha mencionado anteriormente, se ha descubierto que los atunes mostraron una reacción de evitación y de miedo frente a sustancias más grandes presentes a corta distancia. Además, se ha confirmado que la incidencia de muertes anómalas podría prevenirse de manera efectiva, disponiendo dichas sustancias sobre las superficies de la pared de un tanque acuático instalado en tierra. Entonces, se examinó el efecto de disponer un estampado de evitación sobre la pared de malla de una jaula de malla sobre la prevención de muertes anómalas de los atunes.

Método

Se colocaron atunes alevines de 33 días, tras la eclosión de los huevos, en una jaula de malla con una longitud de 12 m de lado, y se dispuso una sustancia con estampado de evitación para examinar las tasas de supervivencia.

Concretamente, en la jaula de malla del grupo de ensayo, se fijaron una pluralidad de paños de vinilo blanco de 10 cm de ancho aproximadamente y de 4 m de longitud aproximadamente, a modo de material con estampado de evitación, en sentido vertical a intervalos de varias decenas de centímetros sobre la malla y se procedió a alumbrar por la noche para comparar las tasas de supervivencia con la de un grupo de control que no tuviera sustancias con estampado de evitación, durante 40 días.

Resultados

Los resultados se muestran en la Fig. 3.

El grupo de la sustancia con estampado de evitación, mostró una alta tasa de supervivencia a partir del día siguiente en el que los peces fueron colocados en la jaula de malla, y mostraron un valor elevado del 70% o más, incluso tras 35 días de cría. Por otro lado, la tasa de supervivencia de los peces del grupo que no tenían sustancias con estampado de evitación fue disminuyendo gradualmente, comparado con la del grupo en el que se dispuso la sustancia con estampado de evitación y se convirtió en un 50%, en el día 35 de cría. Entonces, se descubrió que podría reducirse un gran número de muertes en los peces, por colisión o impacto, disponiendo en una jaula de malla, alguna sustancia que tuviera un tamaño y color lo suficientemente reconocibles para los atunes. Asimismo, se confirmó que el efecto de la sustancia con el estampado de evitación, podría potenciarse si también se alumbraba por las noches.

Ejemplo 13

Influencia de un ciclo de luz y oscuridad sobre las muertes por colisión en los atunes de aleta azul

Con el fin de discernir la influencia de un ciclo de luz y oscuridad sobre la mortalidad de los atunes, los peces se criaron en entornos de cría con diferentes tiempos de exposición a la luz natural para examinar las tasas de supervivencia, o similares. Asimismo, la incidencia de las colisiones se evaluó por rayos X de los peces después de criarlos durante cierto periodo de tiempo.

Método

Se colocaron atunes alevines de 30 días aproximadamente, tras la eclosión de los huevos, en tanques acuáticos de 3 t con diferentes ciclos de luz y oscuridad para examinar la tasa de supervivencia durante la cría, a lo largo de 7 días. Cada tanque acuático tenía un alumbrado de 150 lx en la zona de agua superficial y una lámina de sombreado para sombrear la luz del exterior. Se proporcionaron tres grupos de ensayo, es decir, un grupo de 24 hrs., donde se alumbró de forma continuada durante 24 horas, un grupo de 12 hrs., donde se alumbró de forma continuada durante 12 horas y se protegió de la luz durante 12 horas, y un grupo de 0 horas, donde se protegió de la luz durante 24 horas. Al final de este ensayo de cría, los peces se subieron para hacerles rayos X.

Los resultados se muestran en la Fig. 4.

En cuanto a la tasa de supervivencia de los peces después de criarlos durante 7 días, el grupo de 24 hrs., mostró valores elevados de hasta un 80%. Sin embargo, los grupos de 12 hrs., y 0 hrs., mostraron valores reducidos de hasta un 30% y un 15%, respectivamente. Asimismo, las fracturas debido a colisiones contra las superficies de la pared y el fondo de la jaula de malla se confirmaron con rayos X de los peces muertos.

Ejemplo 14

Iluminación adecuada para prevenir la incidencia de muertes por colisión de los atunes de aleta azul.

Con el fin de revelar la influencia de un ciclo de luz y oscuridad y de la cría con alumbrado sobre la mortalidad de los atunes, los peces se criaron en entornos de cría con diferentes iluminaciones, en condiciones de iluminación durante 24 horas para examinar las tasas de supervivencia, o similares. Asimismo, la incidencia de las colisiones se evaluó por rayos X de los peces después de criarlos durante cierto periodo de tiempo.

Método

Se colocaron atunes alevines de 40 días aproximadamente, tras la eclosión de los huevos, en tanques acuáticos de 3 t con distintas iluminaciones en condiciones de alumbrado durante 24 horas, para examinar las tasas de supervivencia durante la cría, a lo largo de 7 días. En los grupos de ensayo, se ajustó la iluminación a 15, 150 y 1.500 lx en las zonas de agua superficial, respectivamente. En cada tanque, se colocaron 40 peces y se observaron peces muertos todos los días. Al final del ensayo de cría, los peces se subieron para hacerles rayos X.

Resultados

Los resultados se muestran en la Fig. 5.

La tasa de supervivencia de los peces después de 7 días de cría bajaron hasta un 20% aproximadamente, en el grupo a 15 lx, sin embargo las del grupo de 150 y 1.500 lx llegaron a alcanzar hasta un 60% o más. Asimismo, las fracturas debido a colisiones contra las superficies de la pared y el fondo de la jaula de malla se confirmaron con rayos X de los peces muertos.

5 Ejemplo 15

Efecto del alumbrado sobre la tasa de supervivencia en la cría de atunes de aleta azul

10 Con el fin de revelar el efecto del alumbrado por la noche, sobre la tasa de supervivencia durante la cría en el cultivo de atunes, los peces se criaron en entornos de cría con diferentes tiempos de luz natural e iluminación para examinar las tasas de supervivencia, o similares. Además, la incidencia de colisiones se evaluó por rayos X de los peces después de criarlos durante un periodo de tiempo determinado. Asimismo, se determinó el estado de estrés a partir del nivel de hormonas de estrés en los peces.

15 Método

Se colocaron atunes alevines de 50 días aproximadamente, tras la eclosión de los huevos, en tanques acuáticos de cultivo de 30 t, con láminas de sombreado y se criaron en condiciones con diferentes ciclos de luz y oscuridad para examinar las tasas de supervivencia. Entre los grupos de ensayo se incluía un grupo de 24 hrs., a 150 lx, donde el alumbrado con una iluminación de 150 lx en la zona de agua superficial se prolongó durante 24 horas, un grupo de 24 hrs., a 15 lx, donde el alumbrado con una iluminación de 15 lx en la zona de agua superficial se prolongó durante 24 horas, y un grupo de 24 hrs., a 5 lx, donde el alumbrado con una iluminación de 5 lx en la zona de agua superficial, se prolongó durante 24 horas. Se compararon con un grupo de luz natural. Asimismo, también se proporcionó un grupo con un tiempo de baja iluminación prolongado, donde el alumbrado se realizó poco a poco desde 2 horas antes del amanecer, a fin de prolongar el periodo de 0 lx a 15 lx, examinando así la influencia de un periodo de baja iluminación prolongado. Después de varias horas después el amanecer, la iluminación de cada tanque acuático alcanzó 1.000 lx o más debido a la luz solar, y por lo tanto se usaron las mismas condiciones de iluminación durante el día.

30 Cada grupo de ensayo tenía 2 tanques acuáticos. Al final del ensayo, los peces se subieron para hacerles rayos X. Además se suministraron algunos de los peces para medir los niveles de cortisol en plasma.

35 Resultados

Los resultados se muestran en la Tabla 11 y en la Fig. 6. La Tabla 11 muestra la influencia de la cría con alumbrado en los niveles de cortisol en plasma de los atunes de aleta azul.

Tabla 11

	Grupo con tiempo prolongado de baja iluminación	Grupo con luz natural	Grupo de 24 hrs., a 5 lx	Grupo de 24 hrs., a 15 lx	Grupo de 24 hrs., a 150 lx
Nivel de cortisol en plasma (ng/ml)	26,5 ± 40,0	31,3 ± 41,7	22,1 ± 32,6	30,8 ± 53,7	18,4 ± 28,0

40 La tasa media de supervivencia de los peces después de criarlos durante 9 días fue del 64,3% en el grupo con luz natural, mientras que alcanzó un 60,9% para el grupo de 24 hrs., a 5 lx, un 57,2% para el de 24 hrs., a 15 lx, y un 58,9% para el grupo de tiempo prolongado de baja iluminación, que fue inferior al del grupo con luz natural. Por otro lado, en el grupo de 24 hrs., a 150 lx, se obtuvo un valor considerablemente alto con un 75,8%. Además, no se observó ninguna diferencia importante en los niveles de cortisol en plasma de los atunes en los respectivos grupos de ensayo, salvo que el nivel tendió a disminuir en el grupo de 24 hrs., a 15 lx. Dos tanques acuáticos de los respectivos grupos de ensayo mostraron tendencias similares.

50 El método de cría con condiciones de alumbrado durante 24 horas a 150 lx aproximadamente o más no produce demasiado estrés en los atunes y por lo tanto es muy efectivo para mejorar la tasa de supervivencia en los periodos de cultivo de engorde o transporte, periodos en los que es posible que se produzcan muertes por colisión. Además, dado que la tasa de supervivencia ha disminuido en condiciones prolongadas de baja iluminación, inferiores a 150 lx aproximadamente, se ha demostrado que se puede aumentar la tasa de supervivencia acortando el periodo de 15 lx a 150 lx aproximadamente, con alumbrado, incluso bajo luz natural con luz solar.

55 **Aplicación Industrial**

Tal y como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para prevenir la incidencia de comportamientos anómalos tales como el canibalismo, los comportamientos asustadizos

y las muertes por colisión, durante la cría, el almacenamiento y el transporte de los atunes en los estadios de alevines y jóvenes adultos, particularmente, durante los periodos de puesta.

REIVINDICACIONES

1. Método para prevenir la incidencia de comportamientos asustadizos o muertes por colisión de atunes, en los estadios de alevines o de jóvenes adultos durante la cría, el almacenamiento o el transporte que comprende, la cría, el almacenamiento o el transporte de atunes en los estadios de alevines o de jóvenes adultos en un entorno de estímulos visuales atenuados, donde la atenuación de los estímulos visuales se efectúa (a) disponiendo un material amortiguador de los efectos visuales a través del cual la luz se transmite parcialmente tanto en sentido recto como en sentido diagonal, (b) manteniendo a los atunes en presencia de partículas finas coloreadas en el entorno, (c) controlando la fluctuación en la iluminación del entorno, donde la iluminación del entorno se mantiene al menos a 150 lx aproximadamente, o una combinación de los mismos.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, donde el material amortiguador de estímulos visuales de los medios (a) es un material amortiguador transparente con una o múltiples porciones de aire encapsulado.
3. Método de acuerdo con la reivindicación 2, donde el material amortiguador transparente se dispone sobre las superficies de la pared y/o fondo de un tanque acuático de cría.
4. Método de acuerdo con la reivindicación 1, donde los medios (b) comprenden la introducción de chlorella de agua dulce o nanochloropsis en el entorno.
5. Método para prevenir la incidencia de muertes por colisión de los atunes en los estadios de alevines o de jóvenes adultos durante la cría, almacenamiento o transporte, que comprende la cría, el almacenamiento o el transporte de atunes en los estadios de alevines o de jóvenes adultos en un entorno con los estímulos visuales controlados, donde el control de los estímulos visuales se realiza disponiendo una placa que refleje la luz para estimular el sentido de la vista de los atunes, sobre las superficies de la pared de un tanque acuático de cría, la pared de una jaula de malla o sobre un obstáculo.

Fig. 1

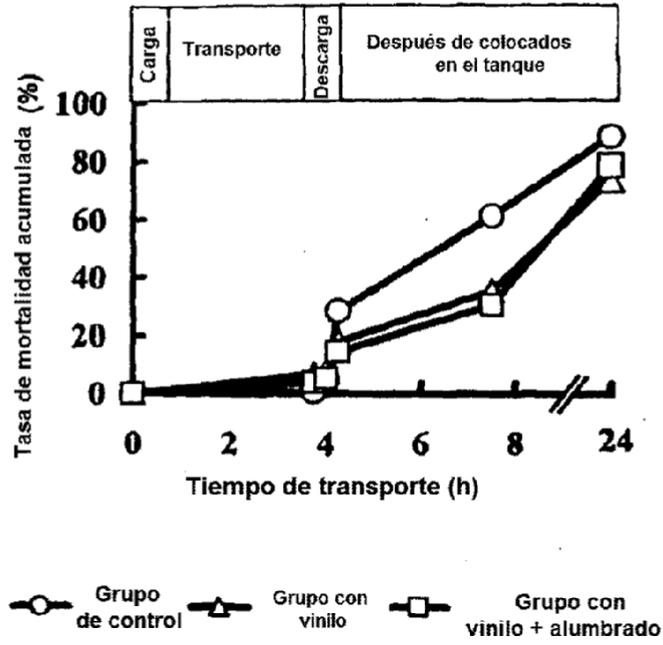


Fig. 2

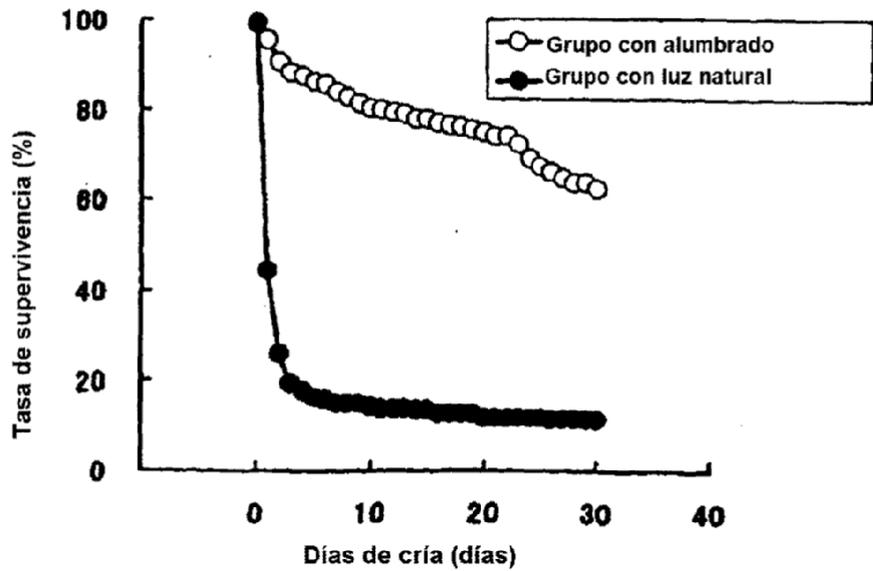


Fig. 3

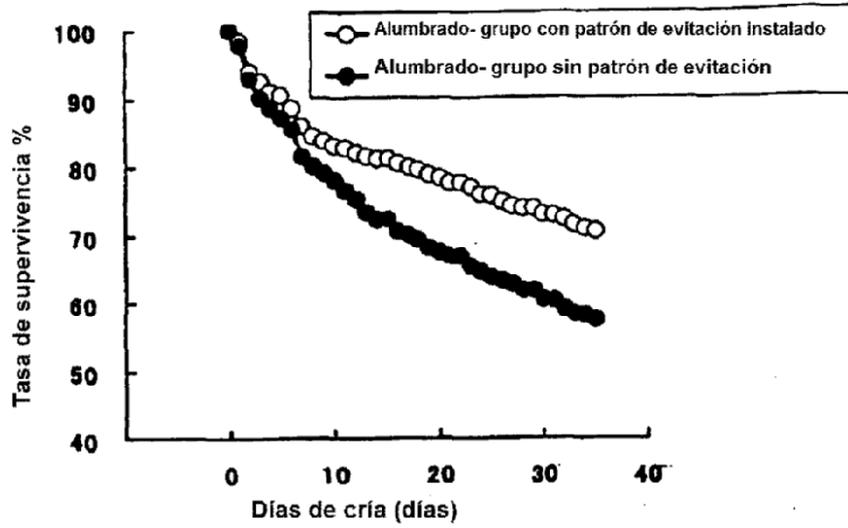


Fig. 4

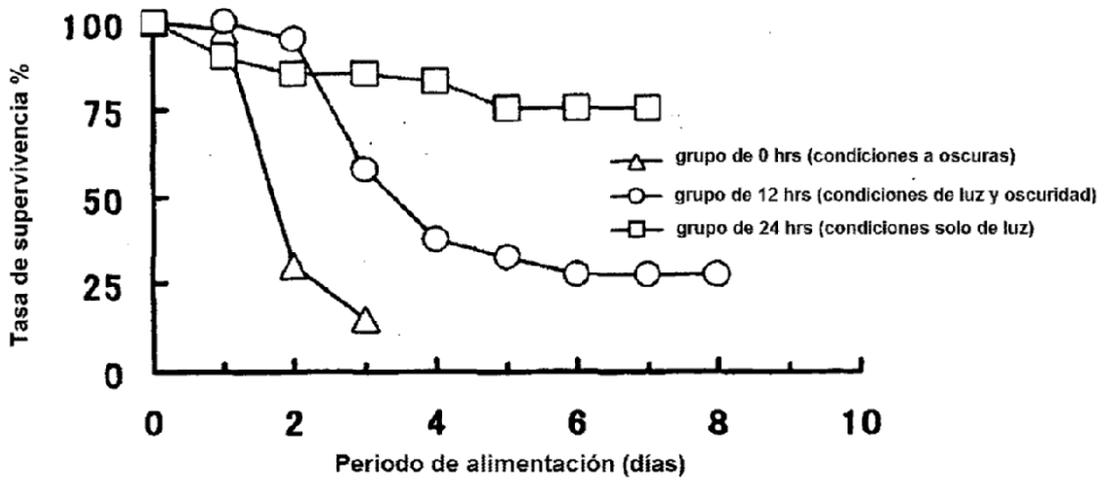


Fig. 5

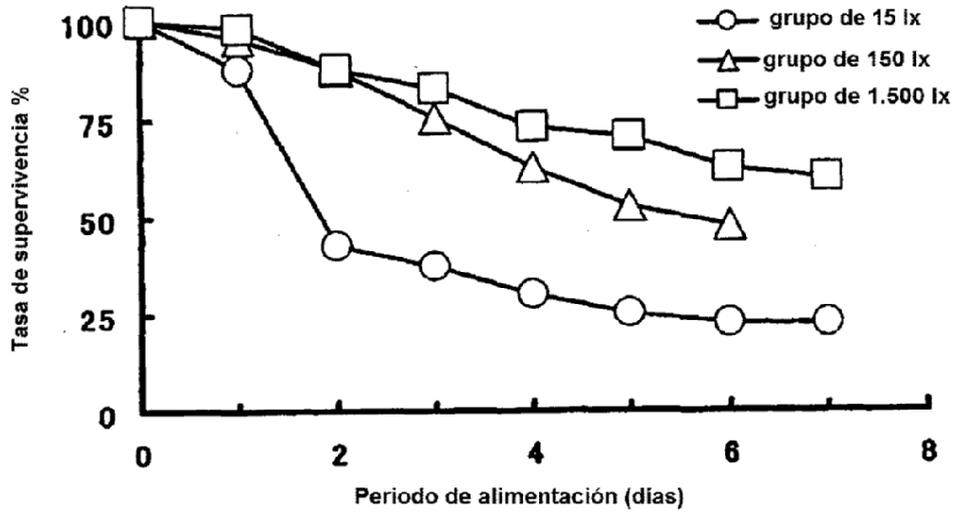


Fig. 6

