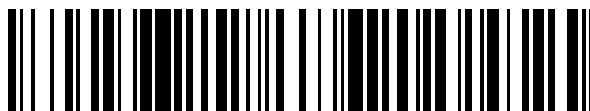


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 763 412**

51 Int. Cl.:

A01M 1/22 (2006.01)

A01M 31/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.11.2011 PCT/JP2011/006271**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.05.2013 WO13069059**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.11.2011 E 11794247 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2019 EP 2775827**

54 Título: **Sistema de control de plagas, método de control de plagas y programa de control de plagas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.05.2020

73 Titular/es:
FEUGIER, FRANCOIS GABRIEL (100.0%)
3, rue Rosset
69004 Lyon, FR

72 Inventor/es:
FEUGIER, FRANCOIS GABRIEL

74 Agente/Representante:
PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 763 412 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 control de plagas, método de control de plagas y programa de control de plagas

Campo técnico

5 La presente invención hace referencia a un sistema de control de plagas, un método de control de plagas y un programa de control de plagas para controlar plagas en una granja, tal como un invernadero o una granja vertical.

Antecedentes de la técnica

10 Convencionalmente, se proponen algunas tecnologías para el control de plagas. Por ejemplo, la Patente de Japón abierta a inspección pública Nº 2011-92023 divulga un aparato para el control de plagas de insectos que está equipado con una fuente de luz para la irradiación con una luz de al menos una parte de longitudes de onda de aproximadamente 470-580 nm, y un dispositivo de control controla la salida de luz irradiada desde la fuente de luz, en base al grado de infestación de plagas de insectos o al grado de actividad de plagas de insectos (Bibliografía de patentes 1). Otras técnicas se conocen a partir del documento US6653971.

Lista de citas

Bibliografía de patentes

15 BP 1: Patente de Japón abierta a inspección pública Nº 2011-92023.

Resumen de la invención

Problema Técnico

20 Sin embargo, en la invención descrita en la bibliografía de patentes 1, el aparato de control de plagas de insectos irradia toda el área del campo agrícola con la luz de la fuente de luz fija en cualquier momento. Por lo tanto, un problema de la anterior Bibliografía de patentes 1 es que no solamente la plaga de insectos, sino también organismos que resultan de utilidad podrían resultar eliminados de forma involuntaria, podría generarse un efecto negativo en el crecimiento de cultivos, y el coste de la luz es muy caro.

25 Además, en la invención descrita en la Bibliografía de Patentes 1, el aparato de control de plagas de insectos irradia con una luz a una longitud de onda predeterminada independientemente de la especie de la plaga de insectos. Por lo tanto, en caso de que exista una amplia variedad de la plaga de insectos, el efecto de control es débil debido a que es incapaz de irradiar con una luz a una longitud de onda adecuada para controlar cada plaga de insectos.

30 La presente invención ha sido realizada para resolver dichos problemas, y es un objeto de la presente invención proporcionar un sistema de control de plagas, un método de control de plagas y un programa de control de plagas que pueda destruir plagas de la agricultura sin efectos nocivos a otros organismos de utilidad, a cultivos y a seres humanos, ya que no se utilizan pesticidas.

Solución al problema

35 Un sistema de control de plagas de acuerdo con la presente invención comprende; un emisor de haz de detección para emitir un haz de detección para detectar dichas plagas; un receptor de señal reflejada para recibir una señal reflejada, reflejada desde un objeto irradiado con dicho haz de detección; un medio de detección de plagas para detectar dichas plagas, comparando los datos reflejados obtenidos de dicha señal reflejada con unos datos de firma que tienen una firma de plagas diana almacenada en un medio de almacenamiento de datos de firmas; un medio de focalización para dirigir un haz de destrucción a dichas plagas para destruir dichas plagas tras detectar dichas plagas; y un emisor de haz de destrucción para emitir dicho haz de destrucción hacia dichas plagas tras detectar dichas plagas.

40 Además, en la presente invención, el sistema puede comprender un espejo poliédrico giratorio que está dispuesto en una pluralidad de espejos en forma de un poliedro en lugar de dicho medio de focalización; en donde dicho espejo poliédrico giratorio se hace girar, dicho emisor de haz de detección emite dicho haz de detección hacia dicho espejo poliédrico, realizando un barrido de ese modo de un área deseada mediante dicho haz de detección reflejado a través de uno de dichos espejos, dicho receptor de la señal reflejada recibe dicha señal reflejada de dicha área a través de dicho espejo, y dicho emisor de haz de destrucción irradia dichas plagas con dicho haz de destrucción reflejado a través de dicho espejo tras detectar dichas plagas.

45

Además, en la presente invención, el sistema puede comprender adicionalmente, un medio de almacenamiento de señal reflejada para almacenar dicha señal reflejada en el mismo; un medio de realización de datos estadísticos de control de plagas para realizar datos estadísticos de control de plagas utilizando unos datos de utilidad para un control de plagas, de dicha señal reflejada almacenada en dicho medio de almacenamiento de señal reflejada; y un medio de predicción para predecir la dinámica de dichas plagas en base a dichos datos estadísticos de control de plagas.

Además, en la presente invención, el sistema puede comprender adicionalmente, un medio de selección de longitud de onda para seleccionar longitudes de onda de dicho haz de destrucción en base a dichos datos de firma de dichas plagas detectadas por dicho medio de detección de plagas.

Además, en la presente invención, en donde además de dichos datos de firma de plagas diana, dichos datos de firma incluyen uno o más datos de firma de organismos de utilidad, cultivos, plagas dañadas por dicho haz de destrucción, y síntomas de infestación.

Un método de control de plagas de acuerdo con la presente invención comprende los pasos de: un paso de emisión de un haz de detección para emitir un haz de detección para detectar dichas plagas; una etapa de recepción de una señal reflejada para recibir una señal reflejada de un objeto irradiado con dicho haz de detección; una etapa de detección de plagas para detectar dichas plagas comparando unos datos obtenidos de dicha señal reflejada con unos datos de firma que tienen una firma de plagas diana; una etapa de focalización para dirigir un haz de destrucción a dichas plagas para destruir dichas plagas tras detectar dichas plagas; y una etapa de emisión de un haz de destrucción para emitir dicho haz de destrucción a dichas plagas tras detectar dichas plagas.

Un programa de control de plagas de acuerdo con la presente invención que hace que un ordenador ejecute el método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10.

Efectos ventajosos de la invención

De acuerdo con la presente invención, las plagas pueden ser eliminadas de la agricultura sin ningún efecto nocivo para otros organismos, cultivos y seres humanos ya que no se utilizan pesticidas.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es una vista general que muestra una primera realización de un sistema de control de plagas de acuerdo con la presente invención.

La Fig. 2 es un diagrama de bloques que muestra el sistema de control de plagas de esta realización.

La Fig. 3 es un diagrama que muestra el comportamiento de un dispositivo de vigilancia de esta realización.

La Fig. 4 es un diagrama de flujo que muestra una primera realización de un método de control de plagas de acuerdo con la presente invención.

La Fig. 5 es un diagrama de flujo que muestra un método de control de plagas de esta realización.

La Fig. 6 es un diagrama de bloques que muestra una segunda realización de un sistema de control de plagas de acuerdo con la presente invención.

La Fig. 7 es un diagrama que muestra un sistema de control de plagas de una segunda realización de acuerdo con la presente invención.

La Fig. 8 es un diagrama que muestra otro ejemplo del sistema de control de plagas de acuerdo con una segunda realización.

La Fig. 9 es un diagrama que muestra otro ejemplo del sistema de control de plagas de acuerdo con una segunda realización.

La Fig. 10 es un diagrama que muestra otro ejemplo del sistema de control de plagas de acuerdo con una segunda realización.

Descripción de realizaciones

Se describirá una primera realización de un sistema de control de plagas, un método de control de plagas y un programa de control de plagas de acuerdo con la presente invención en referencia a los dibujos.

En la presente invención, "plaga" tiene un significado conceptual que incluye todos los organismos nocivos para cultivos o plantas tales como insectos, invertebrados (artrópodos, moluscos, etc.), hongos, bacterias, malas hierbas, etc.

Tal como se muestra en las Figuras 1 y 2, el sistema 1A de control de plagas de acuerdo con la invención comprende principalmente un dispositivo 2 de vigilancia para vigilar áreas donde se van a controlar las plagas, y un dispositivo 3 de control para controlar el dispositivo 2 de vigilancia. Cada dispositivo de esta realización se describirá en más detalle.

El dispositivo 2 de vigilancia está diseñado para vigilar áreas donde se van a controlar las plagas. De acuerdo con la invención, tal como se muestra en la Figura 1, bajo la suposición de que la cantidad de plantas es grande, el dispositivo 2 de vigilancia se monta en un robot auto-propulsado que se desplaza en los surcos, sobre raíles en el suelo o acoplado al techo de un invernadero, etc. La complejidad del robot depende de las limitaciones de observación y destrucción, la geometría del terreno y la distribución de las plantas. Básicamente, el robot ha de ser capaz de desplazarse mientras que porta el material necesario para su tarea. Su forma debe permitirle desplazarse fácilmente entre las diferentes formas de plantas de cultivo (maíz, tomates, manzanos, etc.).

Puede suministrarse energía a los robots bajo diferentes combinaciones de lo siguiente, pero sin limitarse a: mediante raíles eléctricos, paneles solares, baterías, etc. En el caso de baterías, cuando el nivel de energía de la batería de un robot se vuelve bajo, el robot puede dirigirse automáticamente a una estación de suministro para cargar o cambiar sus baterías.

El dispositivo 2 de vigilancia no está limitado a la anterior realización, pero puede ser alterada de forma correspondiente. Por ejemplo, si el robot ha de desplazarse de forma autónoma (sin raíles), puede guiarse en el interior de pasillos de circulación virtual indicados mediante GPS o emisores de radiocomunicaciones de información posicional dispuestos a lo largo de los límites del área vigilada. En el caso más simple, el robot puede ser reducido a un dispositivo fácil de manejar que los usuarios puedan desplazar delante de las plantas, tal como una cámara, para grabar todos los recovecos de las plantas para detectar y eliminar todas las plagas.

Tal como se muestra en la Figura 2, el dispositivo 2 de vigilancia comprende principalmente un emisor 21 de haz de detección, un receptor 22 de señal reflejada, y un emisor 23 de haz de destrucción. Cada componente será descrito en más detalle.

El emisor 21 de haces de detección, tal como se muestra en la Figura 3, está diseñado para emitir un haz de detección para detectar las plagas. Puede utilizarse un LED (diodo emisor de luz), un haz láser, o un haz electromagnético como el haz de detección. En esta realización, el emisor 21 de haces de detección envía localmente a las plantas y al suelo el haz de detección con las longitudes de onda que mejor revelen las plagas mientras que el robot realiza rondas de vigilancia entre las plantas de los cultivos.

El receptor 22 de señal reflejada, tal como se muestra en la Figura 3, está diseñado para recibir una señal reflejada por un objeto irradiado con el haz de detección. En caso de utilizar cualquier método de espectroscopia para la detección, puede utilizarse un espectrómetro como el receptor 22 de señal reflejada, el cual recibe un espectro de la reflexión reflejada por un objeto.

De acuerdo con la invención, el robot graba las plantas y el suelo con imágenes espectrales completas utilizando una cámara de imagen completa/multiespectral como el receptor 22 de señal reflejada. Cada píxel del vídeo, que contiene información en un amplio espectro, se analiza en tiempo real para detectar plagas. Para ahorrar tiempo de computación, el robot puede también utilizar imágenes multi-espectrales en las que únicamente se miden las longitudes de onda de interés (aquellas que mejor revelan las plagas y establecidas durante la creación de la base de datos). Con este método, se puede al mismo tiempo analizar imágenes de las películas con técnicas de visión computarizada para mejorar el nivel de detección.

En caso de utilizar técnicas de visión computarizada tales como segmentación de imágenes, análisis de texturas, reconocimiento de patrones, etc., puede también utilizarse una cámara CCD (dispositivo de carga acoplada) como el receptor 22 de señal reflejada, el cual recibe una señal de imagen del objeto en forma de una imagen fija o una imagen móvil. Por ejemplo, el robot graba las plantas mientras realiza rondas de vigilancia y la película se analiza en tiempo real utilizando técnicas de este tipo para encontrar plagas. En esta realización, el receptor 22 de señal reflejada envía la señal reflejada al dispositivo 3 de control para su análisis en tiempo real justo después de recibirla, o bien la señal puede ser analizada en el robot.

5 El emisor 23 de haz de destrucción, tal como se muestra en la Figura 3, está diseñado para emitir un haz de destrucción a las plagas tras detectar las plagas. Puede utilizarse un LED (diodo emisor de luz), un haz láser, o un haz electromagnético como el haz de destrucción. En esta realización, el emisor 23 de haz de destrucción emite, sobre el área de destrucción, el haz con las mejores longitudes de onda para destruir la plaga en respuesta a una orden de destrucción del dispositivo 3 de control. También, el emisor 23 de haz de destrucción se orienta a las plagas mediante un medio 53 de focalización descrito más adelante.

10 A continuación, tal como se muestra en la Figura 2, el dispositivo 3 de control comprende, principalmente, una unidad 4 de almacenamiento que almacena un programa 1a de control de plagas de esta realización y otros datos, y una unidad 5 de procesamiento aritmético que realiza un procesamiento aritmético utilizando diversos datos para controlar el dispositivo 2 de vigilancia. En esta realización, el dispositivo 3 de control está constituido por un ordenador instalado en un centro remoto, y es capaz de comunicaciones inalámbricas con el dispositivo 2 de vigilancia. Sin embargo, el dispositivo 3 de control no está limitado a la realización mencionada anteriormente, sino que puede ser modificado de forma correspondiente. Por ejemplo, todo o parte del dispositivo 3 de control puede incluirse en el robot junto con el dispositivo 2 de vigilancia.

15 La unidad 4 de almacenamiento está constituida por un disco duro, una memoria flash, una ROM (memoria de solo lectura) y una RAM (memoria de acceso aleatorio), etc., que también funciona como un área de trabajo para el procesamiento por parte de la unidad 5 de procesamiento aritmético. Tal como se muestra en la Figura 2, la unidad 4 de almacenamiento comprende un medio 41 de almacenamiento de programas, un medio 42 de almacenamiento de datos de firma, un medio 43 de almacenamiento de señal reflejada, y un medio 44 de almacenamiento de datos estadísticos del control de plagas. Cada medio se describirá en más detalle.

20 El medio 41 de almacenamiento de programas está diseñado para que se instale en el mismo el programa 1a de control de plagas de esta realización. El programa 1a de control de plagas que es ejecutado por la unidad 5 de procesamiento aritmético hace que un ordenador ejecute cada medio descrito más adelante. También la forma de utilización del programa 1a de control de plagas no está limitada a la realización mencionada anteriormente, sino que puede ser modificada de forma correspondiente. Por ejemplo, el programa 1a de control de plagas puede iniciarse desde un medio de grabación tal como un CD-ROM, etc., o puede ser utilizado mediante un sistema ASP (proveedor de servicio de aplicaciones) desde un servidor en remoto, etc.

25 El medio 42 de almacenamiento de firma está diseñado para almacenar datos de firma que tienen una firma de plagas diana. Los datos de firma se utilizan para identificar una especie de cada plaga diana, y se utilizan para seleccionar las mejores longitudes de onda del haz de destrucción para destruir cada plaga diana. En caso de utilizar cualquier método de espectroscopia para la detección, los datos de firma pueden ser firmas espectrales obtenidas como resultado de algún tratamiento matemático en los datos del espectro de absorción en bruto, para caracterizar la longitud de onda más relevante absorbida por las plagas diana.

30 La medición del espectro de reflexión de cualquier material es una técnica muy conocida. El objeto a analizar es focalizado por un emisor de ondas electromagnéticas cuyo espectro de señal es conocido. La señal reflejada golpea un espectrómetro que la analiza y se determinan las longitudes de onda más relevantes que caracterizan el objeto, para crear una firma espectral característica. Cuando se crea una base de datos de los datos de firma, el usuario debería considerar todas las distorsiones que pueden ocurrir a la señal in situ, tal como el cambio de la luz solar, además del hecho de que la luz puede ser transmitida y reflejada por las hojas de las plantas. Durante la búsqueda real in situ de las plagas, se utiliza la misma señal emitida utilizada para realizar la base datos, y la señal reflejada medida se compara en tiempo real con la base de datos de firmas espectrales para realizar la correlación.

35 De acuerdo con la invención, los datos de firma incluyen uno o más datos de firmas de organismos de utilidad, cultivos, plagas dañadas por dicho haz de destrucción, y síntomas de infestación además de los datos de firma de las plagas diana. Los datos de firma de los organismos de utilidad son de ayuda para contarlos y evitar destruirlos de forma más eficiente. Los datos de firma de los cultivos son de utilidad para permitir elegir las longitudes de onda del haz de destrucción que son menos absorbidas por las plantas de cultivo. Los datos de firma de las plagas dañadas son de utilidad para evaluar la eficacia de la destrucción y evitar incidir sobre la misma plaga varias veces con el haz de destrucción.

40 En algunos casos, la planta puede ser infestada por una plaga a la que no alcanzan los haces de destrucción porque está oculta entre las hojas, o dentro del cuerpo de la planta. En ese caso, la planta puede presentar síntomas de infestación caracterizados por diferentes niveles de sus propios componentes químicos, tales como nitrógeno, hormonas, agua, pigmentos, etc., en comparación con un estado saludable. Las firmas espectrales de estos síntomas se añaden a la base de datos durante su creación, o "sobre la marcha" cuando el robot realiza una ronda de vigilancia, para su posterior clasificación por parte del usuario. Los datos de firma de los síntomas son de utilidad para revelar que una plaga está "en" la planta pero no es accesible.

45 Los datos de firma no están limitados a la realización mencionada anteriormente, sino que pueden ser modificados de forma correspondiente. Por ejemplo, en caso de utilizar técnicas de visión computarizada para la detección, los

datos de firma pueden ser formas, texturas, contrastes, etc. de referencia de cada plaga, formulados matemáticamente.

También, en esta realización, en vista de la facilidad y la rapidez para una detección “en el campo”, la base de datos de los datos de firma relevantes está constituida previamente en el medio 42 de almacenamiento de datos de firma.

5 Sin embargo, una base de datos de una señal reflejada en bruto como una espectral, de textura, etc., puede ser utilizada para la detección, si el cálculo sobre la marcha no consume demasiado tiempo.

Además, la base de datos también puede ser actualizada por el usuario para añadir los datos de firmas desconocidos a la base de datos. El usuario puede elegir el “modo de aprendizaje” en el dispositivo 3 de control para enseñar a la base de datos qué es el nuevo objeto (mala hierba, síntoma de hongos, planta de cultivo, etc.) y qué hacer si este objeto presenta manchas (destruir, proteger, contar, ignorar, etc.). A continuación, el usuario puede dirigir el detector (puede ser mediante el haz de un puntero/cámara acoplado al robot) sobre el nuevo objeto y toma diversas muestras de datos. De este modo, puede introducirse en la base de datos una cantidad de muestras de diferentes objetos. La base de datos evoluciona siguiendo los requerimientos del usuario.

10

Además, la base de datos puede también incorporar nuevos datos “sobre la marcha” del trabajo autónomo in situ para mejorar la detección. En caso de una correlación ambigua o una firma desconocida, el dispositivo 3 de control guarda la firma o toma una foto del objeto desconocido, de manera que el usuario pueda decidir más tarde clasificar la firma del objeto en la categoría adecuada, tal como una “plaga”, “síntoma de infestación”, “de utilidad”, “mala hierba”, etc. Una base de datos nueva y más precisa puede descargarse de Internet por parte del usuario, además de actualizaciones de software para permitir una mejora continua del sistema. Las bases de datos descargables pueden mantenerse actualizadas por algunas compañías o por los usuarios.

15
20

El medio 43 de almacenamiento de señal reflejada está diseñado para almacenar la señal reflejada en el mismo. La base de datos de la señal reflejada está incorporada en el medio 43 de almacenamiento de señal reflejada, y se actualiza con todas las señales reflejadas almacenadas por el dispositivo 2 de vigilancia: tipo y localización de la plaga, cantidad, salud de la planta, etc. Mediante el uso de la base de datos, el usuario puede seguir en tiempo real la evolución de una epidemia, y ajustar el nivel de esfuerzos requeridos para proteger el cultivo.

25

El medio 44 de almacenamiento de datos estadísticos de control de plagas está diseñado para almacenar datos estadísticos del control de plagas en el mismo. Los datos estadísticos de control de plagas se utilizan para optimizar una acción contra las plagas y para mejorar la producción de los cultivos. En esta realización, los datos estadísticos de control de plagas son datos espaciales, tales como la densidad espacial de la plaga que incluye la distribución de la densidad y el tipo de cada plaga, incluyendo malas hierbas; una distribución espacial de la concentración/densidad de nitrógeno/silicio/pilosidad/etc., en/sobre las plantas/hojas/frutas/tallos; el grado de maduración de frutas/semillas/hojas; el área de la hoja de la planta por planta o por área de campo unitaria; la cantidad de frutas/semillas/hojas por plantas/área de campo; etc. Los datos estadísticos de control de plagas pueden además incluir la altura a la que una plaga ha sido localizada, tal como “a nivel de suelo”, “parte superior de la planta”, “30 cm del suelo”, etc.

30
35

La unidad 5 de procesamiento aritmético está constituida por una CPU (Unidad central de procesos), etc., y ejecuta el programa 1a de control de plagas instalado en la unidad 4 de almacenamiento, realizando de este modo, por ejemplo, una función informática como medio 51 de detección de plagas, medio 52 de selección de longitud de onda, medio 53 de focalización, un medio 54 de realización de datos estadísticos de control de plagas, y un medio 55 de predicción, tal como se muestra en la Figura 2. Cada medio será descrito en más detalle.

40

El medio 51 de detección de plagas está diseñado para detectar las plagas utilizando la señal reflejada y los datos de firma. En primer lugar, el medio 51 de detección de plagas obtiene datos reflejados analizando la señal reflejada generada por el receptor 22 de señal reflejada. A continuación, el medio 51 de detección de plagas compara los datos reflejados obtenidos de dicha señal reflejada con los datos de firmas almacenados en el medio 42 de almacenamiento de datos de firma.

45

Como resultado, si se genera correlación de ambos datos, el medio 51 de detección de plagas envía de vuelta una orden para la destrucción al emisor 23 de haz de destrucción asumiendo que se detectan plagas. Al mismo tiempo, en esta realización, el medio 51 de detección de plagas notifica al medio 52 de selección de longitud de onda la especie de las plagas, y notifica al medio 53 de focalización algunos datos para destruir las plagas, tales como las coordenadas espaciales de la plaga, la potencia requerida y el diámetro del haz de destrucción, etc. Por otro lado, si no se genera correlación con ambos datos, el medio 51 de detección de plagas determina que no se detectan plagas.

50

En caso de utilizar el método de espectroscopia para la detección, el medio 51 de detección de plagas obtiene un espectro de absorción como los datos reflejados, en base al espectro de la reflexión recibida como señal reflejada. De forma alternativa, el medio 51 de detección de plagas obtiene un amplio espectro como datos reflejados en base

55

a las imágenes del espectro, tales como imágenes espectrales completas, imágenes hiper-espectrales e imágenes multi-espectrales recibidas como la señal reflejada. A continuación, el medio 51 de detección de plagas determina la presencia o ausencia de las plagas comparando el espectro de absorción o el amplio espectro con los datos de firmas espectrales.

- 5 En caso de utilizar técnicas de visión computarizada para la detección, el medio 51 de detección de plagas obtiene una forma/textura/patrón/etc. de las plagas como los datos reflejados en base a la señal de la imagen, como la señal reflejada. A continuación, el medio 51 de detección de plagas determina la presencia o ausencia de las plagas comparando la forma/textura/patrón/etc. con los datos de firma de referencia dedicados para la detección con visión computarizada.
- 10 Incidentalmente, en el caso de manchas por hongos, la forma puede no ser un buen criterio ya que una mancha puede tener diferentes formas y tamaños, mientras que la textura puede ser la misma y caracterizar la especie del hongo. Así que, sería preferible que el medio 51 de detección de plagas utilizara un análisis de la textura, contraste, colores visibles, etc. para detectar el hongo.
- 15 El medio 52 de selección de longitud de onda está diseñado para seleccionar longitudes de onda del haz de destrucción en base a los datos de firma de la plaga detectada. Específicamente, el medio 52 de selección de longitud de onda hace referencia al medio 42 de almacenamiento de datos de firma después de recibir especies de las plagas detectadas del medio 51 de detección de plagas. A continuación, el medio 52 de selección de longitud de onda determina longitudes de onda que responden a los datos de firma como la mejor longitud de onda para destruir las plagas.
- 20 En este momento, el medio 52 de selección de longitud de onda decide las longitudes de onda de manera que la energía del haz de destrucción será bien absorbido por las plagas, pero no tan bien por la planta. De forma óptima, el medio 52 de selección de longitud de onda hace referencia a uno o más datos de firma de organismos de utilidad, cultivos, plagas dañadas por dicho haz de destrucción, y síntomas de infestación además de los datos de firma de las plagas diana. Esto permite un ataque más preciso a las plagas con poco efecto nocivo sobre la planta.
- 25 El medio 53 de focalización está diseñado para dirigir el haz de destrucción a las plagas tras detectar dichas plagas. En esta realización, el medio 53 de focalización cambia la orientación del haz de destrucción después de recibir la dirección/posición de las plagas del medio 51 de detección de plagas. De este modo, el emisor 23 de haz de destrucción puede ser dirigido a las plagas.
- 30 Cuando se requiere un enfoque a distancia del haz de destrucción (debido a la poca profundidad del campo/enfoque del haz de destrucción), pueden utilizarse técnicas de tiempo de vuelo, tal como en las cámaras de tiempo de vuelo (sensor TOF, del inglés "time-of-flight"), utilizadas en robótica o en consolas de juegos permitiendo interactuar con el videojuego. También puede utilizarse triangulación o técnicas utilizadas en cámaras, tales como detección de fase.
- 35 Para dirigir el haz de destrucción en la dirección de la plaga diana, puede utilizarse un láser de guiado de baja intensidad tal como un disparador láser para mostrar el enfoque real del láser de guiado a la cámara. A continuación, el medio 53 de focalización obtiene el enfoque del láser de guiado y cambia la posición del láser de guiado desplazándolo, utilizando espejos montados sobre actuadores piezoeléctricos por ejemplo, hasta que esté sobre la plaga diana.
- 40 Utilizando el láser de guiado, el medio 53 de focalización sabe dónde se encuentra la plaga diana ya que está grabada por la cámara, y dónde está el enfoque del láser de guiado ya que también es grabado por la cámara. A continuación, el medio 53 de focalización desplaza el enfoque del láser de guiado desplazándolo a lo largo del vector orientado desde el enfoque actual del láser de guiado hacia la plaga diana. Cuando estos coinciden, la potencia del láser de guiado es aumentada brevemente para dañar la plaga diana. En el momento en que se logra el enfoque, también puede detectarse la plaga diana mediante el color reflejado o el espectro reflejado del enfoque por la propia cámara o un receptor dedicado.
- 45 En lugar de desplazar realmente el emisor o el receptor, los espejos montados sobre los actuadores piezoeléctricos pueden desplazarse para dirigir el láser de guiado o el haz de destrucción, o para reflejar diferentes ángulos de visión del campo o de las plantas. Puede desplazarse una fibra óptica del láser de guiado con los actuadores piezoeléctricos. También, el usuario puede utilizar fibras ópticas sobre brazos móviles (o no) del robot, combinados (o no) con espejos montados sobre actuadores piezoeléctricos.
- 50 Sin embargo, no necesita una precisión de enfoque a gran distancia. De manera que, la situación ideal es tener un láser que no diverja demasiado (durante el primer metro desde el emisor 23 de haz de destrucción por ejemplo) de manera que no haya necesidad de enfocar. Como resultado, cualquier diana entre el emisor 23 de haz de destrucción y 1-2 metros de distancia puede resultar dañada sin un cambio de enfoque. En otras palabras, puede

utilizarse un láser o haz de destrucción estrecho, no muy divergente de manera que no haya necesidad de un sistema de enfoque para dañar la diana en un rango razonable.

5 El medio 54 de realización de datos estadísticos de control de plagas está diseñada para realizar los datos estadísticos de control de plagas. En primer lugar, el medio 54 de realización de datos estadísticos de control de plagas adquiere datos de utilidad para un control de plagas de la señal almacenada en el medio 43 de almacenamiento de señal reflejada. Posteriormente, el medio 54 de realización de datos estadísticos de control de plagas realiza los datos estadísticos de control de plagas descritos anteriormente utilizando los datos de utilidad.

10 El medio 55 de predicción está diseñado para predecir una dinámica de las plagas en base a los datos estadísticos de control de plagas. Por ejemplo, con un análisis en tiempo real de la densidad espacial de plagas, el medio 55 de predicción puede calcular el gradiente de densidad para detectar la presencia de un nido de plagas. En este caso, el medio 55 de predicción genera de salida una orden para aumentar el número de rondas de vigilancia para el dispositivo 2 de vigilancia en el área del nido. También, utilizando los datos de densidad de la plaga, los medios 55 de predicción pueden ejecutar modelos de la dinámica de una población espacial, modelos de percolación etc. en el dispositivo 3 de control para predecir cuándo y dónde puede surgir una epidemia. De ese modo, los dispositivos 2 de
15 vigilancia se envían a trabajar en el área prevista para evitar la aparición de un problema.

El medio 55 de predicción puede también utilizar espectroscopia para medir el nivel de estrés hídrico de las plantas, la cantidad de sus pigmentos, etc. para conocer su salud y la calidad del cultivo. Utilizando estos datos, asociados con las predicciones locales del clima o sensores de viento/solares, el medio 55 de predicción puede ejecutar modelos para predecir la salud de las plantas y actuar de forma correspondiente. Por ejemplo, el medio 55 de predicción genera de salida una orden para un dispositivo de riego para iniciar el riego antes de que se produzca estrés hídrico y detener el riego cuando las plantas no lo necesitan. Esto puede ahorrar agua y evitar que se desarrollen hongos en un entorno empapado. También si los sensores de viento midieron un fuerte viento del Norte el día anterior, el medio 55 de predicción puede enviar los dispositivos 2 de vigilancia al sur del campo para evitar que esporas y pequeñas plagas portadas por el viento desde un nido se establezcan en la dirección del viento con respecto al nido.
20
25

Además, el medio 55 de predicción realiza una estimación de la tendencia de la evolución en las firmas de las plagas y se utiliza para extrapolar futuras firmas de plagas comparando datos recién añadidos con datos actuales en el medio 42 de almacenamiento de datos de firma. De esta forma, la base de datos evoluciona prediciendo tendencias de firmas de plagas y nunca se encuentra por detrás en la carrera de su evolución.

30 A continuación, se describirá el trabajo del sistema 1A de control de plagas ejecutado por el programa 1a de control de plagas y el método de control de plagas de esta realización.

Se asume que en una circunstancia de esta realización los raíles están situados sobre el suelo entre plantas de tomate y/o acoplados al techo en un invernadero o un edificio de granja vertical. Los raíles pueden estar conectados entre sí en su extremidad para formar un circuito único que atraviesa toda la superficie del cultivo. Se suministra energía a los dispositivos 2 de vigilancia a través de los raíles. En estos raíles, los dispositivos 2 de vigilancia se desplazan lentamente y realizan rondas de vigilancia durante noche y día bajo el control del dispositivo 3 de control. Cada uno de los dispositivos 2 de vigilancia puede llevar LEDs como el emisor 21 de haz de detección, una cámara CCD como el receptor 22 de señal reflejada, y un láser como el emisor 23 de haz de destrucción.
35

Tal como se muestra en la Figura 4, el emisor 21 de haz de detección emite de forma continuada el haz de detección hacia las plantas y el suelo, con las longitudes de onda que mejor revelan las plagas mientras que los dispositivos 2 de vigilancia realizan rondas de vigilancia entre las plantas de los cultivos (paso S1). A continuación, el receptor 22 de señal reflejada recibe una señal reflejada, reflejada por un objeto irradiado con el haz de detección (paso S2). En esta realización, la película tomada por el receptor 22 de señal reflejada es enviada de forma inalámbrica por los dispositivos 2 de vigilancia al dispositivo 3 de control, que la analiza en tiempo real para detectar las plagas utilizando técnicas de visión computarizada y/o imágenes multi-espectrales.
40
45

Posteriormente, el medio 51 de detección de plagas obtiene datos reflejados de la señal reflejada generada por el receptor 22 de señal reflejada (paso S3). A continuación, el medio 51 de detección de plagas compara los datos reflejados con los datos de firma almacenados en el medio 42 de almacenamiento de datos de firma (paso S4).

Como resultado, si se genera correlación entre ambos datos (paso S5: SÍ), el medio 51 de detección de plagas asume que se detectan plagas y genera de salida una orden para emitir el haz de destrucción para el emisor 23 de haz de destrucción. Por otro lado, si no se genera correlación entre ambos datos (paso S5: NO), el medio 51 de detección de plagas determina que no se detectan plagas y continúa con el procedimiento hacia el paso S9 descrito más adelante. De esta manera, el sistema 1A de control de plagas detecta plagas diana, organismos de utilidad, cultivos, plagas dañadas por dicho haz de destrucción, y síntomas de infestación, etc. con un alto grado de precisión.
50
55

5 En esta realización, cuando se detectan plagas, el medio 51 de detección de plagas notifica al medio 52 de selección de longitud de onda la especie de las plagas. Consecuentemente, el medio 52 de selección de longitud de onda selecciona las longitudes de onda del haz de destrucción en base a los datos de firma o los datos reflejados de la plaga detectada (paso S6). De esta manera, se seleccionan las mejores longitudes de onda para destruir las plagas de la agricultura sin efectos secundarios para otros organismos.

El emisor 23 de haz de destrucción puede ser un láser cuyas longitudes de onda del haz pueden ser decididas por el medio 52 de selección de longitud de onda o puede ser una cantidad de láseres cada uno con diferentes longitudes de onda emitidas diferentes. A continuación, el medio 52 de selección de longitud de onda decide qué combinación e intensidad de láseres del emisor 23 de haz de destrucción es la más eficiente.

10 En esta realización, cuando se detectan plagas, el medio 51 de detección de plagas notifica al medio 53 de focalización algunos datos para destruir la plaga. Consecuentemente, el medio 53 de focalización dirige el haz de destrucción a las plagas de forma precisa en base a aquellos datos (paso S7). Esto evita que el haz de destrucción se emita hacia objetos distintos de las plagas diana por error.

15 Después de esto, el emisor 23 de haz de destrucción emite el haz de destrucción a las plagas en base a la orden de destrucción procedente del medio 51 de detección de plagas (paso S8). De esta manera, se destruyen las plagas, y repetir este proceso conduce a una exterminación de las plagas.

20 El dispositivo 3 de control monitoriza constantemente si el proceso de control de plagas es detenido por el usuario o no (paso S9). Como resultado, si el usuario ordenó al dispositivo 3 de control suspender la operación (paso S9: SÍ), el proceso de control de plagas se detiene. Si no (paso S9: NO), los pasos S1 a S9 descritos anteriormente se repiten.

25 Incidentalmente, cuando se encuentra una planta con síntomas de infestación interna en el paso S5, esto revela que las plagas están en la planta pero no son accesibles. En base a esto, la frecuencia de vigilancia de los dispositivos 2 de vigilancia puede aumentarse alrededor de esa planta, o puede enviarse un dispositivo 2 de vigilancia diferente más especializado (exterminador de malas hierbas/plantas por ejemplo) en algún tipo de actuación, o puede decidirse realizar otras acciones por parte del usuario.

30 Mientras se ejecuta el proceso de control de plagas (Figura 4), tal como se muestra en la Figura 5, el dispositivo 3 de control incorpora la base de datos en el medio 43 de almacenamiento de señal reflejada almacenando la señal reflejada (paso S11). De esta manera, la base de datos puede constituirse para seguir la evolución de una epidemia en tiempo real. También, el usuario puede ajustar el nivel de esfuerzos (número de dispositivos 2 de vigilancia, velocidad de los dispositivos 2 de vigilancia, etc.) requerido para proteger el cultivo.

35 A continuación, el medio 54 de realización de datos estadísticos de control de plagas realiza los datos estadísticos de control de plagas (paso S12). Después de eso, el medio 55 de predicción predice una dinámica de las plagas, la salud y la calidad del cultivo, y la posición del nido de la plaga, etc. mediante el uso de datos estadísticos de control de plagas (paso S13). De esta manera, puede seleccionarse una acción óptima para el dispositivo 2 de vigilancia y el dispositivo de riego en base al resultado de la predicción.

De acuerdo con la primera realización mencionada anteriormente, se logran los siguientes efectos ventajosos.

1. Es posible detectar las plagas en tiempo real y destruir plagas de forma fiable sin utilizar pesticidas.
2. Es posible predecir la dinámica de las plagas y la salud de los cultivos, etc. y seleccionar una acción óptima para el dispositivo 2 de vigilancia y el dispositivo de riego.
- 40 3. Puede seleccionarse para el haz de destrucción una longitud de onda óptima correspondiente a diversas plagas.
4. La longitud de onda del haz de destrucción puede seleccionarse para no dañar organismos de utilidad, cultivos y seres humanos.

45 A continuación, se describirá una segunda realización del sistema 1B de control de plagas, el método de control de plagas y el programa 1b de control de plagas de acuerdo con la presente descripción. Se proporcionarán símbolos idénticos a las descripciones en una constitución de esta segunda realización, que sean las mismas o equivalentes a la constitución de la primera realización mencionada anteriormente, y no se proporcionarán descripciones redundantes correspondientes a la primera realización.

50 La segunda realización se caracteriza por que, tal como se muestra en la Figura 6, se encuentra dispuesto un espejo 24 poliédrico giratorio en lugar del medio 53 de focalización de la primera realización. Específicamente, tal como se

muestra en la Figura 7, el espejo 24 poliédrico giratorio tal como un lector de códigos de barras, tiene una pluralidad de espejos dispuestos en forma de un poliedro, y gira a una velocidad predeterminada.

5 En esta realización, el emisor 21 de haz de detección emite el haz de detección hacia el espejo 24 poliédrico giratorio mediante un separador 25 tal como un divisor de haz. De este modo un área deseada es escaneada por el haz de detección reflejado a través de uno de los espejos. Es decir, el haz de detección rastrea las plantas y el suelo realizando una línea de barrido para escanear las plagas. Para cubrir un área más amplia de los recovecos de las plantas y del suelo, pueden emerger una cantidad de haces desde diferentes posiciones y realizar un barrido hacia diferentes direcciones, produciendo diversas líneas de barrido tal como una rejilla.

10 También, el receptor 22 de señal reflejada tal como el espectrómetro, recibe la señal reflejada del área a través del espejo y el separador 25. La señal reflejada es analizada en tiempo real para detectar una posible firma espectral de una plaga por el dispositivo 3 de control. Como resultado, el emisor 23 de haz de destrucción irradia a las plagas con el haz de destrucción guiado por el separador 25, reflejado a través del espejo tras detectar las plagas.

15 El haz o haces de detección y el haz o haces de destrucción pueden dirigirse paralelos y muy cercanos el uno al otro. El espejo 24 poliédrico giratorio los refleja para que el haz de detección preceda al haz de destrucción en la línea de barrido. De esa manera, cuando el haz de detección revela una plaga en la línea de barrido, se dispara el haz de destrucción justo después. Cronológicamente, el haz de detección llega a un punto A en la línea de barrido. El punto A es analizado y se determina la destrucción. El haz de detección continúa rastreando la línea de barrido, seguido del haz de destrucción que sigue su rastro. Cuando está alineado hacia A, se dispara el haz de destrucción.

20 En general, el haz de destrucción se desplaza muy cerca y paralelo al haz de detección, o toma la misma trayectoria, dependiendo de la configuración del dispositivo. Pero la distancia entre los haces de detección y de destrucción proporciona al dispositivo 3 de control, tal como un ordenador, más tiempo para el cálculo antes de disparar el haz de destrucción. El intervalo de tiempo entre la detección y disparar la destrucción se calcula en base a la velocidad de rotación del espejo 24 poliédrico giratorio.

25 Un ejemplo práctico de la segunda realización se describirá a continuación. Durante el día y la noche, los dispositivos 2 de vigilancia se desplazan entre los surcos en un campo de maíz guiados por los emisores de información posicional en el límite del campo. En los dispositivos 2 de vigilancia, diversos espejos 24 poliédricos giratorios reflejan haces que realizan una gran rejilla de barrido que viene desde la parte superior y la parte inferior de las plantas y también llegan al suelo.

30 El haz se refleja cuando alcanza una planta o el terreno y la señal reflejada sigue la misma trayectoria que la de entrada, pero en dirección opuesta al extremo en un espectrómetro en el que se analiza y compara con la base de datos de firmas. En caso de que el haz fuera reflejado por una plaga, la firma coincide con la firma de la plaga correspondiente en la base de datos. El haz de destrucción se dispara entonces mediante el dispositivo 3 de control.

35 El haz de destrucción puede utilizar la misma trayectoria que el haz de detección, o puede ser disparado en un momento poco después utilizando una trayectoria paralela, pero tras el rastro (siguiendo) cronológicamente el haz de detección a lo largo de la línea de barrido. Dependiendo de los datos almacenados y de los modelos ejecutados por el dispositivo 3 de control, puede determinarse aumentar la frecuencia de vigilancia en el área con una fuerte infestación.

40 Con este método, no se necesita el medio 53 de focalización. Además, el haz de detección proporciona una indicación de la distancia para un posible enfoque del haz de destrucción, en caso de que se requiera el enfoque a distancia. El enfoque a distancia del haz de destrucción en la diana no necesita realizarse todo el tiempo, sino únicamente cuando el haz de detección encuentra una plaga.

De acuerdo con el sistema 1B de control de plagas, el método de control de plagas y el programa 1b de control de plagas de la segunda realización mencionada anteriormente, puede lograrse una eficacia equivalente a la de la primera realización más fácilmente.

45 De manera ideal, la velocidad de avance del dispositivo 2 de vigilancia y la velocidad de rotación del espejo 24 poliédrico giratorio se ajustan de manera que dos líneas de barrido consecutivas no se solapen o no queden separadas por un hueco. En otras palabras, el dispositivo 2 de vigilancia debe avanzar una distancia equivalente al ancho de una línea de barrido durante el tiempo de un rastreo de la línea de barrido.

50 Si el ancho de la línea de barrido es muy estrecho, el poliedro 24 giratorio tendría que girar muy rápido para permitir que el dispositivo 2 de vigilancia avance rápidamente. Como resultado, esto proporcionaría un breve tiempo para que el dispositivo 51 de detección de plagas realice el cálculo. Para aumentar la velocidad de avance del dispositivo 2 de vigilancia, se pueden realizar líneas de barrido entrelazadas: dos haces de detección paralelos espaciados en el ancho de dos líneas de barrido, enviados por dos emisores 21 de haz de detección son reflejados por el mismo

espejo 24 poliédrico giratorio, realizando dos líneas de barrido paralelas, separadas en los anchos de dos líneas de barrido, siendo la velocidad del dispositivo 2 de vigilancia los anchos de las dos líneas de barrido por rastreo de una línea de barrido.

5 Esto permite que el dispositivo 2 de vigilancia avance dos veces más rápido cuando se utiliza una línea de barrido, sin disminuir el tiempo de cálculo para el dispositivo 51 de detección de plagas. La cantidad de líneas de barrido entrelazadas puede ser aumentada para aumentar la velocidad de avance del dispositivo 2 de vigilancia o proporcionar más tiempo de cálculo al dispositivo 51 de detección de plagas. En la realización entrelazada, cada haz de detección va seguido de un haz de destrucción.

10 La estructura del sistema de la segunda realización no se limita a la estructura mencionada anteriormente, sino que puede ser alterada de forma correspondiente. Por ejemplo, tal como se muestra en la Figura 8, pueden instalarse dos separadores 25. Además, tal como se muestra en la Figura 9, puede instalarse una estructura del sistema que utiliza una cámara CCD como el receptor 22 de señal reflejada. Además, tal como se muestra en la Figura 10, las fibras ópticas (o haces) como el separador 25. Esto hace que la pérdida de energía del haz sea menor en comparación con un divisor de haz.

15 También el espejo 24 poliédrico giratorio puede reflejar bandas estrechas de plantas/suelo equivalentes a barridos grandes, hacia una cámara CCD/multi-espectral como el receptor 22 de señal reflejada, de manera que el dispositivo 3 de control puede realizar un análisis de visión computarizada y/o análisis espectral en cada una de las bandas reflejadas, como si una banda fuera una serie de instantáneas continuas a lo largo de la banda.

20 La presente invención se describirá a continuación en más detalle mediante los ejemplos. Sin embargo, la presente invención no se limita a estos ejemplos.

Ejemplo

25 En el caso de un artrópodo en una hoja, por ejemplo, una pequeña impulsión puede dañar sus apéndices sensoriales o locomotores, dejándolo inofensivo, sin dañar la planta. Para un grupo de pulgones negros o cochinillas en una hoja verde, un haz verde, incluso en una gran área, será absorbido por las plagas pero reflejado por la hoja. En el caso de pulgones verdes, incluso un láser verde quemaría sus apéndices antes de que la temperatura de la hoja se incrementara peligrosamente. Puede también aprovechar la ventaja del espectro de absorción de quitina, lípidos cuticulares o proteínas presentes en una gran cantidad de artrópodos para no dañar las plantas. Todas estas condiciones van a ser determinadas cuando se realiza la base de datos.

30 En caso de una mancha de enfermedad en una hoja debido a un hongo, por ejemplo, el haz de destrucción de potencia suficiente enviado sobre la mancha puede aumentar la temperatura de la hoja y la esporas del hongo para eliminarlas y evitar que se expandan aún más. El haz de destrucción puede también utilizar rayos UV para crear las mutaciones en el ADN del patógeno evitando que crezca, y finalmente eliminándolo.

35 El tamaño del área de incidencia del haz de destrucción se determina dependiendo de la absorción relativa de energía del haz de destrucción por parte de la plaga y la planta de cultivo, además de las características de la plaga. Si la energía del haz de destrucción no se absorbe demasiado por la planta, entonces el cono del haz de destrucción puede ser grande para incidir sobre muchas plagas, pero la potencia del haz de destrucción debe también aumentar. En caso de la estrategia de línea de barrido de la segunda realización, el haz puede ser recto y fino.

40 En caso de malas hierbas, el haz de destrucción calienta la parte del tallo cerca del suelo con la longitud de onda más eficaz, tal como infrarrojos de microondas, por ejemplo. La elección de las longitudes de onda para eliminar las plagas se determina en el laboratorio y puede basarse en la firma de la plaga.

El sistema de control de plagas, el método de control de plagas y el programa de control de plagas de acuerdo con la presente invención no están limitados a la realización mencionada anteriormente, sino que puede ser alterada de forma correspondiente.

45 Por ejemplo, se han explicado diversas técnicas de detección anteriormente. Pueden ser utilizadas independientemente o en combinaciones variables dependiendo de la aplicación deseada. Otras técnicas de detección no citadas aquí pueden ser utilizadas para aplicar la presente invención.

50 Además, el dispositivo 3 de control puede utilizar una red neuronal para ayudar en la decisión del estado de una firma (plaga, bueno, etc.) o bien otro método de toma de decisiones. Adicionalmente, el dispositivo 3 de control puede comprender una unidad de visualización tal como una pantalla de cristal líquido y una unidad para la entrada de datos tal como un teclado y un ratón.

Lista de signos de referencia

- 1A Sistema de control de plagas (primera realización)
- 1a Programa de control de plagas (primera realización)
- 1B Sistema de control de plagas (segunda realización)
- 1b Programa de control de plagas (segunda realización)
- 5 2 Dispositivo de vigilancia
- 3 Dispositivo de control
- 4 Unidad de almacenamiento
- 5 Unidad de procesamiento aritmético
- 21 Emisor de haz de detección
- 10 22 Receptor de señal reflejada
- 23 Emisor de haz de destrucción
- 24 Espejo poliédrico giratorio
- 25 Separador
- 41 Medio de almacenamiento de programas
- 15 42 Medio de almacenamiento de datos de firmas
- 43 Medio de almacenamiento de señal reflejada
- 44 Medio de almacenamiento de datos estadísticos de control de plagas
- 51 Medio de detección de plagas
- 52 Medio de selección de longitud de onda
- 20 53 Medio de focalización
- 54 Medio de realización de datos estadísticos de control de plagas
- 55 Medio de predicción

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (1A) de control de plagas que comprende:

un emisor (21) de haz de detección para emitir un haz de detección para detectar dichas plagas;

5 un receptor (22) de señal reflejada para recibir una señal reflejada desde un objeto irradiado con dicho haz de detección;

un emisor (23) de haz de destrucción para emitir dicho haz de destrucción hacia dichas plagas tras detectar dichas plagas;

un medio (53) de focalización para dirigir un haz de destrucción desde el emisor (23) de haz de destrucción a dichas plagas para destruir dichas plagas tras detectar dichas plagas;

10 un dispositivo (3) de control que tiene

una unidad (4) de almacenamiento que comprende un medio de almacenamiento de programas para el control de plagas y un medio (42) de almacenamiento de datos de firmas que almacena datos de firma que incluyen una firma de las plagas diana y uno o más datos de firma de organismos de utilidad, cultivos, plagas dañadas por dicho haz de destrucción y síntomas de infestación, y

15 una unidad (5) de procesamiento aritmético que comprende un medio (51) de detección de plagas para detectar dichas plagas comparando un dato reflejado obtenido de dicha señal reflejada con los datos de firma almacenados en el medio (42) de almacenamiento de datos de firmas;

20 caracterizado por que dicho sistema (1A) de control de plagas comprende un dispositivo (2) de vigilancia montado sobre un robot auto-propulsado para realizar rondas de vigilancia en las áreas de plantas de cultivo en las que se van a controlar las plagas, y controlado por la unidad (5) de procesamiento aritmético del dispositivo (3) de control, dicho dispositivo (2) de vigilancia comprende dicho emisor (21) de haz de detección, dicho receptor (22) de señal reflejada y dicho emisor (23) de haz de destrucción,

25 por que dicho receptor (22) de señal reflejada es una cámara de imagen completa/multi-espectral que graba la planta y el suelo, y

por que dicho sistema (1A) de control de plagas además comprende un láser de guiado de baja intensidad,

por que el medio de configuración está configurado para mover el enfoque del láser de guiado de baja intensidad grabado por la cámara de imagen completa/multi-espectral del enfoque actual del láser de guiado hasta hacerlo coincidir con la plaga diana grabada por la cámara.

30 2. El sistema según la reivindicación 1, en donde dicho dispositivo de control además comprende:

un medio (43) de almacenamiento de señal reflejada para almacenar dicha señal reflejada en el mismo; un medio (54) de realización de datos estadísticos de control de plagas para realizar datos estadísticos de control de plagas utilizando datos de utilidad para el control de plagas de dicha señal reflejada almacenada en dicho medio (43) de almacenamiento de señal reflejada; y un medio (55) de predicción para predecir la dinámica de dichas plagas en base a dichos datos estadísticos de control de plagas.

35

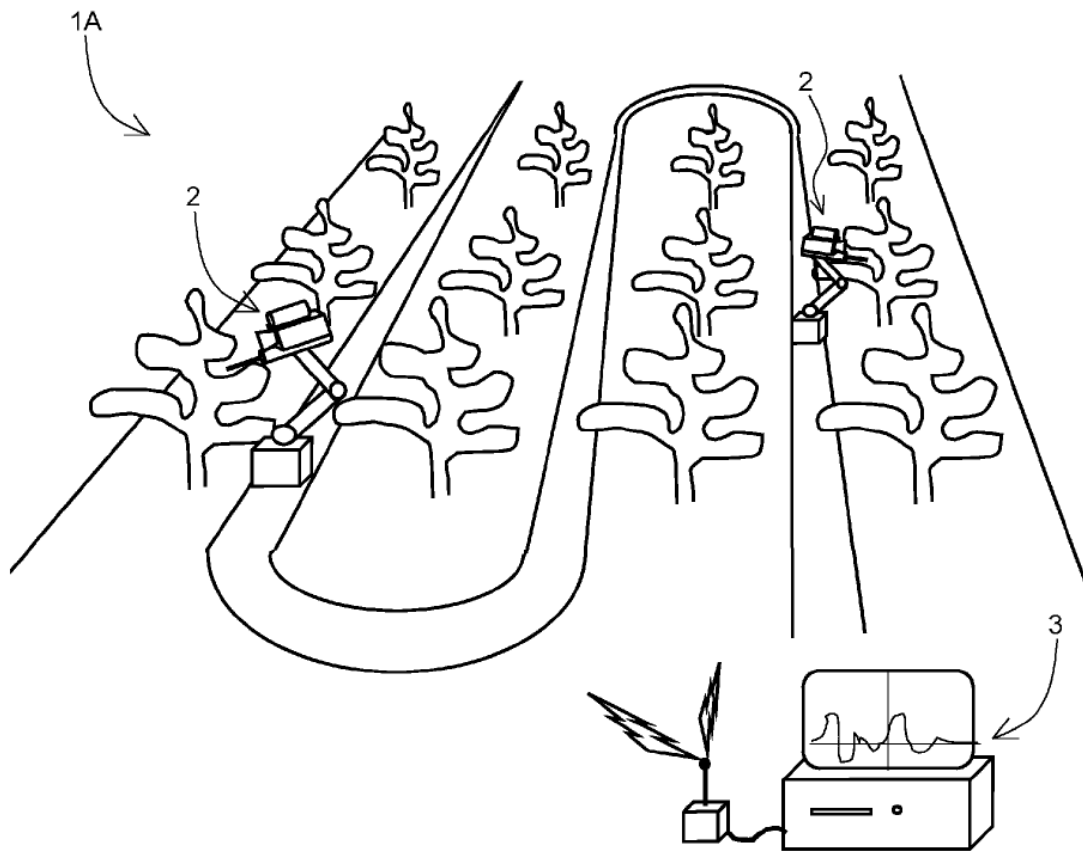
3. El sistema según la reivindicación 1 o reivindicación 2, en donde dicho láser de guiado de baja intensidad tiene una intensidad de haz que puede ser aumentada brevemente para dañar la plaga diana, para constituir el emisor de haz de destrucción.

40 4. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde dicho medio (53) de focalización comprende espejos montados sobre actuadores piezoeléctricos para enfocar dicho láser de guiado y cambiar su posición hasta que se encuentra sobre la plaga diana.

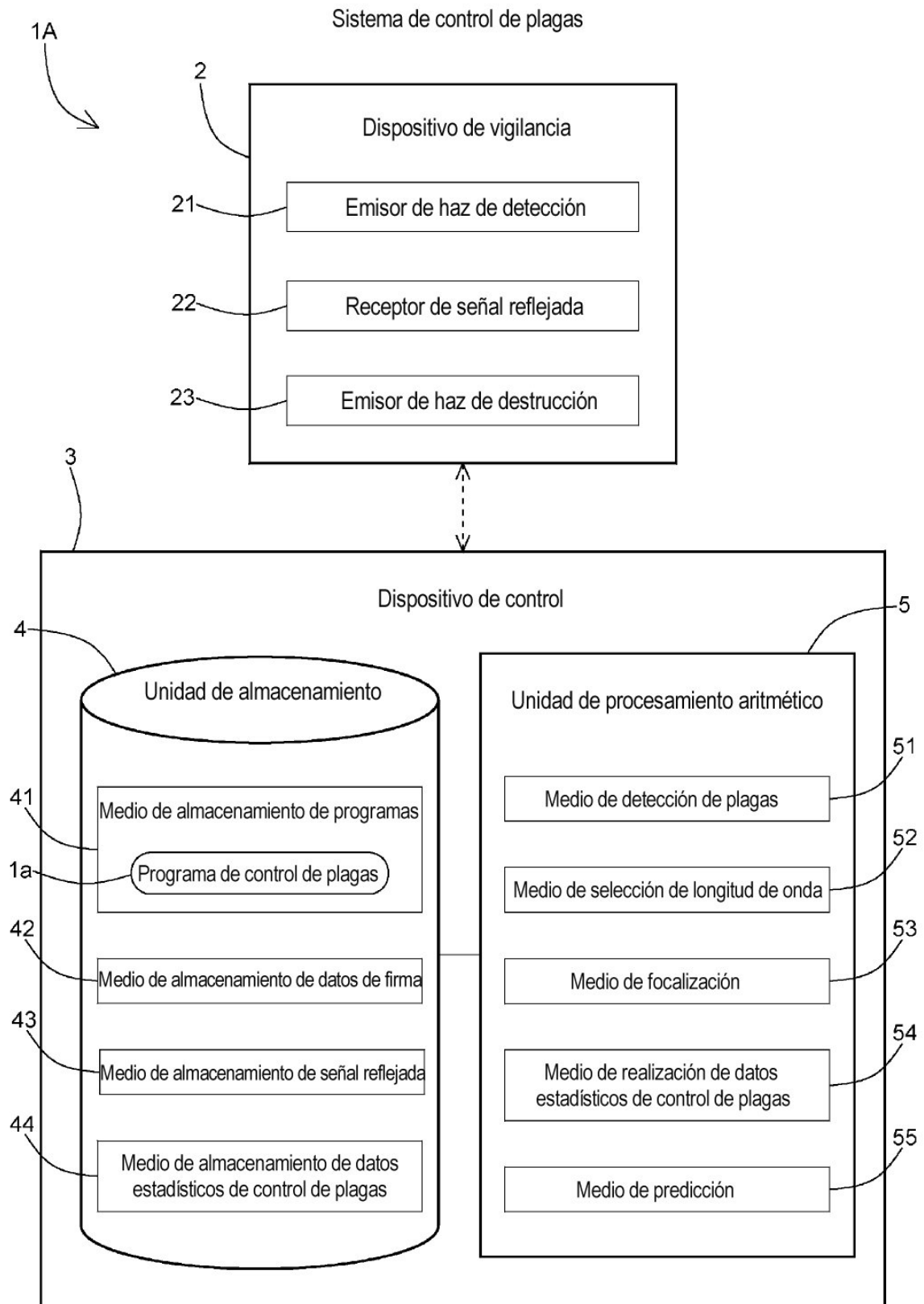
5. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde dicho medio (53) de focalización comprende espejos montados sobre actuadores piezoeléctricos para dirigir el haz de destrucción sobre la plaga diana o reflejar diferentes ángulos de visión de las plantas de cultivo.

- 5 6. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde dicho dispositivo de control comprende un medio (52) de selección de longitud de onda para seleccionar longitudes de onda de dicho haz de destrucción en base a dichos datos de firma de dichas plagas detectadas por dicho medio (51) de detección de plagas y dichos datos de firma de organismos de utilidad, plantas de cultivo, plagas dañadas por dicho haz de destrucción y síntomas de infestación para ser absorbido por la plaga con el mínimo efecto nocivo sobre las plantas de cultivos.
7. Un método de control de plagas, que utiliza el dispositivo de control de plagas de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, que comprende los pasos de:
- 10 un paso (S1) de emisión de un haz de detección para emitir un haz de detección para detectar dichas plagas;
- un paso (S2) de recepción de señal reflejada para recibir una señal reflejada, reflejada de un objeto irradiado con dicho haz de detección;
- un paso de detección de plagas para detectar dichas plagas comparando datos reflejados obtenidos de dicha señal reflejada con datos de firma que incluyen una firma de plagas diana y uno o más datos de firma de organismos de utilidad, cultivos, plagas dañadas por dicho haz de destrucción y síntomas de infestación;
- 15 un paso de focalización para dirigir un haz de destrucción a dichas plagas para destruir dichas plagas tras detectar dichas plagas; y
- un paso de emisión de haz de destrucción para emitir dicho haz de destrucción hacia dichas plagas tras detectar dichas plagas,
- 20 caracterizado por que el paso de recepción de señal reflejada es realizado por una cámara de imagen completa/multi-espectral que graba la planta y el suelo, por que el paso de focalización se realiza moviendo el enfoque del láser de guiado de baja intensidad grabado por la cámara de imagen completa/multi-espectral del enfoque actual del láser de guiado hasta que coincida con la plaga diana grabada por la cámara.
- 25 8. El método según la reivindicación 7, que además comprende los pasos de: un paso de almacenamiento de señal reflejada para almacenar dicha señal reflejada en un medio (43) de almacenamiento de señal reflejada; un paso de realización de datos estadísticos de control de plagas para realizar datos estadísticos de control de plagas utilizando datos de utilidad para el control de plagas de dicha señal reflejada almacenada en dicho medio (43) de almacenamiento de señal reflejada; y un paso de predicción para predecir la dinámica de dichas plagas en base a dichos datos estadísticos de control de plagas.
- 30 9. El método según la reivindicación 7 o reivindicación 8, en donde las operaciones de enfoque de dicho láser de guiado y de cambio de su posición hasta que se encuentre sobre la plaga diana son realizadas por espejos montados sobre actuadores piezoeléctricos.
- 35 10. El método según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en donde además comprende un paso (S6) de selección de longitud de onda para seleccionar longitudes de onda de dicho haz de destrucción en base a dichos datos de firma de dichas plagas detectadas en dicho paso de detección, y dichos datos de firma de organismos de utilidad, plantas de cultivos, plagas dañadas por dicho haz de destrucción y síntomas de infestación, para ser absorbido por las plagas con el mínimo efecto nocivo sobre las plantas de cultivo.
- 40 11. Un programa de ordenador para el control de plagas que comprende instrucciones para causar que el sistema de las reivindicaciones 1-6 ejecute el método según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10.

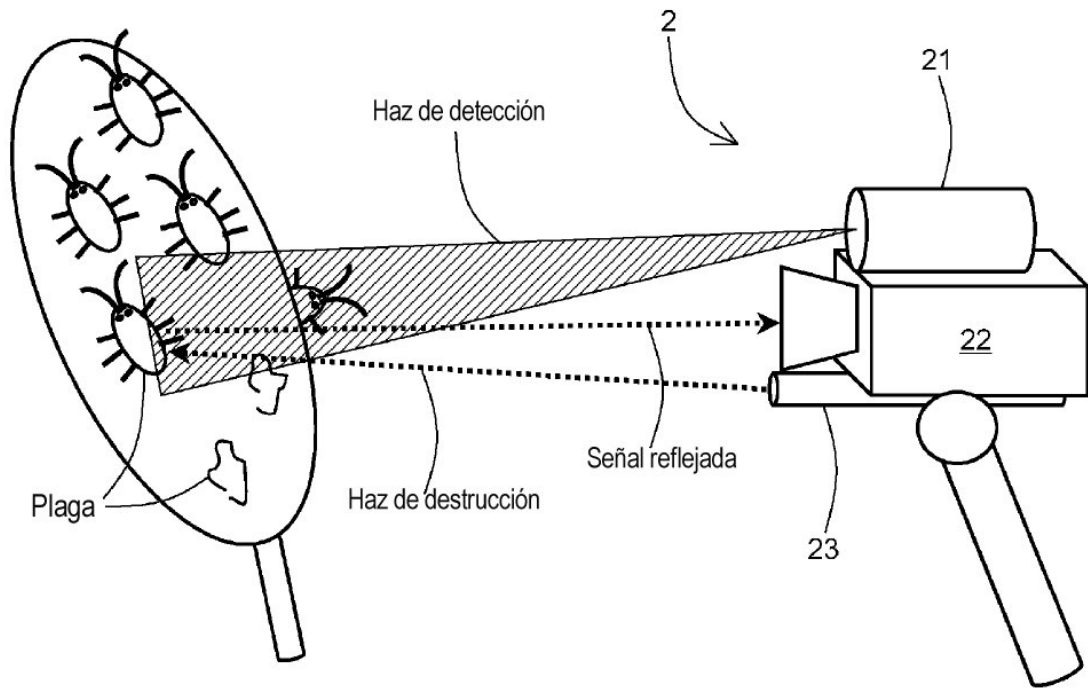
[Fig. 1]



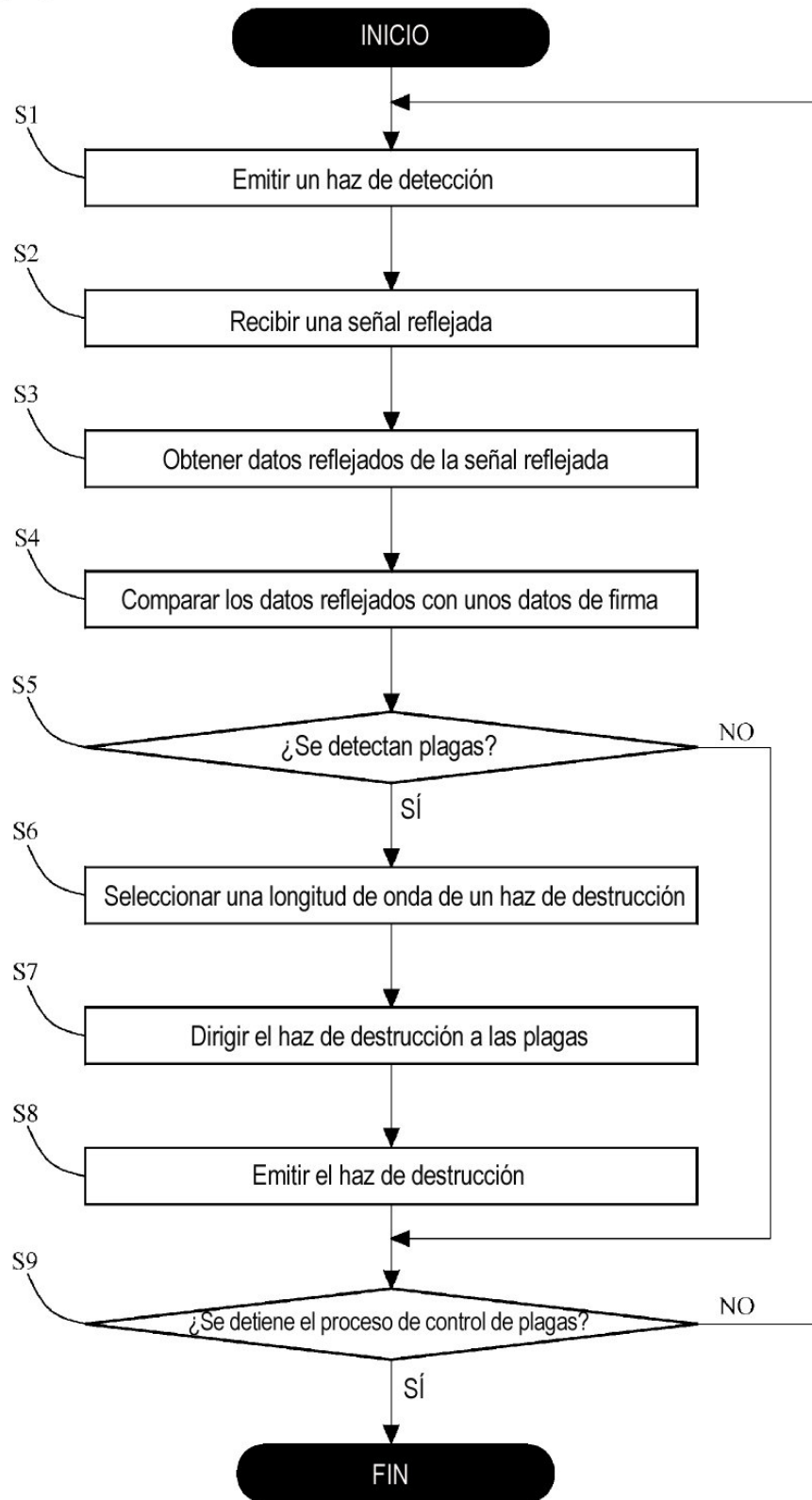
[Fig. 2]



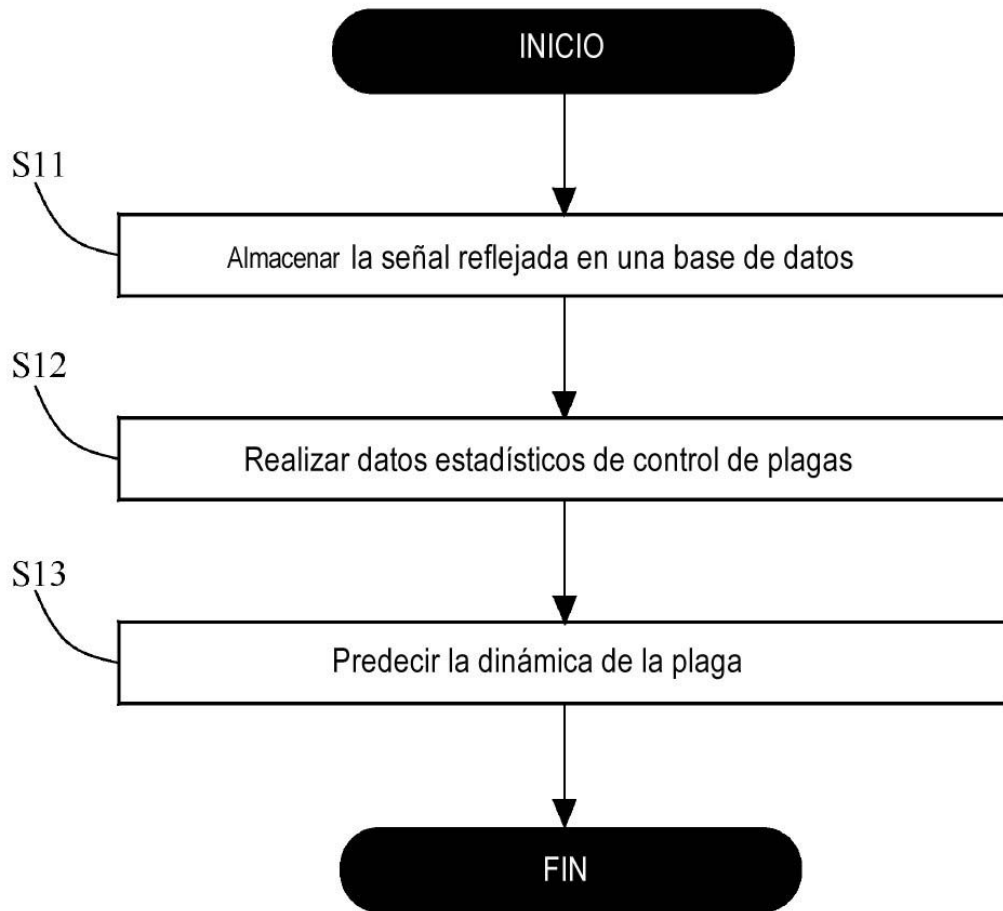
[Fig. 3]



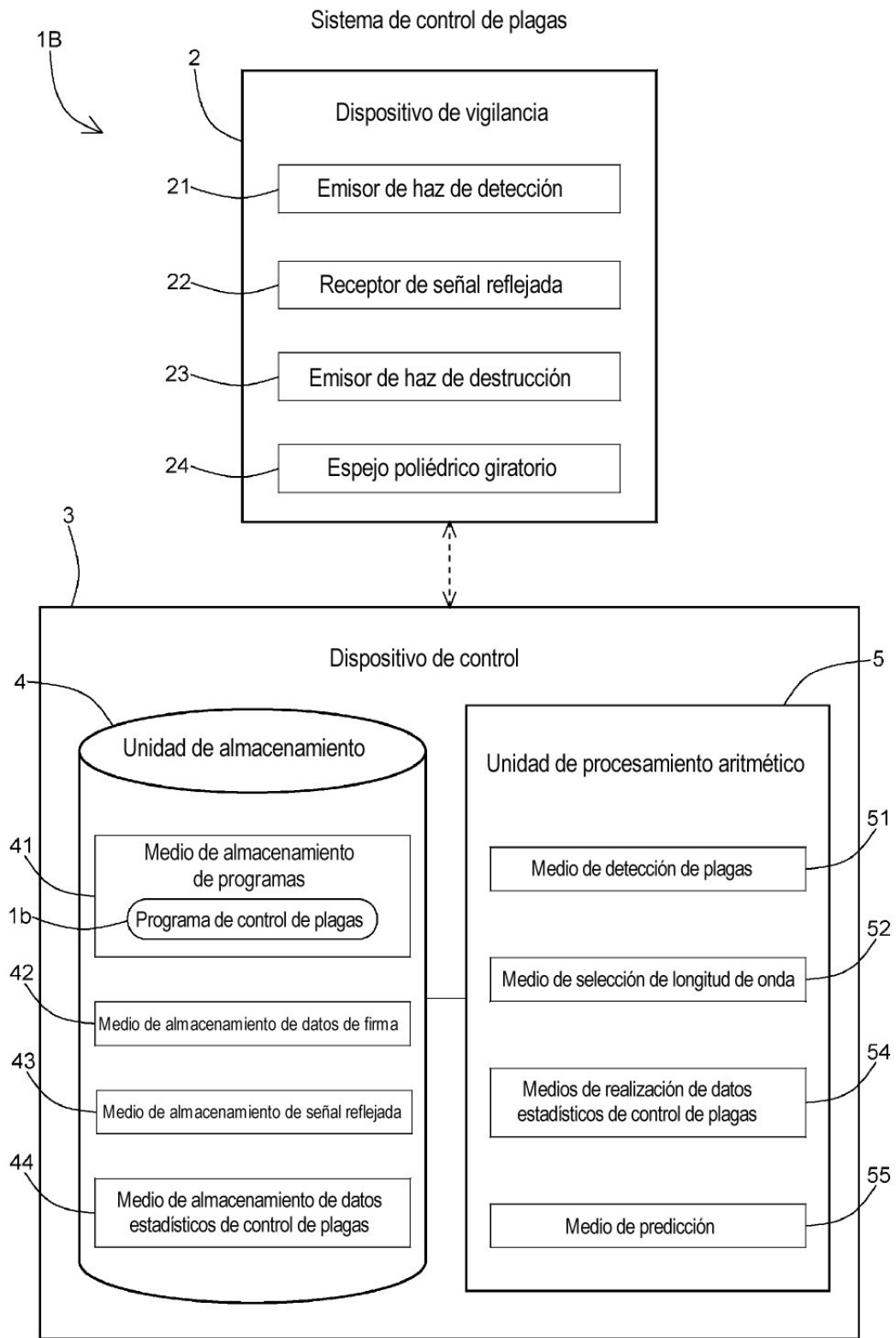
[Fig. 4]



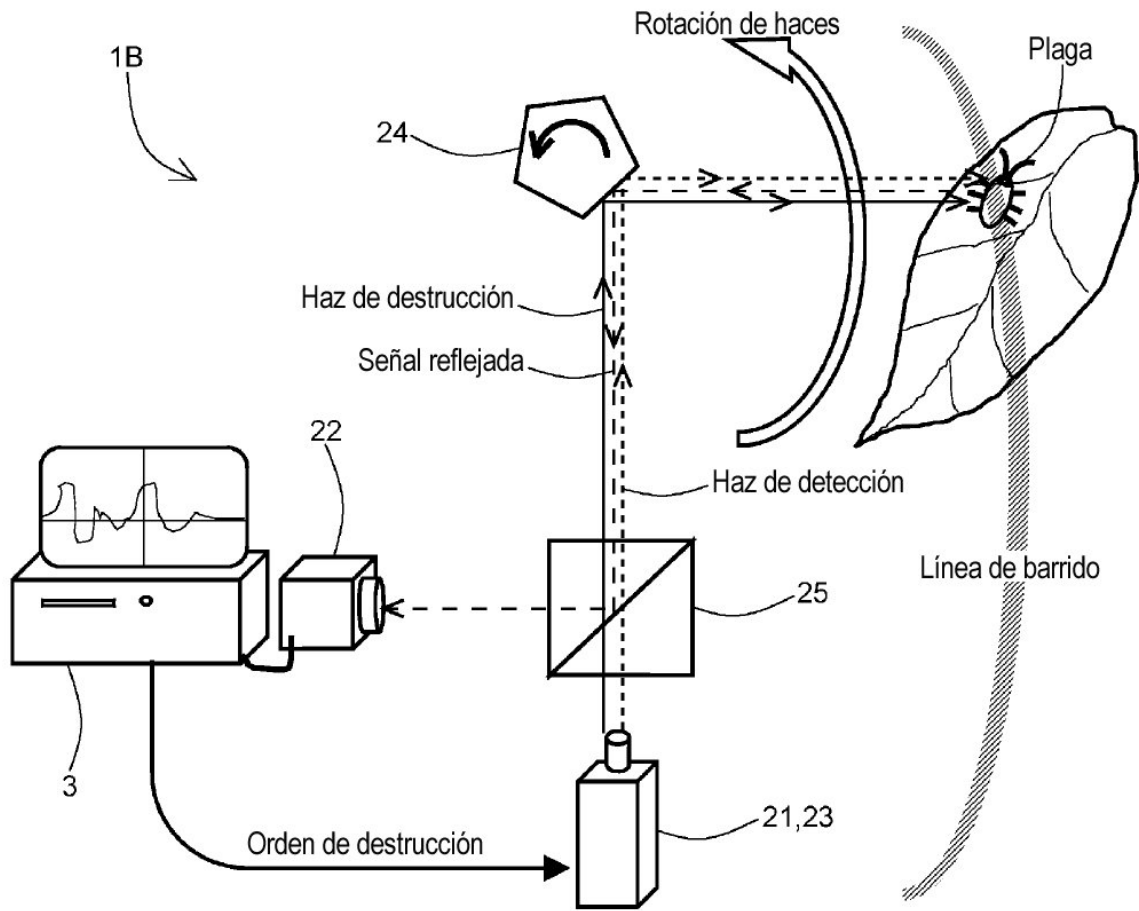
[Fig. 5]



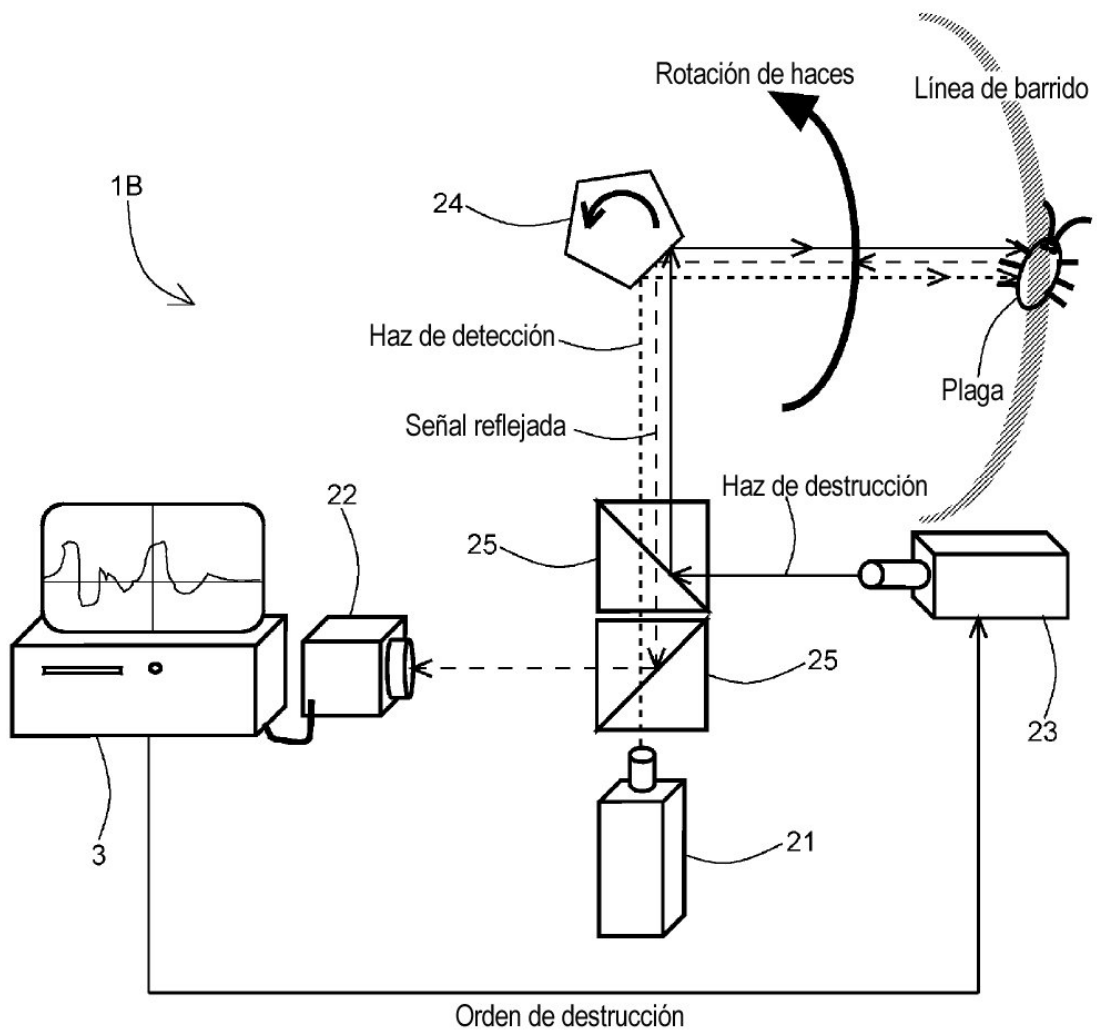
[Fig. 6]



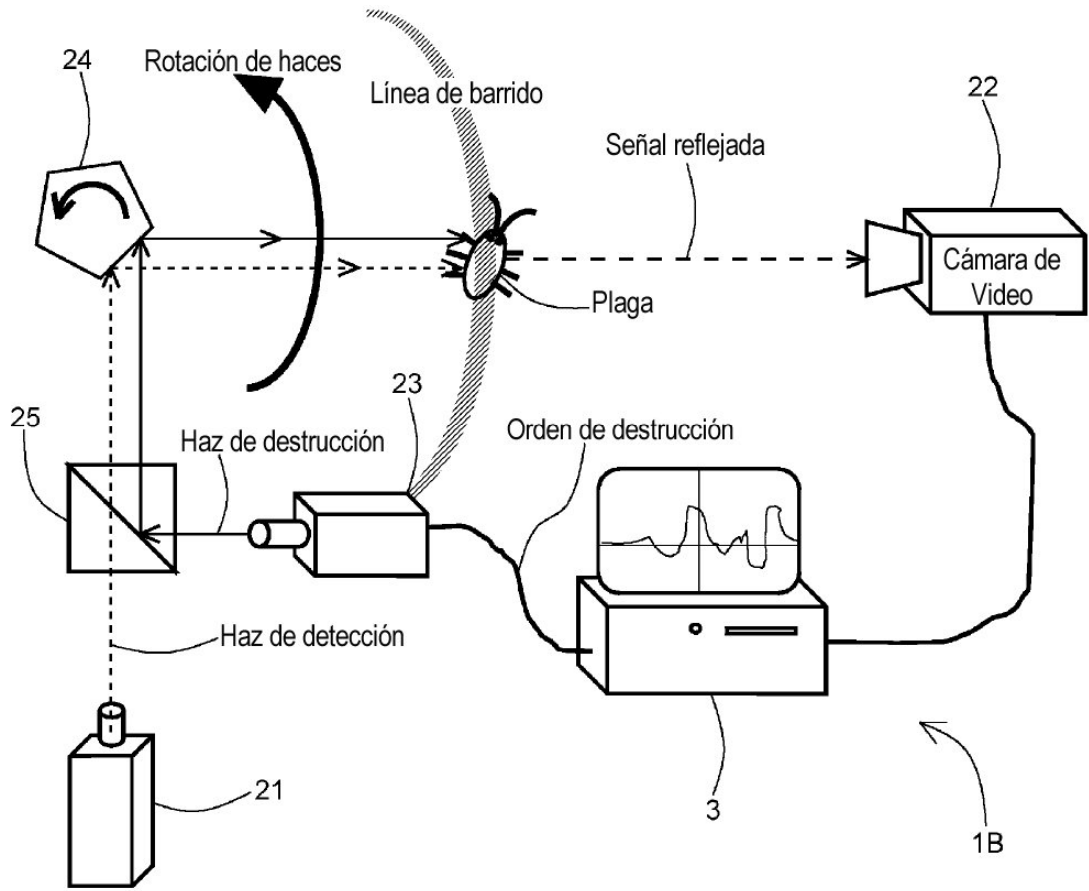
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]

