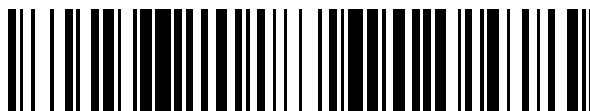


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 809 681**

51 Int. Cl.:

A01M 1/22 (2006.01)

A01M 1/06 (2006.01)

A01M 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.03.2017 PCT/ES2017/070134**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.09.2017 WO17158216**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.03.2017 E 17713334 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2020 EP 3430900**

54 Título: **Dispositivo y método de eliminación selectiva de pupas**

30 Prioridad:

14.03.2016 ES 201630293

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

05.03.2021

73 Titular/es:

**EMPRESA DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA,
S.A. (100.0%)
C/ Maldonado 58
28006 Madrid, ES**

72 Inventor/es:

**SALVADOR HERRANZ, GUSTAVO MANUEL;
TUR LAHIGUERAM, CARLES;
PLÁ MORA, IGNACIO y
DESCALZO DESCALZO, JOSÉ FÉLIX**

74 Agente/Representante:

FERNÁNDEZ-VEGA FEIJOO, María Covadonga

ES 2 809 681 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

Dispositivo y método de eliminación selectiva de pupas

5 **Sector de la técnica**

La presente invención se refiere a un dispositivo y un método de eliminación selectiva de pupas de mosquito o similar, que realiza la selección de las pupas por sexo e inutiliza o mata las indeseadas. Se puede aplicar en pupas que críen en medio acuático y que presenten un dimorfismo sexual.

10 Es de aplicación en el campo del control de plagas y en el cuidado y criado de insectos, por ejemplo para laboratorios.

Estado de la técnica

15 Para tratamientos de plagas u otros problemas relacionados con insectos, una posibilidad de actuar sin insecticidas y sin efectos sobre el resto de la fauna es esterilizar los individuos de un sexo y soltarlos en la naturaleza para que generen huevos no viables, disminuyendo la capacidad reproductora de la especie.

20 En este caso, esto implica seleccionar los machos, esterilizarlos y liberarlos al medio para que compitan por las hembras con los machos silvestres. Para ello, hay que proceder a la selección de éstos aprovechando cualquier propiedad que les permita distinguirse de las hembras.

25 Se conoce de la publicación "*An improved separator for the developmental stages, sexes, and species of mosquitoes*" (Journal of Medical Entomology; Vol. 17, nº 6; páginas 567-568; 30 diciembre 1980) un método mecánico para la selección de pupas con dimorfismo sexual, que consta de una rendija de paso regulable por la cual se pueden introducir las pupas más pequeñas y que retiene las más grandes. Esta solución permite realizar la separación, pero requiere mucha mano de obra y además tras la separación de individuos por sexo se puede obtener una cantidad considerable de individuos no deseados.

30 **Breve explicación de la invención**

La invención consiste en un dispositivo y un método de eliminación selectiva de pupas según las reivindicaciones.

35 El sistema desarrollado permite realizar el sexado o selección por sexos de mosquitos y otros insectos atendiendo al dimorfismo sexual presente entre machos y hembras cuando se encuentran en estado de pupa. En este estado, los machos presentan un tamaño significativamente inferior al de las hembras.

40 Mediante la utilización de cámaras de alta resolución y técnicas de visión artificial, el sistema es capaz de identificar a los individuos por separado, obteniendo su tamaño que se mide en píxeles al cuadrado. Esta característica permite establecer un umbral de tamaños que diferencia a machos y hembras con una cierta precisión.

45 Una vez conocido el umbral, se puede actuar (eliminar del flujo) tanto sobre los individuos que lo superen como los de tamaño inferior. Por ejemplo, dañándolos mediante un láser de alta precisión y frecuencia que directamente los mata o impide su evolución.

El dispositivo de eliminación selectiva de pupas acuáticas de insectos que presentan dimorfismo sexual de la invención comprende:

50 Un alimentador de pupas en medio acuático sobre un sistema de transporte. Este sistema de transporte está formado por una malla móvil a velocidad constante y uniforme, y una base. La malla permite el escape del agua, por lo que las pupas quedan inmovilizadas sobre ésta en posición horizontal. De esta forma son más sencillos tanto su reconocimiento como su medición mediante visión artificial.

55 Un sistema de iluminación, preferentemente a contraluz y mediante LED de corriente continua.

Una o más cámaras conectadas a un sistema de visión artificial que localiza y mide el tamaño de las pupas. Con las medidas de cada lote se definirá un umbral de tamaños o valor de referencia que delimita las hembras de los machos.

60 Uno o más eliminadores de pupas del flujo, que generalmente corresponderán a láseres direccionables, preferentemente mediante sendos galvanómetros de redireccionamiento. Al estar las pupas dispuestas en seco sobre la malla, no hay pérdidas de potencia y es más sencillo realizar el apunte antes del disparo. Otros métodos de eliminación del flujo (con o sin daños para la pupa) mecánicos, serían aspiración o soplado hacia un recipiente de rechazo, aplastamiento, corte, ultrasonidos, etc. El láser y la aspiración son los métodos preferidos, por su precisión, en caso de eliminación con daños o sin ellos.

Un sistema de control que selecciona las pupas de tamaño superior o inferior al umbral para ser eliminadas.

Un sistema de retirada de las pupas del sistema de transporte.

Las cámaras pueden dividirse en dos grupos: una cámara de muestreo en una zona de muestreo previa a una cámara de posicionamiento cuyo campo de visión coincide con la zona de efectividad de los eliminadores, por ejemplo de disparo del láser.

El sistema de transporte puede ser giratorio o por banda continua.

Por su parte, el método de la invención comprende las etapas de:

a) Alimentar las pupas en medio acuático a un sistema de transporte con una malla móvil.

b) Tomar una imagen del conjunto de pupas mediante al menos una cámara.

c) Realizar una clasificación del tamaño de las pupas mediante visión artificial y definir un umbral de separación entre machos y hembras. En la mayoría de especies, las hembras serán las de mayor tamaño. El umbral se podrá definir dinámicamente, de forma que varíe continuamente según el tamaño efectivo de las pupas introducidas.

d) Eliminar (dañar o retirar del flujo), por ejemplo mediante un láser o una serie de boquillas de aspiración, las pupas seleccionadas por encima o debajo del umbral.

e) Retirar las pupas del sistema de transporte.

Se puede incluir una identificación de los grupos de pupas para su división por un algoritmo watershed al clasificar las pupas por tamaños.

Igualmente, el método puede comprender un segundo escaneado de las pupas mediante una cámara de posicionamiento previo a la eliminación. Este segundo escaneado confirma la posición y el tamaño de cada pupa.

Preferentemente, el método incluirá un proceso de calibración previo a su funcionamiento, y realizable cada vez que se considere necesario. Este proceso parte de la incorporación de un elemento blanco marcadable por el eliminador, la realización de tres o más marcas en el elemento blanco con el sistema de transporte en estático o detenido, y la detección de las marcas mediante una cámara y el sistema de visión artificial. De esta forma se podrá revisar el cambio de coordenadas o matriz de homografía entre los dos sistemas.

Cuando el sistema de transporte es giratorio la calibración puede comprender además calcular las coordenadas de su centro de rotación respecto al eliminador. Para ello se realiza una segunda etapa de incorporación de un segundo elemento blanco, la realización de tres o más marcas mediante el eliminador con el sistema de transporte activado (sobre lo que corresponde a las mismas coordenadas para el eliminador) y la detección de las marcas mediante una cámara y el sistema de visión artificial. Estos tres o más puntos definirán una circunferencia, cuyo centro de rotación es el deseado.

Descripción de los dibujos

Para una mejor comprensión de la invención, se incluyen las siguientes figuras.

Figura 1: representación esquemática de un ejemplo de realización.

Figura 2: histograma del tamaño de las pupas en un ejemplo de aplicación para mosquitos.

Modos de realización de la invención

A continuación se pasa a describir de manera breve un modo de realización de la invención, como ejemplo ilustrativo y no limitativo de ésta.

La invención comprende un dispositivo con un alimentador (1) de pupas (2) en su medio acuático natural, que son aportadas a un sistema de transporte (3), como puede ser una mesa giratoria, una banda transportadora, etc. siempre que cumplan los requisitos que se indicarán a continuación. El sistema de transporte (3) se moverá preferentemente a una velocidad (angular o lineal) constante y uniforme, lo cual permite calcular la trayectoria de cada pupa (2). La velocidad estará controlada por el sistema de control (4), formado por una unidad lógica programable, un ordenador,... o cualquier sistema adecuado y se sincronizará con el resto del dispositivo. Preferiblemente el avance del sistema de transporte (3) será controlado por servomotores y servocontroladores.

El sistema de transporte (3) comportará una malla (5) metálica de alta densidad sobre una base (6) translúcida, por ejemplo de metacrilato. La base (6) puede ser móvil o fija. Tanto la malla (5) como la base (6) permiten el paso de la luz, para no interferir con el proceso de reconocimiento mediante visión artificial de las pupas (2). La malla (5) además ofrece la resistencia necesaria para soportar los disparos de un láser (7), que es el eliminador preferido, sin dañarse. Además, la malla (5) permite retirar el agua de la alimentación, dejando las pupas (2) en seco sobre el sistema de transporte (3). En el caso de pupas (2) de mosquitos, un ejemplo de malla (5) es con hilo de 0,06 mm de acero inoxidable y una luz de 0,110 mm.

Por debajo de la base (6) se dispone un sistema de iluminación (8), que puede ser LED. La luz atraviesa la base (6) y la malla (5), siendo tamizada por ambas, atraviesa las pupas (2) y llega a una o más cámaras (9, 9') situadas por encima del sistema de transporte (3). De esta forma las cámaras (9, 9') obtienen una imagen a gran resolución, a contraluz, de la malla (5) y las pupas (2), y se facilita el procesado y reconocimiento de imagen. Es posible, pero menos preferido, utilizar otra disposición de iluminación y captación de imágenes, pero complica el reconocimiento. En estos casos, la base (6) puede no ser translúcida.

El sistema de iluminación (8) se prefiere LED y de corriente continua de alta potencia (50 W) para evitar o disminuir oscilaciones en la intensidad de la luz que dificulten la captación por las cámaras (9) y sobre todo el procesado software. En cambio, una alimentación de corriente alterna podría tener oscilaciones a la frecuencia de la red que generen incertidumbre en el reconocimiento.

El sistema de control (4) reconoce las pupas (2), aprovechando su diferencia de tamaño, para señalar cuáles deben ser eliminadas, generalmente por ser disparadas por el láser (7), que tendrá preferentemente un galvanómetro (10) de redireccionamiento por ser el método más rápido y eficaz. La forma de realizar la selección se describirá más adelante. Una vez sometidas a la acción del láser (7) son retiradas del sistema de transporte (3) mediante impulsos de agua, aire u otro fluido, para su retorno al medio acuático de partida o a un recipiente adecuado.

Las cámaras (9, 9') se podrán dividir por su función en una cámara de muestreo (9) y una cámara de posicionamiento (9'). Las imágenes de la cámara de muestreo (9) se utilizan para realizar la medición del tamaño de las pupas (2) para calcular la distribución de tamaños, en una zona de muestreo (ZM), y la cámara de posicionamiento (9') se utiliza para calcular la posición de los centroides, en especial de las señaladas para eliminación en la zona de disparo (ZD) donde actuará el eliminador. Sin embargo, ambas funciones pueden ser realizadas por una única cámara (9, 9'), ya sea solapando ambas zonas (ZM, ZD) o calculando la posición dentro de la zona de disparo (ZD) a partir de la información obtenida en la zona de muestreo (ZM).

Cada elemento del dispositivo posee sus propios equipamientos: alimentación, etc. Igualmente, tanto el eliminador (aspirador, láser (7) y galvanómetro (10)) o cada cámara (9, 9') pueden corresponder en realidad a más de un elemento.

Funcionamiento del equipo

El método de operación del dispositivo se describirá para un sistema de transporte (3) correspondiente a una mesa giratoria. Sin embargo, cualquier experto en la materia sabría adaptar este método a un sistema de transporte (3) alternativo.

Con la mesa giratoria (base (6) y malla (5)) rotando a una velocidad angular constante y totalmente regulada, el alimentador (1) va dejando caer pupas (2) sobre la malla (5) de forma homogénea, evitando en lo posible la formación de grupos de pupas (2). Un grupo de pupas (2) puede igualmente ser reconocido mediante la visión artificial, pero con más errores por lo que es preferido evitarlos. Por ejemplo, la salida del alimentador (1) puede estar formada por varias boquillas de tamaño reducido, de forma que el flujo de salida se reparte por toda la superficie útil. Al combinarse con el movimiento del sistema de transporte (3), no se producen agrupamientos.

En caso de haber dos cámaras (9, 9') en dos posiciones diferentes, las pupas (2) sobre la malla (5) pasan primero bajo la cámara de muestreo (9) que las segmenta y parametriza por primera vez (zona de muestreo ZM). Más adelante, las pupas (2) entran en la zona de disparo (ZD) del eliminador (generalmente el láser (7)). Si se desea conocer ya la posición de cada pupa, como la distancia entre ambas zonas (ZM, ZD) es conocida y la velocidad también, el sistema de control (4) conoce la posición de cada pupa (2) localizada en la zona de muestreo (ZM) al realizar la eliminación, con error reducido. Esta distancia o desfase temporal sirve de búfer para conseguir la necesaria significancia estadística y permitir realizar la eliminación por sexos en la zona de disparo (ZD).

La determinación del umbral se realiza de forma automática a partir de esta información previa, que permite identificar con significancia estadística a dos grupos de poblaciones diferenciadas y que se corresponden respectivamente con machos y hembras. La clasificación de los individuos de las muestras se puede realizar mediante técnicas de clustering y por ejemplo utilizando el algoritmo de las k-medias o similares.

En caso de usar un láser (7), para evitar cualquier error de posición, se dispondrá una cámara de posicionamiento (9') junto al láser (7) que visualice la zona de disparo (ZD), que es la misma zona que cubre el galvanómetro (10). El

objeto de esta cámara de posicionamiento (9') es volver a computar el tamaño de cada individuo para cotejarlo con el umbral previamente calculado en el proceso anterior y determinar por lo tanto si se trata de un macho o de una hembra, y averiguar las coordenadas. Sin embargo, esta información puede haber sido conservada desde la zona de muestreo (ZM).

A través de la cámara de posicionamiento (9') se puede averiguar mediante análisis de imagen el centroide de cada pupa (2), y determinar las coordenadas con respecto al sistema de coordenadas utilizado por el galvanómetro (10). Con esta información se determinan las secuencias de disparo instantáneas que debe ejecutar el láser (7), enviando la información necesaria al módulo de control de posición del galvanómetro (10) y activando el disparo.

En caso de disponer tan solo de una cámara (9, 9'), y previamente al inicio de disparos con el láser (7), se realizará una vuelta a partir de la cual se construirá el histograma con la clasificación y distribución por tamaños de los individuos. A partir de esa información se calculará el umbral de tamaños para la distinción entre machos y hembras. Esa vuelta podrá realizarse igualmente en un proceso de calibración, como el que se mencionará más adelante. Si el sistema de transporte (3) es circular, esto implica dar una vuelta sin extraer las pupas (2). En caso de sistemas de transporte (3) lineales, puede requerir reintroducir las pupas (2) descargadas otra vez en el alimentador (1).

Si sólo se dispone de una cámara (9, 9'), la zona de disparo (ZD) y la zona de muestreo (ZM) preferentemente se solaparán, lo que facilita la calibración que se describirá más adelante. En ese caso, el reconocimiento de objetos para revisar el umbral se centrará en la entrada a la zona de muestreo (ZD) y la salida de la zona de muestreo (ZM) podrá aprovecharse para comprobar la posición y clasificación. Igualmente, se podrá obviar esta comprobación y basar las coordenadas para la eliminación en la corrección de coordenadas en un desplazamiento constante, preciso y conocido del sistema de transporte (3) y un reloj interno al sistema de control (4).

El sistema de visión artificial y reconocimiento de las pupas (2) está basado en cámaras (9, 9') de alta resolución (unos 10 Mpx) y alta velocidad de transferencia, con interfaz de salida Gigabit, USB3 o similar. Este tipo de cámaras (9, 9') ofrece la velocidad de captura y precisión necesaria en la imagen para realizar la segmentación de los individuos. Sin embargo, requiere un sistema de retroiluminación. Unas cámaras (9, 9') de otras prestaciones pueden introducir más errores u obligar a un desplazamiento más lento del sistema de transporte (3).

Con esta iluminación y este tipo de cámaras (9, 9') se puede captar una imagen con un tiempo de exposición cercano a 2 ms. Estos tiempos extremadamente cortos de exposición permiten eliminar las deformaciones en la imagen debidas al movimiento del sistema de transporte (3), dando lugar a tomas muy nítidas y de alta resolución convenientes para una correcta identificación por tamaños. Al mismo tiempo permite alcanzar grandes tasas de captura de imagen que a su vez permiten alcanzar las productividades industriales de identificación de machos/hembras requerida por el proceso.

El sistema de visión artificial es capaz de segmentar los distintos individuos, aislándolos del fondo y determinar las áreas de cada uno de ellos, medidas en número de píxeles al cuadrado. Además de detectar el área, el software también identifica la posición del centroide de cada pupa (2), que posteriormente se utilizará para guiar al galvanómetro (10) y realizar el disparo en el caso de haber sido clasificada como del género sexual objetivo, por ejemplo hembra.

Ocasionalmente se forman grupos de pupas (2) que se pegan o juntan entre ellas formando islas. En estos casos no es posible segmentar cada individuo de forma directa y se tiene que recurrir a otras formas, como al uso del algoritmo "watershed" que permite identificar a los individuos de un grupo. Este algoritmo es más costoso a nivel computacional, sin embargo este problema se ha sorteado aplicándolo únicamente a las regiones de la imagen que contienen los grupos, es decir, los cuerpos que el dispositivo reconoce como demasiado grandes para corresponder a una única pupa (2). De este modo se consigue en global una buena tasa de segmentaciones de imagen por unidad de tiempo.

Una vez segmentados los individuos de una captura de imagen o frame de la cámara de muestreo (9) y calculadas sus áreas, estos pasan a formar parte de un conjunto de datos dinámico (en forma de cola FIFO) empleado para realizar la clasificación por sexos.

Para ello, este conjunto de datos se somete una técnica de clustering basada en el algoritmo de las k-medias u otro similar. Este algoritmo es capaz de reconocer y clasificar automáticamente las dos poblaciones de entre el conjunto de datos y establecer un umbral por tamaño de área, de modo que todos los individuos inferiores al umbral se consideran machos y el resto hembras. Dado que siempre existe un cierto grado de solapamiento entre las colas de las campanas asociadas a cada grupo de población, el software permite establecer un cierto margen de confianza, el cual es parametrizable.

Con esta información, el software genera una base de datos dinámica de individuos en forma de cola FIFO (First Input First Output) que recoge un número determinado de las últimas muestras adquiridas, el cual es parametrizable. En los ensayos se consideran del orden de 500 muestras. En definitiva se trata de una ventana de muestreo.

Con esta información el dispositivo “aprende” y determina un valor de referencia o umbral de tamaño (por ejemplo en píxeles al cuadrado, pues no requiere conversión a unidades reales) que discrimina machos y hembras. Preferiblemente, el umbral es dinámico y se actualiza continuamente dando lugar a un sistema autoadaptativo. Así es independiente de los diferentes tamaños relativos que pueden presentar los distintos lotes de pupas (2) y que dependen de factores externos como es la cantidad de alimento obtenido en estado larvario.

Es posible realizar una comprobación del funcionamiento, imprimiendo sobre la imagen de muestra un histograma en el que aparezcan representadas las dos poblaciones y el punto establecido de umbral, teniendo en cuenta el margen de confianza establecido. En la figura 2 se muestra un ejemplo; las líneas continuas corresponden a los considerados machos y las líneas discontinuas a las consideradas hembras, en este caso con un margen del 80% (es decir, el 20% de las pupas (2) que serían consideradas machos se seleccionan como hembras). En este ejemplo el número de machos es significativamente mayor al de hembras.

Una vez establecido el umbral, la cámara de posicionamiento (9'), adyacente al galvanómetro (10), vuelve a escanear las pupas (2), averiguando nuevamente áreas y posiciones de sus centroides. Todas las coordenadas de pupas (2) clasificadas como hembras (por encima del umbral) se añaden a una lista que representa la secuencia de disparo, y esta información es enviada al módulo encargado de controlar la posición del galvanómetro (10).

Calibración del equipo

Antes de poder ejecutar los disparos, es necesario establecer la relación entre los sistemas coordinados de la cámara de posicionamiento (9') y del galvanómetro (10), mediante un proceso de calibración.

Este proceso de calibración puede resultar extraordinariamente complejo dado el número de variables que intervienen en la correcta alineación de los componentes que forman parte del sistema: eliminador (aspirador, láser (7) y galvanómetro (10)), cámaras (9, 9') y sistema de transporte (3), por ejemplo como disco giratorio. Sin embargo, la invención comprende un modo de automatizar la calibración del sistema convirtiéndola en una tarea muy sencilla y que logra la máxima precisión.

El método de calibración preferido parte de ajustar lo mejor que se pueda, pero aproximadamente, los componentes (en la instalación del sistema por primera vez). A continuación, el proceso de calibración totalmente automatizado consta de dos etapas:

- Cálculo de la matriz de homografía: Esta matriz establece la relación entre el plano de la cámara de posicionamiento (9') y el plano de proyección del galvanómetro (10). Para el proceso, se coloca un elemento blanco, marcapunto por el eliminador, sobre la superficie del sistema de transporte (3) en estático y tras iniciar el proceso, el eliminador actúa tres o más veces (por ejemplo 4) sobre el elemento blanco, dando lugar a otras tantas pequeñas marcas. A continuación la cámara de posicionamiento (9') detecta la posición de estas marcas y realiza el cálculo de la matriz de homografía que relaciona los dos sistemas. Un ejemplo de elemento blanco para un eliminador mediante láser (7) sería una hoja de papel. Para un eliminador en forma de aspirador, sería un polvo de contraste respecto de la base (6), cuya diferencia de color con la base (6) (visible allí donde se ha realizado la marca aspirando el polvo de contraste) sea apreciable por la cámara (9, 9').

- Cálculo de las coordenadas del centro de rotación de la malla (5) en sistemas de transporte (3) giratorios, con respecto al sistema de coordenadas del galvanómetro (10). Este paso es necesario porque el software debe compensar las respectivas posiciones de las pupas (2) debido a los espacios de tiempo que transcurren desde que son escaneadas hasta que son identificadas, calculadas sus posiciones y ejecutados los disparos. Para averiguar el centro de rotación, nuevamente es necesario colocar un elemento blanco sobre la malla (5). En este caso el sistema realizará tres o más actuaciones consecutivas del eliminador, al mismo tiempo que la malla (5) va girando de forma controlada. Los puntos generados son reconocidos por la cámara de posicionamiento (9') y a partir de ellos se averigua el centro de rotación con respecto al sistema de coordenadas del galvanómetro (10). Esta etapa no es necesaria en caso de sistemas de transporte (3) lineales.

Tras estos dos procesos, que habitualmente no llevan más de dos o tres minutos, el sistema queda totalmente calibrado y los parámetros almacenados en un fichero de configuración. El sistema no deberá volver a ser calibrado a menos que se modifique la orientación o posición de alguno de los elementos que lo integran.

Con el sistema debidamente calibrado, el software envía al módulo de control del galvanómetro (10) la secuencia de coordenadas correspondientes a los centroides de las pupas (2) clasificadas para eliminar (normalmente las hembras), y la electrónica se encarga de guiar al galvanómetro (10) y activar el láser (7) de forma autónoma.

Un ejemplo preferido de láser (7) sería un generador láser de CO₂ de 40 W, que trabaja en una longitud de onda que es bien absorbida por materia orgánica. Con esta potencia se ha comprobado que son suficientes pulsos de 8 ms para eliminar una pupa (2), con un tiempo de establecimiento inicial de otros 8 ms para el inicio de la secuencia. Estos tiempos podrían reducirse empleando módulos láser de mayor potencia. Al utilizarse un láser (7) de CO₂, el galvanómetro (10) requiere una lente de tipo F-Theta compatible con este láser (7). Estas lentes presentan la

característica de hacer converger el haz láser sobre un mismo plano, independientemente de la configuración de los ángulos de los espejos que constituyen el galvanómetro (10).

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de eliminación selectiva de pupas acuáticas de insectos que presentan dimorfismo sexual
5 caracterizado por que comprende:

un alimentador (1) de pupas (2) en medio acuático sobre un;

sistema de transporte (3) formado por una malla (5) móvil a velocidad constante y uniforme, y una base (6);
10 un sistema de iluminación (8);

una o más cámaras (9, 9') conectadas a un sistema de visión artificial que localiza y mide el tamaño de las pupas (2);
15 un eliminador de pupas (2) del flujo direccionable;

un sistema de control (4) que selecciona las pupas (2) de tamaño superior o inferior a un umbral para ser eliminadas;
20 y un sistema de retirada de las pupas (2) del sistema de transporte (3).
2. Dispositivo, según la reivindicación 1, donde el eliminador es un láser (7).
3. Dispositivo, según la reivindicación 2, donde el láser (7) posee un galvanómetro (10) de redireccionamiento.
- 25 4. Dispositivo, según la reivindicación 1, que posee una cámara de muestreo (9) en una zona de muestreo previa a una cámara de posicionamiento (9') cuyo campo de visión coincide con la zona de disparo del láser (7).
- 30 5. Dispositivo, según la reivindicación 1, donde el sistema de iluminación (8) es a contraluz, preferentemente por LED de corriente continua.
6. Dispositivo, según la reivindicación 1, donde el sistema de transporte (3) es giratorio.
- 35 7. Dispositivo, según la reivindicación 2, donde el láser (7) es de CO₂.
8. Dispositivo, según la reivindicación 1, donde el eliminador es uno o más aspiradores.
9. Método de eliminación selectiva de pupas acuáticas de insectos que presentan dimorfismo sexual,
40 mediante el dispositivo de la reivindicación 1, caracterizado por que comprende las etapas de:

a) alimentar las pupas (2) en medio acuático a un sistema de transporte (3) con una malla (5) móvil;
45 b) tomar una imagen del conjunto de pupas mediante al menos una cámara (9, 9');

c) realizar una clasificación del tamaño de las pupas (2) mediante visión artificial y definir un umbral de separación entre machos y hembras;
50 d) eliminar del flujo las pupas (2) seleccionadas por encima o debajo del umbral mediante un eliminador;

e) retirar las pupas (2) del sistema de transporte (3).
10. Método, según la reivindicación 9, donde el umbral se calcula dinámicamente.
- 55 11. Método, según la reivindicación 9, donde la clasificación por tamaño de las pupas (2) comprende la identificación de los grupos y su división por un algoritmo watershed.
12. Método, según la reivindicación 9, que comprende un segundo escaneado de las pupas (2) mediante una
60 cámara de posicionamiento (9') previo a la eliminación.
13. Método, según la reivindicación 9, que comprende un proceso de calibración previo mediante la
65 incorporación de un elemento blanco marcapunto por el eliminador, la realización de tres o más marcas en el elemento blanco mediante el eliminador con el sistema de transporte (3) detenido, y la detección de las marcas mediante una cámara (9, 9') y el sistema de visión artificial.
14. Método, según la reivindicación 13, donde el sistema de transporte (3) es giratorio y la calibración

comprende además calcular las coordenadas de su centro de rotación respecto del eliminador mediante una segunda etapa de incorporación de un segundo elemento blanco, la realización de tres o más marcas mediante el eliminador con el sistema de transporte (3) activado y la detección de las marcas mediante una cámara (9, 9') y el sistema de visión artificial.

5

15. Método, según la reivindicación 9, donde el eliminador es un láser (7).

