

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 160**

51 Int. Cl.:

A01K 61/00 (2007.01)

A01K 63/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.12.2013 PCT/IB2013/060618**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.06.2014 WO14097037**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.12.2013 E 13815163 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.04.2017 EP 2934104**

54 Título: **Sistema de iluminación y método para potenciar el crecimiento de animales acuáticos**

30 Prioridad:

19.12.2012 US 201261739252 P

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

07.08.2017

73 Titular/es:

**PHILIPS LIGHTING HOLDING B.V. (100.0%)
High Tech Campus 45
5656 AE Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**TANASE, CRISTINA y
MOLS, RAINIER FRANCISCUS XAVERIUS
ALPHONSUS MARIE**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 629 160 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

Sistema de iluminación y método para potenciar el crecimiento de animales acuáticos

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo de los sistemas de iluminación para potenciar el crecimiento de animales acuáticos. En concreto, la presente invención se refiere a un sistema de iluminación configurado para y a un método para potenciar el crecimiento de peces en una jaula de agua, por ejemplo una jaula de agua salada, al controlar la luz emitida para la iluminación de la jaula marina.

Antecedentes de la invención

15 La acuicultura es el homólogo marino de la agricultura en donde se crían animales acuáticos en condiciones controladas. La acuicultura es un área de rápido desarrollo que ha experimentado varios cambios significativos en las últimas décadas.

Los peces pueden clasificarse en especies de agua dulce y especies de agua salada. También existen especies migratorias de peces que se mueven entre el agua dulce y el agua salada del mar. Por ejemplo, el salmón, la lubina rayada y el esturión del Atlántico desovan y crecen, hasta la etapa de esmoltificación, en agua dulce y maduran, en la denominada fase de engorde, en agua salada. Los peces requieren condiciones ambientales específicas para crecer y desarrollarse, tales como la temperatura, el oxígeno, el flujo de agua, etc. En localizaciones como Noruega, Chile, Canadá y otras localizaciones de latitud más alta donde las condiciones lumínicas son malas, se proporcionan condiciones ambientales óptimas para la fase de engorde durante la cría del salmón del Atlántico. En estas áreas se ha descubierto que la aplicación de luz artificial en granjas marinas tiene efectos positivos en el desarrollo y en el crecimiento de los peces. Los efectos positivos de la luz artificial están relacionados con la prevención de la maduración sexual de los peces. Investigaciones recientes también muestran el efecto positivo de más luz artificial en el crecimiento. Actualmente, la mayoría de piscifactorías aplican luz convencional de alta intensidad (por ejemplo, lámparas de haluro metálico dispuestas sobre las jaulas marinas) para proporcionar la iluminación.

20 El documento US 2005/0135104 desvela un método y un aparato para iluminar un hábitat marino para el crecimiento, utilizando un sistema de iluminación que contiene diodos emisores de luz (LED). El sistema de luz incluye una fuente luminosa LED, una fuente de alimentación para tal fuente luminosa y un regulador para controlar el estado de activación y la intensidad de la fuente luminosa LED. El regulador permite a un usuario o a un fabricante programar el periodo y patrón de iluminación, el contenido espectral o el contenido espacial de la luz emitida.

35 El modelo de utilidad alemán DE 20 2010 005 570 U1 desvela un dispositivo de iluminación para la iluminación de un acuario que comprende soportes extensibles para ajustar la anchura y/o la longitud del dispositivo de iluminación para adaptarse a la anchura y/o a la longitud del acuario, de modo que los dispositivos de iluminación puedan acoplarse a la parte superior del acuario entre las paredes laterales opuestas del acuario. El dispositivo de iluminación comprende fuentes luminosas LED cuya intensidad lumínica puede controlarse para simular ciclos de luz día/noche, variaciones estacionales en la luz diurna o ciclos lunares.

40 Normalmente, para el salmón del Atlántico los juveniles no perciben la luz, o perciben muy poca, mientras se encuentran en la etapa de alevín, un régimen de iluminación débil continuo las 24 horas durante un periodo determinado de tiempo, después un régimen fotoperiódico durante un periodo de 6-8, con el fin de inducir la esmoltificación, durante el cual los peces están expuestos a periodos alternativos de oscuridad y luz de baja intensidad a lo largo de las 24 horas. Después del periodo de 6-8 semanas se mueve a los peces a un tanque de transferencia en donde se mantiene a los peces de forma continua con luz artificial débil para completar la esmoltificación y prepararlos para su transferencia al mar. El último paso en este proceso es mover a los peces a una jaula marina para su crecimiento posterior. Una jaula marina es un área de agua salada cercada para peces en crecimiento.

45 Se ha descubierto que, después de la transferencia a la jaula marina, los peces transferidos experimentan una disminución en su crecimiento. La disminución en la tasa de crecimiento puede llegar a prolongarse durante no menos de 8 y hasta 12 semanas, afectando gravemente de este modo al tamaño de los peces tras un periodo determinado o afectando a la duración del periodo antes de que los peces alcancen un tamaño predeterminado.

50 Hay una necesidad en la técnica de potenciar el crecimiento de los peces, particularmente en el periodo inmediatamente posterior al prendido de la luz artificial, por ejemplo, tras haber transferido los peces a una jaula marina.

Sumario de la invención

65 En vista de lo anterior, es deseable proporcionar una solución de iluminación artificial efectiva o un sistema de iluminación que sea capaz de evitar una disminución en el crecimiento y de determinar la mejora en el crecimiento

de los peces (particularmente del salmón) que han sido transferidos a una jaula de agua, por ejemplo, a una jaula marina.

Con ese propósito se desvela un sistema de iluminación de acuerdo con la reivindicación 1 configurado para potenciar el crecimiento de animales acuáticos en un volumen de agua (salada). El sistema de iluminación comprende al menos una fuente luminosa que comprende al menos un diodo emisor de luz dispuesto para emitir luz al volumen de agua y al menos un excitador de luz dispuesto para accionar la al menos una fuente luminosa. El sistema de iluminación también comprende un regulador que está adaptado para proporcionar señales de control al excitador de luz para aumentar un nivel de intensidad lumínica de la luz emitida desde la al menos una fuente luminosa desde un primer nivel de intensidad lumínica hasta un segundo nivel de intensidad lumínica durante un periodo de tiempo de al menos un día a dos semanas, preferentemente de al menos dos días a dos semanas.

Además se desvela un método para acelerar el crecimiento de animales acuáticos en un volumen de agua de acuerdo con la reivindicación 8. El método usa un sistema de iluminación que comprende al menos una fuente luminosa que tiene al menos un diodo emisor de luz. El método comprende la etapa de proporcionar señales de control para accionar la al menos una fuente luminosa para emitir luz al volumen de agua para aumentar un nivel de intensidad lumínica de la luz desde un primer nivel de intensidad lumínica a un segundo nivel de intensidad lumínica durante un periodo de al menos un día a dos semanas, preferentemente de al menos dos días a dos semanas. También se divulga una jaula marina, de acuerdo con la reivindicación 15, que contiene el sistema de iluminación.

El sistema de iluminación y el método para potenciar el crecimiento de los animales acuáticos se basa en la idea de que la alta intensidad lumínica que los animales experimentan al inicio de la aplicación de iluminación artificial contribuye a la disminución observada en la tasa de crecimiento. Esto se ha observado de manera clara en peces transferidos al agua de mar durante las primeras semanas después de que se hubiera encendido la luz artificial. El sistema de iluminación y el método divulgados proporcionan un patrón de intensidad lumínica y un patrón de tiempo en donde se aumenta lentamente la intensidad lumínica desde un nivel de intensidad bajo (que puede ser cero) de la luz artificial a un nivel de intensidad considerablemente más alto (que puede corresponderse con el valor de intensidad alto, tal y como se aplica directamente en sistemas de iluminación para jaulas marinas de la técnica anterior) durante un periodo prolongado de tiempo. Como resultado, los animales no quedan cegados por la luz de alta intensidad y los ojos de los animales pueden adaptarse lentamente a intensidades lumínicas más altas. En comparación, los sistemas de iluminación de haluro metálico de la técnica anterior se encienden de golpe y "ciegan" a los peces, impidiéndoles alimentarse de manera adecuada. Un resultado del sistema de iluminación y método divulgados es que los peces no quedan cegados, tienen mejor visibilidad para los alimentos y, por tanto, puede mitigarse la disminución en el crecimiento.

Otro efecto que experimentan los peces tras encenderse las lámparas de haluro metálico es el estrés, que implica una menor transformación del alimento, lo que se traduce también en un menor crecimiento. Al controlar de manera activa la intensidad lumínica, lo que también es posible como resultado de usar diodos emisores de luz que tienen buenas propiedades de control de iluminación, puede controlarse mejor el crecimiento del animal y, por tanto, puede recolectarse antes a los animales o puede dejarseles crecer más.

Preferentemente, el primer nivel de intensidad lumínica es tal que se evita la maduración sexual de los peces. Los niveles de intensidad lumínica aplicables dependen de la especie, como por ejemplo el bacalao, que es más sensible a la luz que el salmón.

Normalmente se aumenta la intensidad lumínica durante un periodo de al menos un día a dos semanas, dependiendo también de factores como la especie del pez y la etapa del desarrollo de los animales, temperatura del agua, etc. Preferentemente, el periodo durante el que se aumenta la intensidad lumínica dura entre dos días y dos semanas, por ejemplo tres días, cuatro días, cinco días, seis días o siete días.

En una realización del sistema de iluminación, el regulador está adaptado para proporcionar señales de control al excitador de luz, de tal manera que se aumenta el nivel de intensidad lumínica continuamente desde el primer nivel de intensidad lumínica hasta el segundo nivel de intensidad lumínica durante el periodo de tiempo prolongado. Una ventaja de un aumento continuo de la intensidad lumínica es que puede alcanzarse el segundo nivel de intensidad lumínica en un periodo de tiempo razonable, reduciendo de este modo el riesgo de maduración de los peces. En una realización alternativa del sistema de iluminación, el regulador está adaptado para proporcionar señales de control al excitador de luz, de modo que se aumenta progresivamente el nivel de intensidad lumínica desde el primer nivel de intensidad lumínica hasta el segundo nivel de intensidad lumínica durante el periodo de tiempo prolongado.

En una realización del sistema de iluminación, el regulador está adaptado para proporcionar señales de control al excitador de luz, de tal modo que se aumenta progresivamente el nivel de intensidad lumínica desde el primer nivel de intensidad lumínica hasta el segundo nivel de intensidad lumínica durante el periodo de tiempo, en donde las señales de control durante el periodo de tiempo también proporcionan uno o más subperiodos de tiempo durante los cuales se reduce el nivel de intensidad lumínica. Una ventaja de la realización es que los peces pueden descansar durante los periodos de intensidad lumínica reducida. El nivel hasta el que se reduce la intensidad lumínica debería permanecer preferentemente por encima del nivel de luz por debajo del cual ocurre la maduración. Preferentemente

se reduce durante el periodo de tiempo la duración de los subperiodos durante los cuales se aplica la intensidad lumínica más baja con el fin de hacer que los peces se acostumbren con el tiempo a intensidades lumínicas altas continuas durante las 24 horas del día.

5 En una realización del sistema de iluminación, el regulador está adaptado para proporcionar señales de control al excitador de luz, de tal modo que se aumenta el nivel de intensidad lumínica a una primera velocidad durante un primer subperiodo del periodo de tiempo y a una segunda velocidad durante un segundo subperiodo del periodo de tiempo, en donde la primera velocidad es más baja que la segunda velocidad. La ventaja de esta realización es que puede aplicarse pronto una primera velocidad más baja en un primer subperiodo en el periodo de tiempo y después de alcanzar el nivel de sensibilidad del ojo del pez, la segunda velocidad (más alta) puede aplicarse durante el segundo subperiodo. El primer y el segundo subperiodo pueden ser periodos consecutivos.

10 En una realización del sistema de iluminación, el sistema de iluminación comprende un dispositivo de entrada para recibir los valores de al menos uno del primer nivel de intensidad lumínica, del segundo nivel de intensidad lumínica y del periodo de tiempo. Estos valores pueden ajustarse dependiendo de factores tales como la especie de los animales, la etapa del desarrollo y otros factores. Los valores pueden estar preajustados por el fabricante o ser ajustados por el usuario, por ejemplo el operario de la incubadora piscícola.

15 De acuerdo con la invención, el primer nivel de intensidad lumínica es al menos un factor 10-100 menor que el segundo nivel de intensidad lumínica. El regulador y las fuentes luminosas están, por lo tanto, adaptados para comenzar la iluminación a una intensidad muy débil y para aumentar después la intensidad lumínica considerablemente durante el periodo de tiempo prolongado para obtener finalmente el segundo nivel de intensidad lumínica. A modo de ejemplo, el primer nivel de intensidad lumínica es solo un uno por ciento o un pequeño porcentaje del segundo nivel de intensidad lumínica.

20 En una realización del sistema de iluminación, la al menos una fuente luminosa es sumergible o está sumergida en el agua. En una realización, el sistema de iluminación comprende una pluralidad de fuentes luminosas, preferentemente (conjuntos de) diodos emisores de luz sumergibles o que están sumergidos en el agua de la jaula marina a una profundidad en el intervalo de 1-20 metros. De manera convencional, alimentar a los peces en jaulas marinas genera la situación de tener que proporcionar el alimento por encima del agua y los peces se alimentan, principalmente, cerca de la superficie del agua. Por lo tanto, se produce una situación de estrés debida a la gran densidad de peces en torno a los "puntos de alimentación" cerca de la superficie del agua y debida a la intensidad lumínica alta. Al sumergir la(s) fuente(s) lumínica(s) en el agua, no todos los peces son atraídos hacia la superficie del agua durante los ciclos de alimentación. En su lugar, los peces pueden permanecer a profundidades mayores donde el alimento también es visible como resultado de la luz artificial de las fuentes luminosas sumergidas, provocando de esta manera un estrés menor para los peces como resultado de la menor densidad de peces cerca de la superficie del agua. La reducción del nivel de estrés contribuye al crecimiento potenciado de los peces.

25 Se señala que la invención se refiere a todas las combinaciones posibles de las características enumeradas en las reivindicaciones. Así, todas las características y ventajas del primer aspecto se aplican igualmente al segundo y tercer aspecto, respectivamente.

Breve descripción de los dibujos

45 Los distintos aspectos de la invención, incluyendo sus características y ventajas particulares, se comprenderán de manera sencilla a partir de la siguiente descripción detallada y de los dibujos adjuntos, en donde:

50 la Fig. 1 es un gráfico esquemático de la tasa de crecimiento de los peces tras su transferencia a una jaula marina;
la Fig. 2 ilustra un sistema de iluminación de acuerdo con una realización de la presente invención;
la Fig. 3 es una ilustración esquemática de un método de acuerdo con una realización de la invención;
la Fig. 4 es una ilustración esquemática de la jaula marina que comprende un sistema de iluminación de acuerdo con una realización de la invención; y las Figs. 5A-5B son ilustraciones de la intensidad lumínica frente al patrón de tiempo de acuerdo con las realizaciones de la invención.

55 Descripción detallada

A continuación, de aquí en adelante se describirá la presente invención con mayor detalle en relación con los dibujos adjuntos, en los que se muestran las realizaciones de actual preferencia de la invención. No obstante, la presente invención puede realizarse en muchas formas diferentes y no debería interpretarse que esta queda limitada a las realizaciones expuestas en el presente documento; en su lugar, estas realizaciones se han dispuesto en pos de la minuciosidad y de la compleción, y para transmitir por completo el alcance de la invención a los destinatarios expertos. Los caracteres de referencia semejantes se refieren a elementos semejantes a lo largo de la descripción.

65 La Fig. 1 es una ilustración esquemática de una disminución experimentada en la tasa de crecimiento de los peces cuando se les transfiere de un tanque de agua dulce a una jaula marina. Los peces transferidos a la jaula marina en

diciembre o enero muestran una tasa de crecimiento reducida durante las primeras semanas, que puede prolongarse hasta marzo o incluso hasta principios de abril. El otro gráfico ilustra el efecto esperado de la invención, en donde se incrementa lentamente la intensidad lumínica durante un periodo de tiempo prolongado y desaparece la disminución en la tasa de crecimiento, o al menos se mitiga.

5 La Fig. 2 es una vista esquemática de un sistema de iluminación 100. La Fig. 3 muestra las etapas de un método para poner el sistema de iluminación 100 en funcionamiento.

10 El sistema de iluminación 100 comprende una fuente luminosa 110. La fuente luminosa 110 comprende al menos un diodo emisor de luz. La fuente luminosa 110, por tanto, está dispuesta para emitir luz. La fuente luminosa 110 está dispuesta preferentemente para ser sumergible en un cuerpo de agua. El sistema de iluminación 100 comprende, además, un excitador de luz 120 que está acoplado operativamente a y dispuesto para accionar la fuente luminosa 110. El excitador de luz 120 puede ser un excitador de LED. El excitador de luz 120 puede estar, de manera opcional, integrado en la fuente luminosa 110, en un dispositivo de iluminación 130.

15 El sistema de iluminación 100 comprende, además, un regulador 140 que está adaptado para proporcionar señales de control al excitador de luz para aumentar un nivel de intensidad lumínica de la luz emitida desde la al menos una fuente luminosa desde un primer nivel de intensidad lumínica hasta a un segundo nivel de intensidad lumínica durante un periodo de tiempo de al menos un día a dos semanas, preferentemente de al menos dos días a dos semanas, como se explicará con mayor detalle con referencia a las Figs. 5A-5D.

20 De manera opcional puede conectarse el regulador 140 operativamente a un dispositivo de entrada 150. El dispositivo de entrada 150 está configurado para recibir valores de al menos uno del primer nivel de intensidad lumínica I1, del segundo nivel de intensidad lumínica I2 y del periodo de tiempo T, siendo $T > 1$ día, para aumentar la intensidad de la iluminación desde el primer nivel de intensidad hasta el segundo nivel de intensidad, como parte de la etapa S11 en la Fig. 3. Estos valores pueden ajustarse dependiendo de factores tales como la especie de los animales, la etapa del desarrollo y otros factores. Los valores pueden estar preajustados por el fabricante o ser ajustados por el usuario, por ejemplo el operario de la incubadora piscícola.

25 Las señales de control del regulador 140 están determinadas con base al primer nivel de intensidad lumínica I1 recibido, al segundo nivel de intensidad lumínica I2 y al periodo de tiempo T para aumentar la intensidad de la iluminación desde el primer nivel de intensidad I1 al segundo nivel de intensidad I2, por el regulador 140 en una etapa S12, seguida de una etapa S 13 donde se proporcionan las señales de control determinadas al al menos a un excitador de luz 120. El al menos un excitador de luz 120 acciona de este modo la al menos una fuente luminosa 110 para emitir luz al volumen de agua.

30 El sistema de iluminación 100 de la Fig. 2 puede comprender, de manera opcional, al menos una cubierta 160 que comprende al menos una de la al menos una fuente luminosa 110. La cubierta 160 puede estar dispuesta para ser sumergible en el volumen de agua. La cubierta 160 puede comprender, de manera opcional, el excitador de luz 120.

35 El sistema de iluminación 100 puede comprender, además, al menos un accionador de emplazamiento 170. El accionador de emplazamiento 170 está dispuesto para ajustar la profundidad de la inmersión de la al menos una fuente luminosa 110 en el volumen de agua. La profundidad de la inmersión se asocia con la distancia vertical entre una superficie del volumen de agua y la al menos una fuente luminosa 110. El regulador 140 puede estar adaptado, además, para recibir un punto de referencia deseado para el emplazamiento para la al menos una fuente luminosa 110. El sistema de iluminación 100 también puede estar dispuesto sobre la superficie del volumen de agua para la iluminación del cuerpo de agua, al aumentar lentamente la intensidad lumínica a lo largo del periodo de tiempo prolongado.

40 La Fig. 4 es una ilustración esquemática de una jaula marina 200 que contiene una pluralidad de dispositivos de iluminación 130 (por ejemplo, dispositivos integrados que comprenden fuentes luminosas 110 y conductores de luz 120) acoplados operativamente a un regulador 140. Las fuentes luminosas 110 pueden comprender luminarias LED, conteniendo cada una una pluralidad de LED, por ejemplo 160 LED. Los dispositivos de iluminación 130 están dispuestos a lo largo de una profundidad de 20 metros por debajo de la superficie S del volumen de agua del mar V.

45 Los dispositivos de iluminación 130 pueden estar configurados como 400-1000 W de potencia eléctrica por luminaria LED para una intensidad lumínica máxima. Los dispositivos de iluminación 130 son regulables para que puedan proporcionar la primera intensidad lumínica I1 por las señales de control desde el regulador 140.

50 Al sumergir los dispositivos de iluminación 130 en el agua, no todos los peces son atraídos a la superficie del agua S durante los ciclos de alimentación. En su lugar, los peces pueden permanecer a profundidades mayores donde el alimento también es visible como resultado de una luz artificial desde los dispositivos de iluminación 130 sumergidos, provocando de esta manera un estrés menor para los peces como resultado de la menor densidad de peces cerca de la superficie del agua S durante la alimentación. La reducción del nivel de estrés contribuye al crecimiento potenciado de los peces. La jaula marina 200 puede comprender un sistema dispensador de alimento (no mostrado en la Fig. 4).

Las intensidades lumínicas aplicadas I1 y I2 así como la duración del periodo de tiempo T pueden depender de varios factores. Los conocimientos específicos de las especies de peces criados y sus diferentes etapas de desarrollo pueden usarse junto con los datos correspondientes relativos a los niveles de intensidad lumínica y a los fotoperiodos con el fin de optimizar las condiciones ambientales para las distintas especies de peces.

5 Las Figs. 5A-5D son ilustraciones esquemáticas de la intensidad lumínica frente a características del tiempo para el regulador 140 para potenciar el crecimiento de animales acuáticos.

10 En la Fig. 5A, el regulador 140 controla la(s) fuente(s) luminosa(s) 110 para empezar a emitir luz en el volumen V de agua a una intensidad lumínica I1 en un momento t1. La intensidad lumínica se aumenta continuamente hasta un nivel de intensidad lumínica I2 objetivo en un momento t2. El periodo de tiempo $T = t2 - t1$ se encuentra en el intervalo de un día a dos semanas, por ejemplo dos días, tres días, cuatro días, cinco días, seis días o siete días. El nivel de intensidad lumínica I1 puede corresponderse con la luz artificial de, por ejemplo, una densidad de flujo radiométrico de $0,016 \text{ W/m}^2$ que evita la maduración sexual del salmón. Debe contemplarse que, aunque en la Fig. 15 5A la característica es lineal desde I1 hasta I2, pueden aplicarse otras funciones, por ejemplo una característica exponencial.

20 La Fig. 5B proporciona una ilustración en donde se aumenta progresivamente la intensidad lumínica de la(s) fuente(s) luminosa(s) 110 desde un primer nivel de intensidad lumínica I1 hasta un segundo nivel de intensidad lumínica I2. Preferentemente, la primera etapa produce un valor de intensidad lumínica de al menos una densidad de flujo radiométrico de $0,016 \text{ W/m}^2$, que es el umbral de intensidad lumínica por debajo del cual ocurre la maduración sexual. Como puede observarse a partir de la Fig. 5B, la intensidad lumínica I2 se mantiene después del momento t2.

25 En las Figs. 5C y 5D, el regulador 140 proporciona señales de control al excitador de luz 120 de tal modo que se aumenta progresivamente el nivel de intensidad lumínica de la(s) fuentes(s) luminosa(s) 110 desde el primer nivel de intensidad lumínica I1 hasta el segundo nivel de intensidad lumínica I2 durante el periodo de tiempo $T = t2 - t1$. Durante uno o más subperiodos de tiempo SP durante el periodo de tiempo T, el regulador 140 puede proporcionar 30 señales de control a los dispositivos de iluminación 130 de tal modo que se reduzca el nivel de intensidad lumínica, por ejemplo a iluminación cero (Fig. 5C) o a una intensidad finita más baja (Fig. 5D). Una ventaja de la realización es que los peces pueden descansar durante los periodos de intensidad lumínica reducida. El nivel hasta el que se reduce la intensidad lumínica debería permanecer preferentemente por encima del nivel de luz por debajo del cual ocurre la maduración.

35 En las Figs. 5C y 5D se reduce durante el periodo de tiempo la duración de los subperiodos SP durante los cuales se aplica la intensidad lumínica más baja con el fin de hacer que los peces se acostumbren con el tiempo a intensidades lumínicas altas continuas durante las 24 horas del día para evitar la maduración temprana.

40 Debe contemplarse que pueden disponerse muchos esquemas adicionales de intensidad lumínica frente al tiempo para aumentar la tasa de crecimiento de los animales acuáticos, en concreto de los peces, dentro del alcance de la presente invención.

45 A modo de ejemplo, la Fig. 5E es una ilustración esquemática en donde el nivel de intensidad lumínica primero se aumenta lentamente para el primer nivel de intensidad lumínica I1 a un nivel de intensidad lumínica más alto I3 durante un primer subperiodo SP1. El nivel de intensidad lumínica I3 puede relacionarse, por ejemplo, con el umbral de la sensibilidad del ojo del pez. Durante un segundo subperiodo SP2, el nivel de intensidad puede aumentarse después a una velocidad más alta hasta el nivel final I2. Debe contemplarse que la primera y la segunda velocidad no tienen por qué ser lineales. Por ejemplo, el aumento desde el nivel de intensidad lumínica I3 hasta el nivel de 50 intensidad lumínica I2 puede ser exponencial.

55 Pueden implementarse varias realizaciones de la invención como un producto de soporte lógico para su uso con un sistema informático, en donde el(los) programa(s) del producto de soporte lógico definan funciones de las realizaciones (incluyendo los métodos descritos en el presente documento). En una realización, el(los) programa(s) puede(n) estar contenido(s) en una variedad de medios de almacenamiento legibles por ordenador no transitorios, en donde, como se usa en el presente documento, la expresión "medios de almacenamiento legibles por ordenador no transitorios" comprende todos los medios legibles por ordenador, siendo su única excepción una señal transitoria de propagación. En otra realización, el(los) programa(s) puede(n) estar contenido(s) en una variedad de medios de almacenamiento legibles por ordenador transitorios. Los medios de almacenamiento legibles por ordenador 60 ilustrativos incluyen, pero no se limitan a: (i) medios de almacenamiento no grabables (por ejemplo dispositivos de memoria de solo lectura dentro de un ordenador tales como discos CD-ROM legibles mediante una unidad de CD-ROM, chips ROM de cualquier tipo de memoria de semiconductores no volátil de estado sólido) en los que la información queda almacenada permanentemente; y (ii) medios de almacenamiento grabables (por ejemplo memoria flash, disquetes dentro de una disquetera o una unidad de disco duro o cualquier tipo de memoria de semiconductores de acceso aleatorio de estado sólido) en los que la información modificable queda almacenada.

65

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de iluminación (100) configurado para potenciar el crecimiento de animales acuáticos en un volumen de agua que comprende:
- 5 al menos una fuente luminosa (110) que comprende al menos un diodo emisor de luz dispuesto para emitir luz al volumen de agua, al menos un excitador de luz (120) dispuesto para accionar la al menos una fuente luminosa (110), un regulador (140), en donde el regulador está adaptado para proporcionar señales de control al excitador de luz (120) para aumentar un nivel de intensidad lumínica de la luz emitida desde la al menos una fuente luminosa desde un primer nivel de intensidad lumínica (I1) hasta un segundo nivel de intensidad lumínica (I2) durante un periodo de tiempo (T) de al menos un día a dos semanas, preferentemente de al menos dos días a dos semanas; caracterizado por que el primer nivel de intensidad lumínica (I1) es al menos un factor 10-100 menor que el segundo nivel de intensidad lumínica (I2).
- 15 2. El sistema de iluminación (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el controlador (140) está adaptado para proporcionar señales de control al excitador de luz (120) de modo que se aumente el nivel de intensidad lumínica continua o progresivamente desde el primer nivel de intensidad lumínica (I1) hasta el segundo nivel de intensidad lumínica (I2).
- 20 3. El sistema de iluminación (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el regulador (140) está adaptado para proporcionar señales de control al excitador de luz (120) de tal modo que se aumente progresivamente el nivel de intensidad lumínica desde el primer nivel de intensidad lumínica (I1) hasta el segundo nivel de intensidad lumínica (I2) durante el periodo de tiempo (T), en donde las señales de control durante el periodo de tiempo también proporcionan uno o más subperiodos (SP) durante los cuales se reduce el nivel de intensidad lumínica.
- 25 4. El sistema de iluminación (100) de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el regulador (140) está adaptado para configurar que la duración de los subperiodos de tiempo (SP) se reduzca durante el periodo de tiempo.
- 30 5. El sistema de iluminación (100) de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, en donde el regulador (140) está adaptado para proporcionar señales de control al excitador de luz (120), de modo que se aumente el nivel de intensidad lumínica a una primera velocidad durante un primer subperiodo (P1) del periodo de tiempo (T) y a una segunda velocidad durante un segundo subperiodo (SP2) del periodo de tiempo, en donde la primera velocidad es más baja que la segunda velocidad.
- 35 6. El sistema de iluminación (100) de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, en donde la al menos una fuente luminosa (110) es sumergible o está sumergida en el volumen de agua.
- 40 7. El sistema de iluminación (100) de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, en donde el sistema de iluminación comprende una pluralidad de fuentes luminosas (110) sumergibles o que están sumergidas en el volumen de agua a lo largo de una profundidad de 1-20 metros.
- 45 8. Un método para acelerar el crecimiento de animales acuáticos en un volumen de agua mediante un sistema de iluminación (100), comprendiendo el sistema de iluminación al menos una fuente luminosa (110) que tiene al menos un diodo emisor de luz, comprendiendo el método la etapa de proporcionar (S13) señales de control para accionar la al menos una fuente luminosa para emitir luz para el volumen de agua para aumentar el nivel de intensidad lumínica de la luz desde un primer nivel de intensidad lumínica (I1) hasta un segundo nivel de intensidad lumínica (I2) durante un periodo de tiempo (T) de al menos un día a dos semanas, preferentemente de al menos dos días a dos semanas, en donde el primer nivel de intensidad lumínica (I1) es al menos un factor 10-100 menor que el segundo nivel de intensidad lumínica (I2).
- 50 9. El método de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende la etapa de proporcionar señales de control, de modo que se aumente el nivel de intensidad lumínica continua o progresivamente desde el primer nivel de intensidad lumínica (I1) hasta el segundo nivel de intensidad lumínica (I2).
- 55 10. El método de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende la etapa de proporcionar señales de control, de modo que se aumente progresivamente el nivel de intensidad lumínica desde el primer nivel de intensidad lumínica (I1) hasta el segundo nivel de intensidad lumínica (I2) durante el periodo de tiempo (T), en donde las señales de control durante el periodo de tiempo también proporcionan uno o más subperiodos (SP) durante los cuales se reduce el nivel de intensidad lumínica.
- 60 11. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende la etapa de reducir la duración de los subperiodos de tiempo (SP) durante el periodo de tiempo.
- 65 12. El método de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende la etapa de proporcionar señales de control de modo que se aumente el nivel de intensidad lumínica a una primera velocidad durante un primer subperiodo del

periodo de tiempo y a una segunda velocidad durante un segundo subperiodo del periodo de tiempo, en donde la primera velocidad es más baja que la segunda velocidad.

5 13. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8-12, en donde se configura al menos uno del primer nivel de intensidad lumínica (I1), del segundo nivel de intensidad lumínica (I2) o el periodo de tiempo (T), dependiendo de al menos una de las especies de animales acuáticos y de la etapa de desarrollo de los animales acuáticos.

10 14. Un método para acelerar el crecimiento de animales acuáticos usando un sistema de iluminación (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en donde el sistema de iluminación (100) se asocia con una jaula marina (200) que comprende las etapas de:

15 transferir los animales acuáticos de un tanque de agua a una jaula marina (200); y controlar la luz desde el sistema de iluminación (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8-13.

15 15. Una jaula marina (200) que comprende el sistema de iluminación (100) de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 1-7.

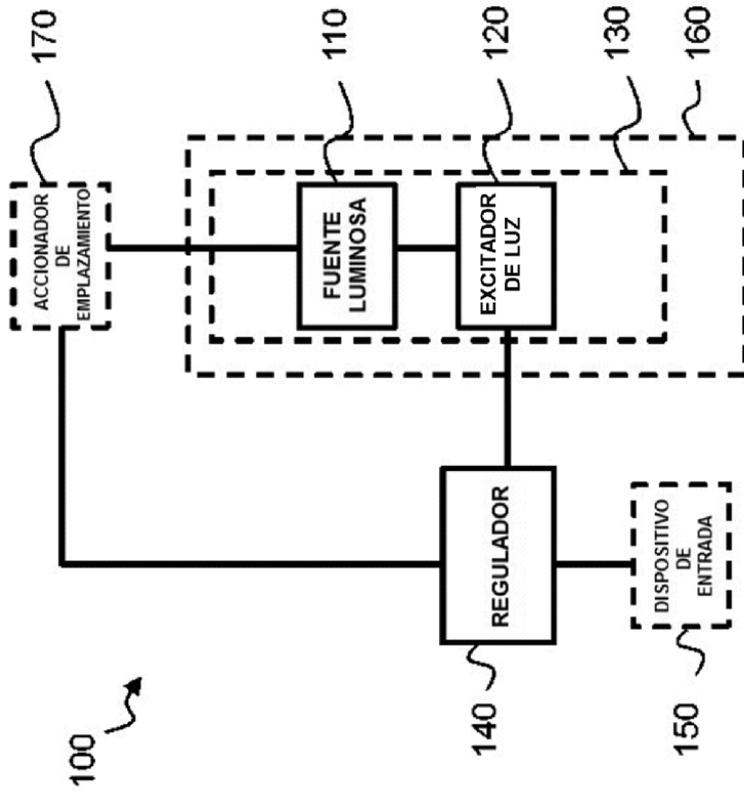


Fig. 2

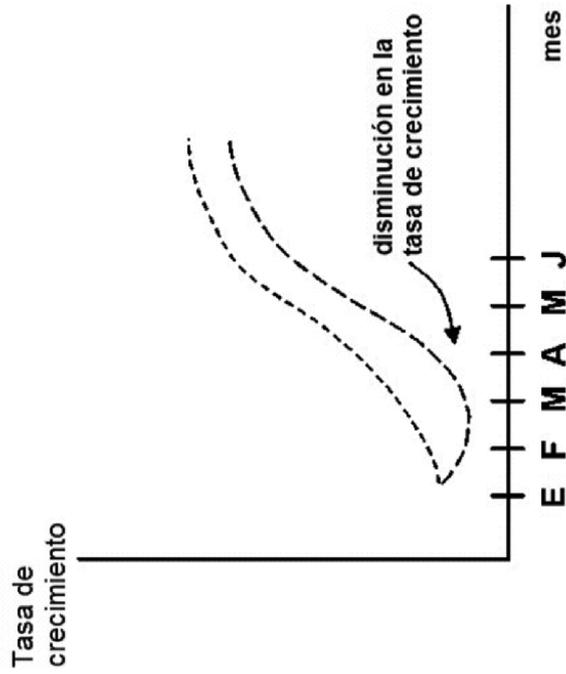


Fig. 1

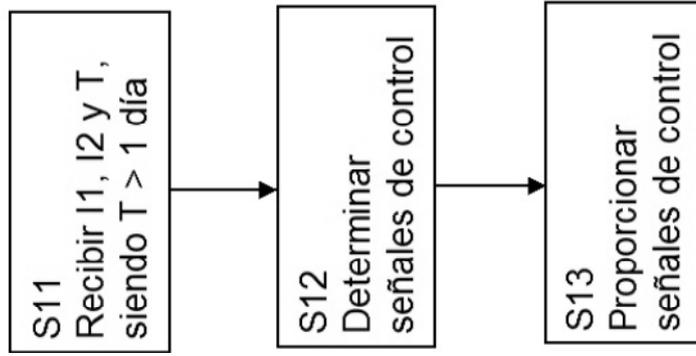


Fig. 3

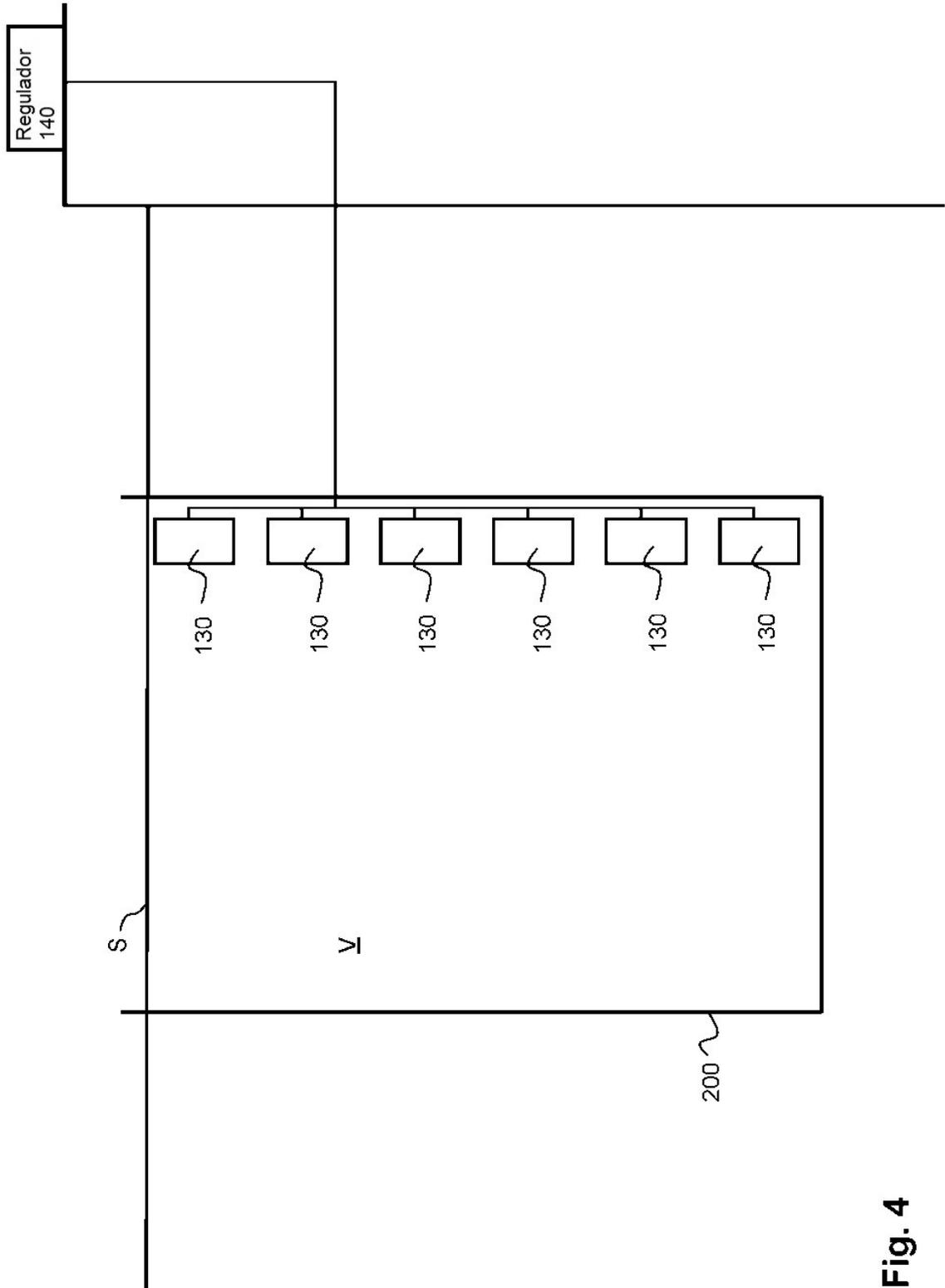


Fig. 4

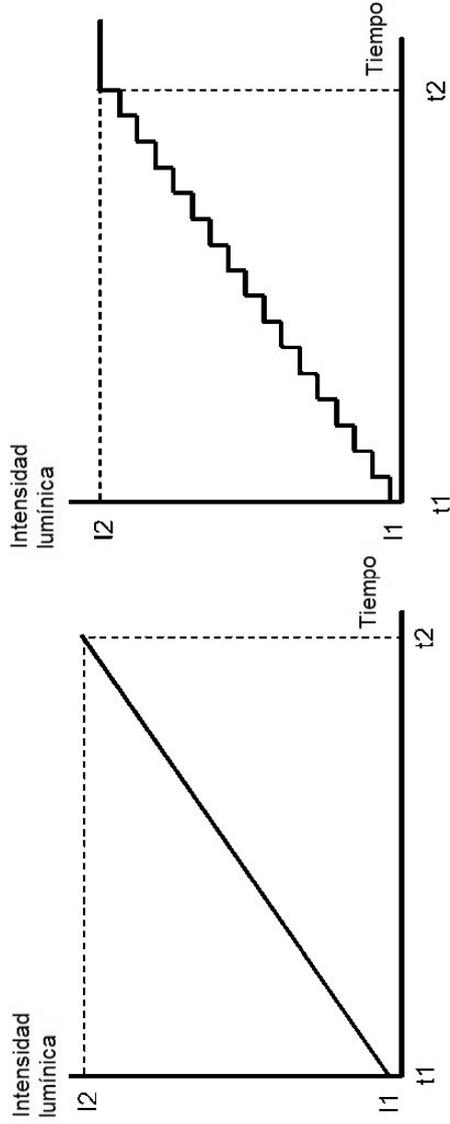


Fig. 5A

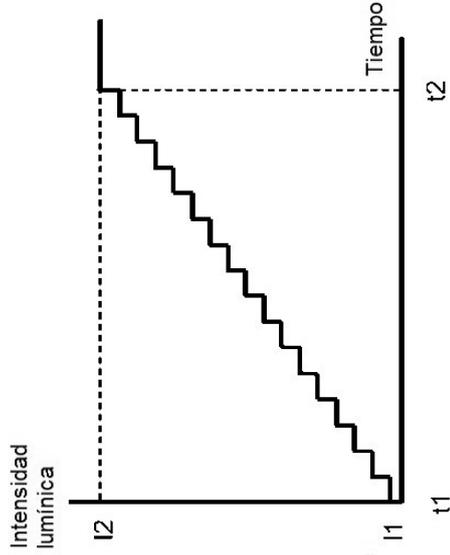


Fig. 5B

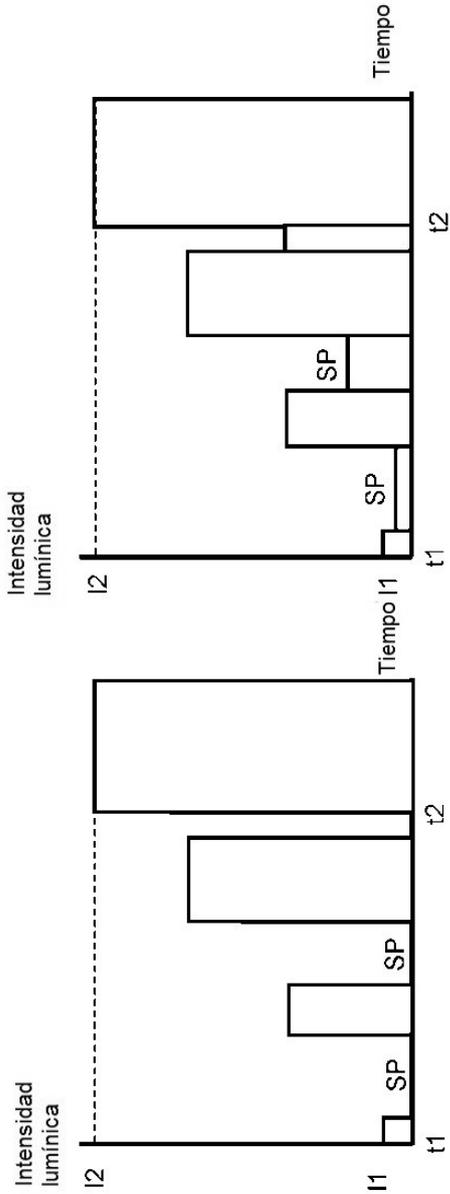


Fig. 5C

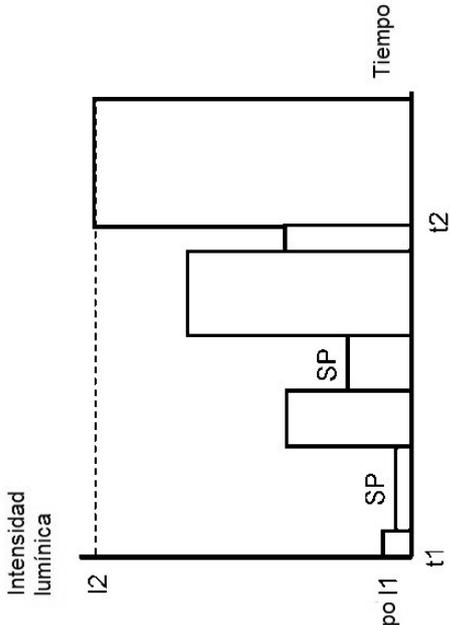


Fig. 5D

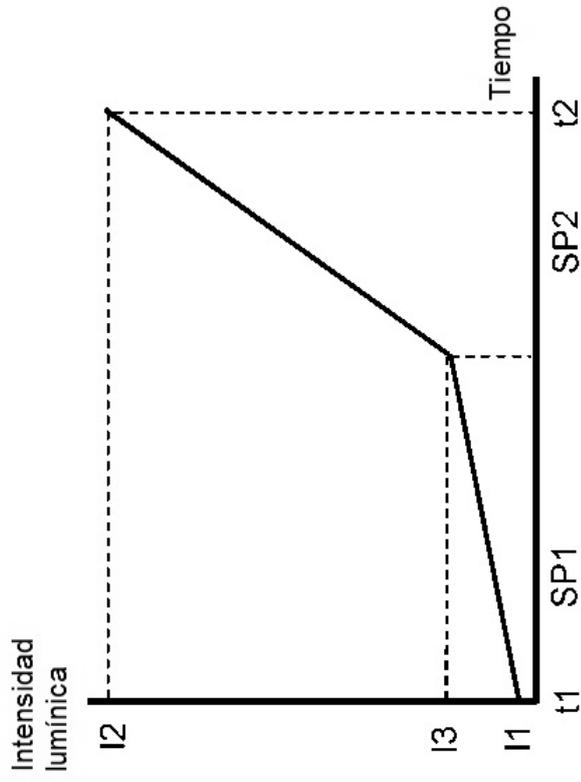


Fig. 5E