

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 987 207**

51 Int. Cl.:

**A01G 9/24**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.11.2020 PCT/EP2020/081522**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.05.2021 WO21099167**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.11.2020 E 20800948 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2024 EP 4061116**

54 Título: **Sistema y procedimiento para el monitoreo y/u optimización autónoma del crecimiento de plantas**

30 Prioridad:

**19.11.2019 US 201962937551 P  
03.12.2019 EP 19213206**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**14.11.2024**

73 Titular/es:

**SIGNIFY HOLDING B.V. (100.0%)  
High Tech Campus 48  
5656 AE Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**GOPAL SAMY, MATHAN, KUMAR;  
DEIXLER, PETER;  
VANGALAPAT, THARAKESAVULU y  
KOH, JAEHAN**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 987 207 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 y procedimiento para el monitoreo y/u optimización autónoma del crecimiento de plantas

### 5 CAMPO DE LA DESCRIPCIÓN

La presente descripción se refiere, en general, a sistemas y procedimientos para el monitoreo y/u optimización autónoma del crecimiento de plantas.

### 10 ANTECEDENTES

Se espera que la población mundial alcance los 9,8 mil millones en 2050, el 68 % de los cuales vivirá en zonas urbanas. Si bien la necesidad de alimentos está en aumento, la superficie agrícola disminuye debido a la urbanización y al cambio climático. Como resultado, la mayoría de la población urbana tiene poco o ningún acceso a productos frescos y saludables en las inmediaciones. La agricultura de interior se está convirtiendo rápidamente en una forma preferida y eficiente de producir más alimentos con menos recursos que la agricultura convencional, sin depender de la disponibilidad de tierras cultivables y las condiciones climáticas externas.

Según un informe de mercado de 2017, la mano de obra representa el 56 % de los gastos operativos en granjas verticales. En promedio, una granja vertical requiere 63 trabajadores por acre, mientras que los invernaderos solo necesitan 3. En las granjas verticales, cuando no se examinan cuidadosamente en cada entrada, los trabajadores pueden ser portadores de contaminación. En consecuencia, se necesita un mayor grado de automatización en la industria agrícola vertical para reducir el costo laboral y el riesgo de contaminación.

El documento US2018/0271029A1 divulga un procedimiento realizado por un sistema de cultivo inteligente que monitoriza una planta y dirige el cuidado de la planta. De este modo, las imágenes de la planta pueden recuperarse de una biblioteca de imágenes, y las mediciones del sensor pueden recuperarse de un recurso remoto.

### 30 RESUMEN DE LA DESCRIPCIÓN

La presente descripción se refiere a un sistema y un procedimiento para realizar un monitoreo autónomo y/u optimización del crecimiento de la planta, por ejemplo, mediante el análisis de imágenes y otros datos capturados en un área agrícola antes y después de un accionamiento de un dispositivo de accionamiento. Según el análisis, el dispositivo de accionamiento se configura dinámicamente para proporcionar condiciones para mejorar el crecimiento de la planta. En algunos ejemplos, los dispositivos de accionamiento se pueden configurar para proporcionar niebla a través de un sistema de irrigación, luz a través de un sistema de iluminación y/o flujo de aire a través de, por ejemplo, un ventilador. Además, si el sistema no puede capturar la planta o las características específicas de la planta en una imagen, los dispositivos de accionamiento se pueden configurar dinámicamente para ayudar a capturar las imágenes. En un ejemplo, la iluminación proporcionada por el sistema de iluminación puede ajustarse de modo que la planta sea más visible en las imágenes capturadas posteriormente.

La invención se define mediante las reivindicaciones independientes y las reivindicaciones dependientes correspondientes.

45 Un aspecto es definido por la reivindicación 1.

El período predeterminado mencionado en la reivindicación 1 puede ser, por ejemplo, como máximo 1 minuto, como máximo 30 segundos o como máximo 1 segundo.

50 Según un ejemplo, el procesador puede estar configurado además para determinar si la planta está presente en la primera y segunda imágenes del área agrícola. El procesador puede configurarse además para establecer dinámicamente uno o más parámetros del uno o más dispositivos de accionamiento si la planta no está presente en la primera y segunda imágenes.

55 Según un ejemplo, el procesador puede configurarse además para determinar si una o más características de la planta son visibles en la primera y segunda imágenes del área agrícola. El procesador puede configurarse además para establecer dinámicamente uno o más parámetros del uno o más dispositivos de accionamiento si la una o más características de la planta no están presentes en la primera y segunda imágenes.

60 Según la invención, el procesador está configurado además para detectar una o más características de la planta en la primera y segunda imágenes del área agrícola. El procesador está configurado además para evaluar las una o más características detectadas de la planta para una o más cualidades visuales de la planta. El procesador está configurado además para establecer dinámicamente uno o más parámetros de los uno o más dispositivos de accionamiento según las una o más cualidades visuales de la planta.

65

Según un ejemplo, las una o más cualidades visuales de la planta pueden no ser visibles en las una o más características detectadas de la planta en la primera imagen.

5 Como ya se mencionó, si el sistema no puede capturar la planta o las características específicas de la planta en una imagen, el dispositivo de accionamiento se puede configurar dinámicamente para ayudar a capturar las imágenes. Esto puede aplicarse de manera similar si el sistema no puede capturar la planta o las características específicas de la planta en una imagen, el primer accionamiento del dispositivo de accionamiento puede ayudar a capturar las imágenes y, en particular, las una o más cualidades visuales de la planta en las una o más características detectadas de la planta en la primera imagen. El primer accionamiento puede, en aspectos, no estar relacionado o ser independiente de la sincronización de los uno o más sensores de imagen, por ejemplo, un primer accionamiento puede ocurrir independientemente de todos modos, por ejemplo, una neblina programada. Por ejemplo, en un ejemplo no limitativo: un hongo en una hoja puede no ser visible en la primera imagen, pero el procesador puede activar los uno o más sensores de imagen dentro de un período predeterminado después de dicha primera actuación para capturar una segunda imagen, cuya primera actuación puede ser, por ejemplo, una nebulización programada independiente de la captura de imagen de los uno o más sensores de imagen, para ayudar a la determinación del hongo en la hoja en la segunda imagen. Ya que la niebla puede desviar la hoja y, por lo tanto, el hongo puede volverse más visible. Se pueden prever ejemplos similares,

20 Según un ejemplo, se puede programar la primera actuación. Según un ejemplo, el primer accionamiento puede ser independiente del uno o más sensores de imagen que capturan la primera imagen, y el procesador almacena la primera imagen a través de la memoria.

25 Según un ejemplo, el sistema puede incluir además uno o más sensores ambientales configurados para capturar datos ambientales en el área agrícola. Los sensores ambientales pueden incluir uno o más sensores electroquímicos de monitoreo del suelo. El procesador puede estar configurado además para almacenar, a través de la memoria, un primer conjunto de datos ambientales capturados en el área agrícola antes del primer accionamiento del uno o más dispositivos de accionamiento. El procesador puede estar configurado además para activar, sincrónicamente con el primer accionamiento, el uno o más sensores ambientales para capturar un segundo conjunto de datos ambientales en el área agrícola. El procesador puede estar configurado además para evaluar el primer y segundo conjunto de datos ambientales para una o más cualidades ambientales. El ajuste dinámico de los uno o más parámetros puede basarse además en las una o más cualidades ambientales.

35 Según la invención, el procesador está configurado además para identificar la ubicación de una o más características de la planta en la primera y segunda imágenes. La evaluación de la una o más características de la planta se basa además en la ubicación de la una o más características de la planta.

40 Según un ejemplo, el procesador puede estar configurado además para activar el uno o más sensores de imagen para capturar la segunda imagen del área agrícola dentro de un período predeterminado (o programado) después del primer accionamiento.

Según un ejemplo, los sensores de imagen pueden incluir uno o más sensores rojo-verde-azul (RGB). Los sensores de imagen pueden incluir uno o más sensores multispectrales.

45 Según un ejemplo, los dispositivos de accionamiento pueden incluir uno o más sistemas de iluminación. Los dispositivos de accionamiento pueden incluir uno o más sistemas de irrigación.

Otro aspecto es definido por la reivindicación 8.

50 Según la invención, el procedimiento incluye además establecer dinámicamente uno o más parámetros del o de los dispositivos de accionamiento según la o las cualidades visuales de la planta.

55 Según un ejemplo, el procedimiento puede incluir además recuperar, de la memoria, un primer conjunto de datos ambientales capturado en el área agrícola antes del primer accionamiento del uno o más dispositivos de accionamiento. El procedimiento puede incluir además activar, a través del procesador, de forma síncrona con el primer accionamiento, el uno o más sensores ambientales para capturar un segundo conjunto de datos ambientales en el área agrícola. El procedimiento puede incluir además evaluar el primer y segundo conjuntos de datos ambientales para una o más cualidades ambientales. El procedimiento puede incluir además establecer dinámicamente uno o más parámetros de los uno o más dispositivos de accionamiento según las una o más cualidades ambientales y/o las una o más cualidades visuales de la planta.

60 En diversas implementaciones, un procesador o controlador puede estar asociado con uno o más medios de almacenamiento (denominados genéricamente en esta invención como "memoria", por ejemplo, memoria informática volátil y no volátil tal como RAM, PROM, EPROM y EEPROM, disquetes, discos compactos, discos ópticos, cinta magnética, etc.). En algunas implementaciones, los medios de almacenamiento pueden codificarse con uno o más programas que, cuando se ejecutan en uno o más procesadores y/o controladores, realizan al menos algunas de las

funciones analizadas en esta invención. Varios medios de almacenamiento pueden fijarse dentro de un procesador o controlador o pueden ser transportables, de tal manera que el uno o más programas almacenados en los mismos pueden cargarse en un procesador o controlador para implementar diversos aspectos como se analiza en esta invención. Los términos "programa" o "programa informático" se usan en este documento en un sentido genérico para hacer referencia a cualquier tipo de código informático (por ejemplo, software o microcódigo) que se puede emplear para programar uno o más procesadores o controladores.

Estos y otros aspectos de la invención serán evidentes y se aclararán con referencia a las realizaciones descritas en lo sucesivo en esta invención.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

En los dibujos, los caracteres de referencia similares generalmente se refieren a las mismas piezas en las diferentes vistas. Además, los dibujos no están necesariamente a escala, en lugar de ello generalmente se hace énfasis en ilustrar los principios de las diversas realizaciones.

La Figura 1 es un esquema de un sistema para el monitoreo y/u optimización autónoma del crecimiento de plantas, según un ejemplo.

La Figura 2 es un esquema adicional de un sistema para el monitoreo autónomo y/u optimización del crecimiento vegetal implementado en un área agrícola, según un ejemplo.

La Figura 3 es una imagen de un área agrícola capturada por el sistema, según un ejemplo, que muestra las hojas de una planta que ocluye una flor.

La Figura 4 es una imagen de un área agrícola procesada por un algoritmo de segmentación.

La Figura 5 es una imagen de una planta que demuestra una coloración distinta.

La Figura 6 es un diagrama de flujo de un procedimiento para el monitoreo y/u optimización autónoma del crecimiento vegetal, según un ejemplo.

La Figura 7 es un diagrama de flujo de etapas adicionales de un procedimiento para el monitoreo y/u optimización autónoma del crecimiento de plantas, según un ejemplo adicional.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

La presente descripción se refiere a un sistema y un procedimiento para realizar un monitoreo autónomo y/u optimización del crecimiento de las plantas. De manera más general, el Solicitante ha reconocido y apreciado que sería beneficioso proporcionar un sistema configurado para monitorear el crecimiento y la salud de las plantas dentro de un área agrícola y, posteriormente, ajustar las condiciones del área agrícola en respuesta al estado de las plantas. El solicitante también ha reconocido y apreciado que sería beneficioso crear un sistema de este tipo que se ajuste a las dificultades en el monitoreo de las plantas, tal como cuando las porciones de una planta se ocluyen en una imagen capturada para ser analizada.

Con referencia a las Figuras 1 y 2, en un aspecto, se proporciona un sistema 100 para el monitoreo autónomo y/u optimización del crecimiento de plantas. El sistema 100 incluye uno o más dispositivos de accionamiento 110 configurados para interactuar con un área agrícola 120. Los dispositivos de accionamiento 110 pueden incluir uno o más sistemas de iluminación. El sistema de iluminación se puede configurar para controlar el color, la temperatura de color, la intensidad, la dirección, la modulación, la escena de luz, la receta de luz y/o el ciclo de iluminación de una o más luminarias dentro del área agrícola. Los dispositivos de accionamiento 110 pueden incluir uno o más sistemas de irrigación. El sistema de irrigación puede configurarse para proporcionar agua a una o más porciones del área agrícola 120. El agua puede proporcionarse en forma de niebla. Los dispositivos de accionamiento 110 pueden ser un sistema de control de temperatura configurado para establecer la temperatura de una o más porciones del área agrícola 120. Los dispositivos de accionamiento 110 pueden ser una o más pistolas de pulverización de agua. Los dispositivos de accionamiento 110 pueden ser uno o más brazos robóticos configurados para mover cualquier componente del sistema, tales como los sensores de imagen 130. Los dispositivos de accionamiento 110 pueden ser uno o más brazos robóticos configurados para interactuar con el área agrícola 120, incluidas las plantas 140 dentro del área agrícola 120. Los dispositivos de accionamiento 110 pueden ser uno o más conjuntos de vibración. Los dispositivos de accionamiento 110 pueden ser uno o más altavoces de audio. Los dispositivos de accionamiento 110 pueden ser uno o más ventiladores o sopladores configurados para hacer circular aire a través de una o más porciones del área agrícola 120. Los dispositivos de accionamiento 110 pueden ser cualquier combinación de los sistemas y dispositivos mencionados anteriormente.

El sistema 100 incluye uno o más sensores de imagen 130 configurados para capturar imágenes de una planta 140 en el área agrícola 120. Según un ejemplo, los sensores de imagen 130 pueden incluir uno o más sensores rojo-verde-azul (RGB). Los sensores de imagen 130 pueden incluir uno o más sensores multispectrales. Los sensores de imagen 130 pueden incluir uno o más sensores de tiempo de vuelo. Los sensores de imagen 130 pueden incluir cualquier combinación de los sistemas y dispositivos mencionados anteriormente. Los sensores de imagen 130 pueden montarse en brazos mecánicos, brazos robóticos, drones o cualquier otro dispositivo capaz de colocar el sensor de imagen 130 dentro del área agrícola 120. Los ejemplos de imágenes capturadas por los sensores de imagen 130 se

muestran en las Figuras 3-5).

El sistema 100 incluye un procesador 150 en comunicación con el uno o más sensores de imagen 130. El procesador 150 también puede estar en comunicación con el uno o más dispositivos de accionamiento 110. El procesador 150 está configurado para almacenar, a través de una memoria 160, una primera imagen 170 del área agrícola 120 capturada antes de un primer accionamiento del uno o más dispositivos de accionamiento 110. El procesador 150 puede ser capaz de ejecutar instrucciones almacenadas en la memoria 160 o procesar datos de otro modo para, por ejemplo, realizar una o más etapas de un procedimiento. El procesador 150 puede estar formado por uno o múltiples módulos. El procesador 150 puede tomar cualquier forma adecuada, que incluye, entre otros, un microprocesador, microcontrolador, múltiples microcontroladores, circuitos, matriz de puertas programables de campo (FPGA), circuito integrado de aplicación específica (ASIC), un solo procesador o varios procesadores.

La memoria 160 puede ser un medio no transitorio. La memoria 160 puede tener cualquier forma adecuada, que incluye una memoria no volátil y/o una RAM. La memoria 160 puede incluir varias memorias tales como, por ejemplo, caché L1, L2 o L3 o memoria del sistema. Como tal, la memoria 160 puede incluir memoria de acceso aleatorio estática (SRAM), RAM dinámica (DRAM), memoria flash, memoria de solo lectura (ROM) u otros dispositivos de memoria similares.

El procesador 150 está configurado para activar, sincrónicamente con el primer accionamiento, el uno o más sensores de imagen 130 para capturar una segunda imagen 180 del área agrícola 120. Como se describe con mayor detalle a continuación, el procesador 150 luego compara posteriormente la segunda imagen 180 con la primera imagen 170 para evaluar la planta 140.

Según la invención, el procesador 150 está configurado además para activar el o los sensores de imagen 130 para capturar la segunda imagen 180 del área agrícola 120 dentro de un período predeterminado (o programado) 270 después del primer accionamiento. El período predeterminado (o programado) 270 puede establecerse automáticamente a través del procedimiento de optimización. El período predeterminado (o programado) 270 puede almacenarse en la memoria 160. Un usuario puede programar el período predeterminado (o programado) 270 a través de una interfaz de usuario. La interfaz de usuario puede incluir uno o más dispositivos para permitir la comunicación con un usuario. La interfaz de usuario puede ser cualquier dispositivo o sistema que permita transmitir y/o recibir información, y puede incluir una pantalla, un ratón y/o un teclado para recibir comandos de usuario. En algunas realizaciones, la interfaz de usuario puede incluir una interfaz de línea de comandos o interfaz gráfica de usuario o microservicios que pueden presentarse a un terminal remoto a través de la interfaz de comunicación. La interfaz de usuario puede estar ubicada con uno o más de otros componentes del sistema, o puede estar ubicada remota del sistema y en comunicación a través de una red de comunicaciones cableada y/o inalámbrica.

El período predeterminado 270 puede depender del tipo de análisis. Por ejemplo, si el sistema 100 determina si una o más características 200 de la planta 140 son visibles en la primera y segunda imágenes 170, 180, el período de tiempo predeterminado 270 puede ser un período de segundos, tal como 10 segundos. En un ejemplo adicional, si el sistema 100 está evaluando el crecimiento de la planta 140, el período de tiempo predeterminado puede ser un período de horas, tal como 10 horas. Además, el período predeterminado 270 puede depender de la variedad de plantas 140 cultivadas en el área agrícola 120. Además, el período predeterminado 270 puede depender del tipo y las características de los sensores de imagen 130 y/o los dispositivos de accionamiento 110 utilizados por el sistema 100. El período de tiempo predeterminado 270 puede ser cualquier período de tiempo apropiado para el presente análisis.

Según un ejemplo, el procesador 150 puede estar configurado además para determinar si la planta 140 está presente en la primera y segunda imágenes 170, 180 del área agrícola 120. La Figura 2 muestra una cantidad de plantas 140 dentro del área agrícola 120 para ser detectadas por el procesador 150. La determinación de la presencia de la planta 140 puede ejecutarse usando una red neuronal convolucional que implementa un esquema de clasificación binaria. En términos generales, el esquema de clasificación binaria clasifica las porciones (como píxeles individuales o agrupaciones de píxeles) de las imágenes 170, 180 como que contienen una planta o no. La red neuronal puede estar caracterizada por una secuencia de bloques, cada uno de los cuales consiste en capas convolucionales, capas de agrupación máxima y una capa de activación. Durante un procedimiento de entrenamiento, la red aprende los parámetros de clasificación óptimos utilizando un gran conjunto de imágenes de capacitación con y sin plantas. Los usuarios también pueden suministrar etiquetas anotadas manualmente para cada imagen como datos de veracidad del terreno.

El procesador 150 puede configurarse además para establecer dinámicamente uno o más parámetros 190 del uno o más dispositivos de accionamiento 110 si la planta 140 no está presente en la primera y segunda imágenes 170, 180. Por ejemplo, los parámetros 190 de un sistema de iluminación pueden establecerse para aumentar el brillo en porciones mal iluminadas del área agrícola 120.

En un ejemplo adicional, el procesador 150 puede configurarse para determinar si la planta 140 está presente en la primera imagen 170 del área agrícola 120, en lugar de tanto la primera como la segunda imágenes 170, 180. La primera imagen 170 se captura antes del primer accionamiento de uno o más dispositivos de accionamiento 110. El procesador

150 puede configurarse además para establecer dinámicamente uno o más parámetros 190 del uno o más dispositivos de accionamiento 110 si la planta 140 no está presente en la primera imagen 170. En esta configuración, el procesador 150 puede establecer dinámicamente los parámetros 190 sin requerir el primer accionamiento.

5 Además, al determinar la presencia de una planta 140 en un área agrícola 120, el procesador 150 puede configurarse para renunciar al primer accionamiento. En este ejemplo, el procesador 150 puede determinar la presencia de la planta 140 en la primera imagen 170 y la segunda imagen 180 sin un primer accionamiento intermedio entre la captura de las dos imágenes 170, 180. El procesador 150 puede configurarse además para establecer dinámicamente uno o más parámetros 190 del uno o más dispositivos de accionamiento 110 si la planta 140 no está presente en la primera y/o  
10 segunda imágenes 170, 180.

Según un ejemplo, el procesador 150 puede estar configurado además para determinar si una o más características 200 de la planta 140 son visibles en la primera y segunda imágenes 170,180 del área agrícola 120. Las características 200 de la planta 140 pueden ser, por ejemplo, flores, hojas, nueces y/o raíces. La característica 200 puede no estar  
15 presente en las imágenes 170, 180 debido a la oclusión por otras plantas 140 u otras características 200 de la misma planta 140. La Figura 3 muestra un ejemplo de dicha oclusión, donde una flor está ocluida por varias hojas.

El procesador 150 puede configurarse además para establecer dinámicamente uno o más parámetros 190 del uno o más dispositivos de accionamiento 110 si la una o más características 200 de la planta 140 no están presentes en la  
20 primera y segunda imágenes 170, 180. Por ejemplo, los parámetros 190 de un brazo robótico pueden establecerse para mover las hojas de las plantas 140 para eliminar una oclusión de una o más flores. En otro ejemplo, los parámetros 190 de un ventilador o soplador pueden establecerse para generar un flujo de aire para mover las hojas de las plantas 140 para eliminar una oclusión de una o más flores. En un ejemplo adicional, los parámetros 190 de una pistola de pulverización de agua se pueden configurar para generar una pulverización de agua para mover las hojas de las  
25 plantas 140 para eliminar una oclusión de una o más flores.

Según un ejemplo adicional, el procesador 150 puede configurarse para determinar si una o más características 200 de la planta 140 son visibles en la primera imagen 170 del área agrícola 120, en lugar de tanto la primera como la  
30 segunda imágenes 170, 180. La primera imagen 170 se captura antes del primer accionamiento de uno o más dispositivos de accionamiento 110. El procesador 150 puede configurarse además para establecer dinámicamente uno o más parámetros 190 del uno o más dispositivos de accionamiento 110 si la una o más características 200 de la planta 140 no están presentes en la primera imagen 170. En esta configuración, el procesador 150 puede establecer dinámicamente los parámetros 190 sin requerir el primer accionamiento.

35 Además, al determinar la visibilidad de las características de la planta 200 en el área agrícola 120, el procesador 150 puede configurarse para renunciar al primer accionamiento. En este ejemplo, el procesador 150 puede determinar la visibilidad de las características 200 de la planta 140 en la primera imagen 170 y la segunda imagen 180 sin un primer accionamiento intermedio entre la captura de las dos imágenes 170, 180. El procesador 150 puede configurarse además para establecer dinámicamente uno o más parámetros 190 del uno o más dispositivos de accionamiento 110 si las características 200 no son visibles en la primera y/o segunda imágenes 170,180.  
40

En algunos aspectos, el procesador puede configurarse además para establecer dinámicamente uno o más parámetros del uno o más dispositivos de accionamiento si la una o más características de la planta no están presentes en la primera imagen. Por ejemplo, los parámetros de un brazo robótico pueden establecerse para mover las hojas de  
45 las plantas para eliminar una oclusión de una o más flores. En otro ejemplo, los parámetros de un ventilador o soplador pueden establecerse para generar un flujo de aire para mover las hojas de las plantas para eliminar una oclusión de una o más flores. En un ejemplo adicional, los parámetros de una pistola de pulverización de agua se pueden configurar para generar una pulverización de agua para mover las hojas de las plantas para eliminar una oclusión de una o más flores. Esto crea beneficiosamente un sistema que se ajusta para las dificultades en el monitoreo de las  
50 plantas, como cuando las porciones de una planta se ocluyen en una imagen capturada para ser analizada.

Según la invención, el procesador 150 está configurado además para detectar una o más características 200 de la planta 140 en la primera y segunda imágenes 170, 180 del área agrícola 120. Las características 200, tales como  
55 flores, pueden identificarse usando un algoritmo de segmentación semántica. El algoritmo puede configurarse para distinguir porciones (como píxeles individuales o agrupaciones de píxeles) de las imágenes como características específicas de la planta 200 y todos los demás objetos. En un ejemplo, se puede usar un modelo de autocodificador basado en la arquitectura U-Net. Un ejemplo de dicha detección se muestra en la Figura 4. En la Figura 4, la imagen superior del área agrícola 120 se procesa de modo que las flores dentro de la imagen se reemplacen con píxeles blancos, y todos los demás objetos dentro de la imagen se reemplacen con píxeles negros.  
60

El procesador 150 está configurado además para evaluar las una o más características detectadas 200 de la planta 140 para una o más cualidades visuales de la planta 210. Las cualidades visuales de la planta 210 pueden incluir la cantidad, el tamaño y/o el color de las características 200 de la planta 140. Por ejemplo, la Figura 4 pueden evaluarse para determinar que existen quince (15) flores en la imagen. Además, las áreas blancas de la imagen inferior de la  
65 Figura 4 para determinar el tamaño de las flores dentro de la imagen. En un ejemplo adicional, la Figura 5 para

determinar una decoloración en la flor. Las cualidades visuales de la planta 210 pueden incluir mediciones relativas, tales como la tasa de crecimiento de las características 200 entre la captura de la primera imagen 170 y la segunda imagen 180.

5 Según la invención, el procesador 150 está configurado además para identificar la ubicación 260 de una o más características de la planta 140 en la primera y segunda imágenes 170, 180. La evaluación de la una o más características 200 de la planta 140 se basa además en la ubicación 260 de la una o más características 200 de la planta 140. Por ejemplo, el procesador 150 puede cuantificar el cambio en la ubicación (o movimiento) de las hojas de la planta 140 cuando un sistema de irrigación aplica una niebla o cuando un ventilador aplica un flujo de aire.

10 El procesador 150 está configurado además para establecer dinámicamente uno o más parámetros 190 del uno o más dispositivos de accionamiento 110 según la una o más cualidades visuales de la planta 210. Por ejemplo, la decoloración que se muestra en la Figura 5 puede hacer que los parámetros 190 de un sistema de irrigación nebulicen la planta 140 con una mayor cantidad de agua que la proporcionada anteriormente. En un ejemplo adicional, la decoloración que se muestra en la Figura 5 puede hacer que los parámetros 190 de un sistema de iluminación proporcionen a la planta 140 una mayor cantidad de luz solar que la proporcionada anteriormente. Los parámetros 190 pueden establecerse mediante una comparación de las cualidades visuales de la planta 210 con los valores deseados, tales como tamaño, color o tasa de crecimiento. Estos valores deseados pueden programarse usando una interfaz de usuario y almacenarse en la memoria 160.

20 Según un ejemplo, el sistema 100 puede incluir además uno o más sensores ambientales 220 configurados para capturar datos ambientales en el área agrícola 120. Los sensores 220 ambientales pueden incluir uno o más sensores de dióxido de carbono. Los sensores ambientales 220 pueden incluir uno o más sensores de compuestos orgánicos volátiles (COV). Los sensores 220 ambientales pueden incluir uno o más sensores de temperatura. Los sensores ambientales 220 pueden incluir uno o más sensores de humedad. Los sensores 220 ambientales pueden incluir uno o más micrófonos. Los sensores 220 ambientales pueden incluir uno o más sensores para monitorear la calidad de la leche de los animales alimentados con las plantas 140. Los sensores 220 ambientales pueden incluir uno o más sensores electroquímicos de monitoreo del suelo. Los sensores de monitoreo electroquímico del suelo se pueden configurar para medir el nivel de pH, la conductividad eléctrica, las propiedades electromagnéticas, la tasa de evapotranspiración, el contenido de humedad y/o el contenido de nitrógeno. Los sensores de monitoreo electroquímico del suelo pueden colocarse a múltiples profundidades diferentes. Los sensores ambientales 220 pueden incluir cualquier combinación de los sistemas y dispositivos mencionados anteriormente.

35 El sistema 100 puede incluir además una interfaz de usuario acoplada eléctricamente al procesador 150 donde un usuario puede ingresar datos ambientales. La interfaz de usuario puede estar configurada además para que el usuario introduzca datos relacionados con el horario y/o la disponibilidad de trabajadores o consumidores en el área agrícola. Por ejemplo, si el sistema 100 requiere o prefiere la intervención humana, el conocimiento de un día festivo informaría al sistema de que los trabajadores no están disponibles y de proceder con opciones de optimización alternativas (como la iluminación automatizada o los ajustes de irrigación).

40 El procesador 150 puede estar configurado además para almacenar, a través de la memoria 160, un primer conjunto de datos ambientales 230 capturado en el área agrícola 120 antes del primer accionamiento del uno o más dispositivos de accionamiento 110. El primer conjunto de datos ambientales 230 puede capturarse en cualquier punto apropiado dentro del área agrícola 120. Por ejemplo, el primer conjunto de datos ambientales se puede capturar cerca de una o más plantas 140.

50 El procesador 150 puede estar configurado además para activar, sincrónicamente con el primer accionamiento, el uno o más sensores ambientales 220 para capturar un segundo conjunto de datos ambientales 240 en el área agrícola 120. Según un ejemplo, el procesador 150 puede estar configurado además para activar el uno o más sensores ambientales 220 para capturar el segundo conjunto de datos ambientales 240 del área agrícola 120 dentro de un período predeterminado 270 después del primer accionamiento.

55 El procesador 150 puede estar configurado además para evaluar el primer y segundo conjunto de datos ambientales 230, 240 para una o más cualidades ambientales 250. Las cualidades ambientales 250 pueden incluir la temperatura, el pH del suelo, el nivel de dióxido de carbono o cualquier otra cualidad del probatorio agrícola como estado del área agrícola 120. Las cualidades ambientales 250 se pueden evaluar de una manera similar a las cualidades visuales de la planta 210.

60 El ajuste dinámico de los uno o más parámetros 190 puede basarse además en las una o más cualidades ambientales 250. Por ejemplo, la intensidad de las luminarias del sistema de iluminación se puede ajustar según la temperatura del área agrícola 120. En un ejemplo adicional, un brazo robótico puede depositar fertilizante en porciones del área agrícola 120 con bajas mediciones de nutrientes.

65 Con referencia a la Figura 6, en otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento 400 para el monitoreo y/u optimización autónoma del crecimiento de plantas. El procedimiento 400 incluye recuperar 410, de una

5 memoria, a través de un procesador, una primera imagen del área agrícola capturada antes de un primer accionamiento de uno o más dispositivos de accionamiento. El procedimiento 400 incluye activar 420, a través del procesador, de forma sincronizada con el primer accionamiento, el uno o más sensores de imagen para capturar una segunda imagen del área agrícola. El procedimiento 400 incluye detectar 430, a través del procesador, una o más características de una planta en la primera y segunda imágenes del área agrícola. El procedimiento 400 incluye evaluar 440, a través del procesador, las una o más características detectadas de la planta para una o más cualidades visuales de la planta.

10 Según un ejemplo, el procedimiento 400 incluye establecer dinámicamente 450 uno o más parámetros de los uno o más dispositivos de accionamiento según las una o más cualidades visuales de la planta.

15 Según un ejemplo, y con referencia a la Figura 7, el procedimiento 400 puede incluir además recuperar 460, de la memoria, un primer conjunto de datos ambientales capturado en el área agrícola antes del primer accionamiento de los uno o más dispositivos de accionamiento. El procedimiento 400 puede incluir además activar 470, a través del procesador, de forma sincronizada con el primer accionamiento, el uno o más sensores ambientales para capturar un segundo conjunto de datos ambientales en el área agrícola. El procedimiento 400 puede incluir además evaluar 480 el primer y el segundo conjunto de datos ambientales para una o más cualidades ambientales. En este ejemplo, la configuración dinámica de los uno o más parámetros de los uno o más dispositivos de accionamiento puede basarse además en las una o más cualidades ambientales.

20 Debe entenderse que todas las definiciones, tal como se definen y se usan en esta invención, prevalecen sobre las definiciones del diccionario, las definiciones en documentos incorporados como referencia y/o los significados ordinarios de los términos definidos.

25 Debe entenderse que los artículos indefinidos "un" y "una", como se usan en esta invención en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones, significan "al menos uno", a menos que se indique claramente de otro modo.

30 Debe entenderse que la frase "y/o", como se usa en esta invención en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones, significa "cualquiera o ambos" de los elementos vinculados, es decir, elementos que están presentes conjuntamente en algunos casos y que están presentes por separado en otros casos. Múltiples elementos enumerados con "y/o" deben interpretarse de la misma manera, es decir, "uno o más" de los elementos vinculados. Opcionalmente, pueden estar presentes otros elementos distintos a los elementos identificados específicamente por el término "y/o", ya sea relacionados o no relacionados con esos elementos identificados específicamente.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (100) para el monitoreo y/u optimización autónoma del crecimiento de plantas que comprende:
  - 5 uno o más dispositivos de accionamiento (110) configurados para interactuar con un área agrícola (120); uno o más sensores de imagen (130) configurados para capturar imágenes de una planta (140) en el área agrícola (120); y
  - 10 un procesador (150) en comunicación con los uno o más sensores de imagen (130) y los uno o más dispositivos de accionamiento (110), el procesador (150) configurado para:
    - almacenar, a través de una memoria (160), una primera imagen (170) del área agrícola (120) capturada por los uno o más sensores de imagen (130) antes de un primer accionamiento de los uno o más dispositivos de accionamiento (110); y
    - 15 activar, dentro de un período predeterminado (270) después del primer accionamiento, el uno o más sensores de imagen (130) para capturar una segunda imagen (180) del área agrícola (120);
    - detectar una o más características (200) de la planta (140) en la primera y segunda imágenes (170, 180) de la zona agrícola (120);
    - comparar la segunda imagen (180) con la primera imagen (170) para evaluar las una o más características detectadas (200) de la planta (140) para una o más cualidades visuales de la planta (210);
    - 20 identificar la ubicación (260) de la una o más características (200) de la planta (140) en la primera y segunda imágenes (170,180), donde la evaluación de la una o más características (200) de la planta (140) se basa además en la ubicación (260) de la una o más características (200) de la planta (140); y
    - establecer dinámicamente uno o más parámetros (190) de los uno o más dispositivos de accionamiento (110) según las una o más cualidades visuales de la planta (210).
- 25 2. El sistema (100) según la reivindicación 1, donde el período de tiempo predeterminado es como máximo un minuto, como máximo treinta segundos o como máximo un segundo.
- 30 3. El sistema (100) según las reivindicaciones 1-2, que comprende además uno o más sensores ambientales (220) configurados para capturar datos ambientales en el área agrícola (120), donde el procesador (150) está configurado además para:
  - almacenar, a través de la memoria (160), un primer conjunto de datos ambientales (230) capturado en el área agrícola (120) antes del primer accionamiento de los uno o más dispositivos de accionamiento (110);
  - 35 activar, dentro de un período predeterminado (270) después de la primera activación, los uno o más sensores ambientales (220) para capturar un segundo conjunto de datos ambientales (240) en el área agrícola (120); y
  - evaluar el primer y el segundo conjunto de datos ambientales (230, 240) para una o más cualidades ambientales (250).
- 40 4. El sistema (100) según la reivindicación 3, donde el ajuste dinámico de los uno o más parámetros (190) se basa además en las cualidades ambientales (250).
- 45 5. El sistema (100) según las reivindicaciones 1-4, donde los sensores de imagen (130) comprenden uno o más sensores rojo-verde-azul (RGB) y/o uno o más sensores multiespectrales.
6. El sistema (100) según las reivindicaciones 1-5, donde los dispositivos de accionamiento (110) comprenden uno o más sistemas de iluminación y/o uno o más sistemas de irrigación.
- 50 7. El sistema (100) según la reivindicación 3, donde los sensores ambientales (220) comprenden uno o más sensores electroquímicos de monitoreo del suelo.
8. Un procedimiento (400) para el monitoreo autónomo y/u optimización del crecimiento de las plantas, que comprende:
  - 55 recuperar (410), de una memoria, a través de un procesador, una primera imagen del área agrícola capturada antes de un primer accionamiento de uno o más dispositivos de accionamiento; activar (420), a través del procesador, dentro de un período predeterminado (270) después del primer accionamiento, el uno o más sensores de imagen para capturar una segunda imagen del área agrícola;
  - 60 detectar (430), a través del procesador, una o más características de una planta en la primera y segunda imágenes del área agrícola; e
  - identificar la ubicación (260) de la una o más características (200) de la planta (140) en la primera y segunda imágenes (170, 180);
  - comparar la segunda imagen (180) con la primera imagen (170) para evaluar (440), a través del procesador, la una o más características detectadas de la planta para una o más cualidades visuales de la planta, donde la evaluación de la una o más características (200) de la planta (140) se basa además en la ubicación (260) de la una o más
  - 65

características (200) de la planta (140); y  
establecer dinámicamente uno o más parámetros (190) de los uno o más dispositivos de accionamiento (110)  
según las una o más cualidades visuales de la planta (210).

5 9. El procedimiento (400) según la reivindicación 8, que comprende además establecer dinámicamente (450)  
uno o más parámetros del uno o más dispositivos de accionamiento según la una o más cualidades visuales de la  
planta.

10 10. El procedimiento (400) según las reivindicaciones 8-9, donde la una o más cualidades visuales de la planta  
no son visibles en la una o más características detectadas de la planta en la primera imagen (170).

11. El procedimiento(400) según la reivindicación 9, que comprende, además:

15 recuperar (460), de la memoria, un primer conjunto de datos ambientales capturados en el área agrícola antes del  
primer accionamiento de los uno o más dispositivos de accionamiento;

activar (470), a través del procesador, dentro de un período predeterminado (270) después del primer  
accionamiento, el uno o más sensores ambientales para capturar un segundo conjunto de datos ambientales en el  
área agrícola; y

20 evaluar (480) el primer y el segundo conjunto de datos ambientales para una o más cualidades ambientales;  
donde el ajuste dinámico de los uno o más parámetros se basa además en las cualidades ambientales.

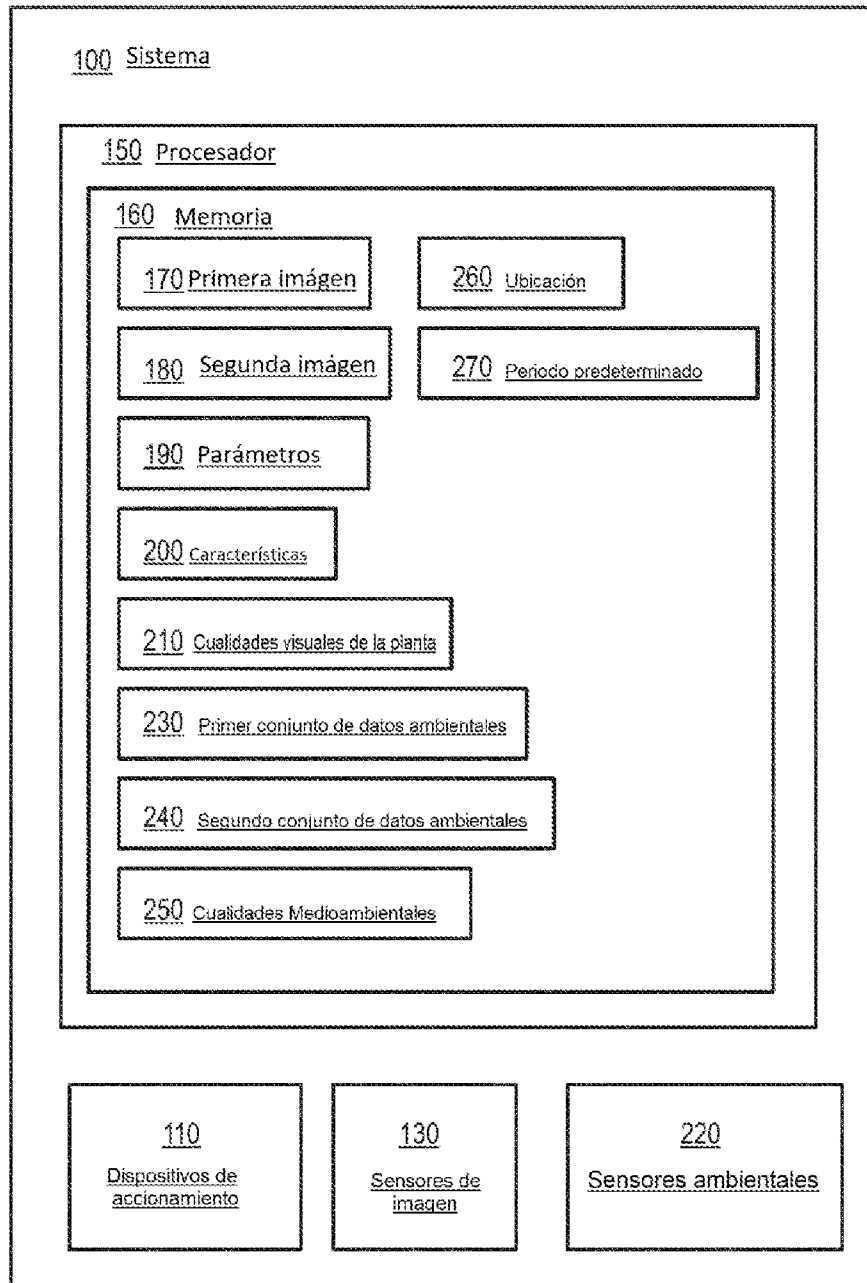


Fig. 1

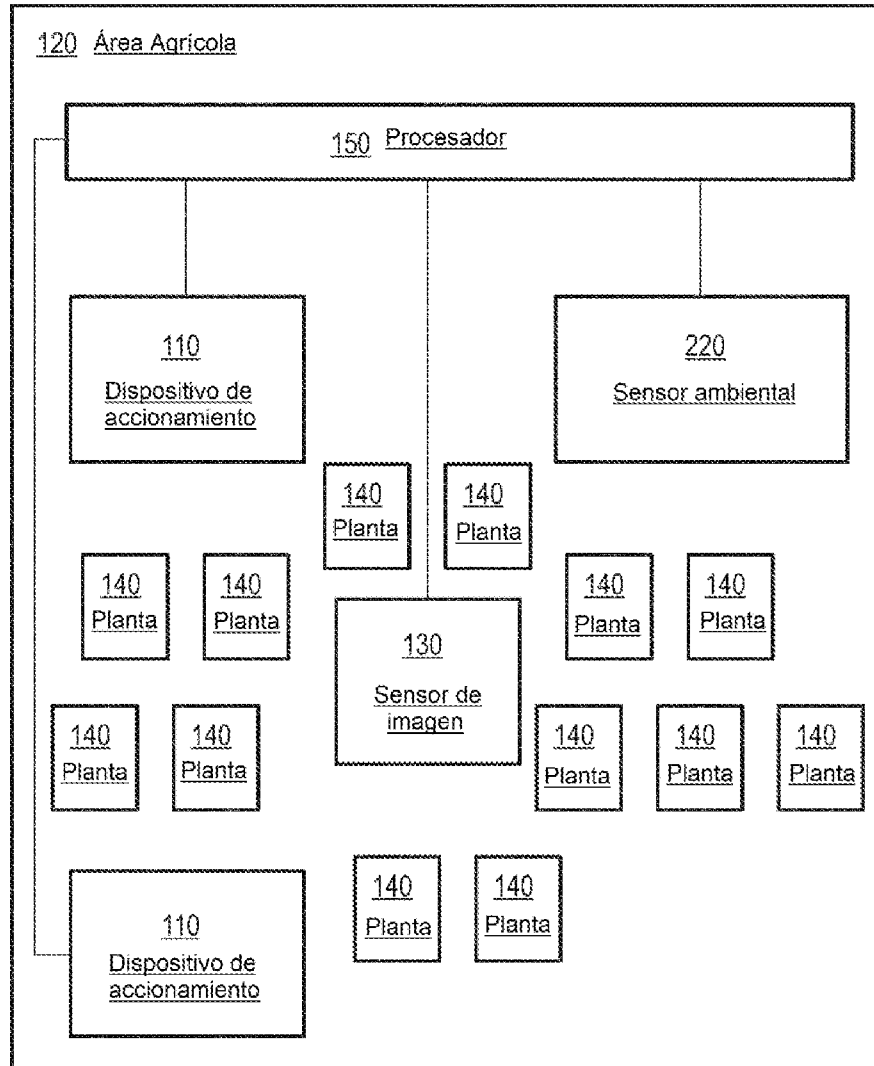


Fig. 2



Oclusión de una flor  
por las hojas

Fig. 3

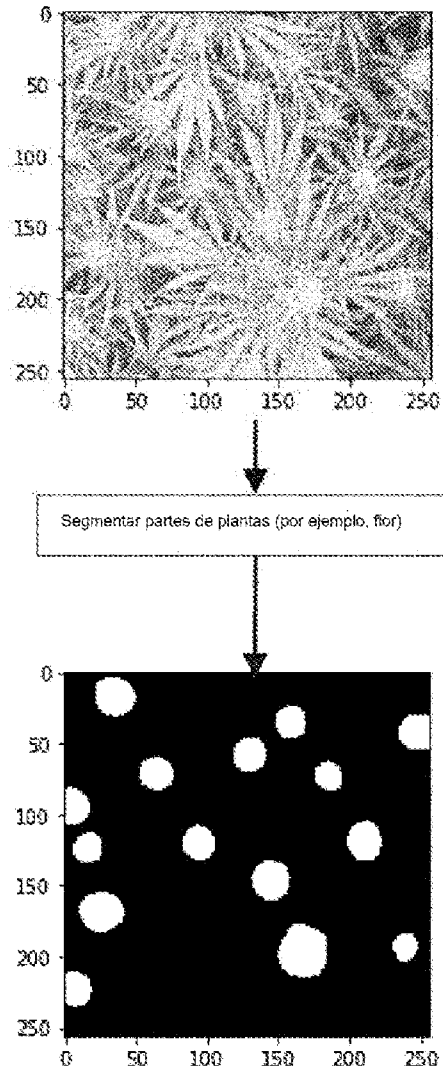


Fig. 4

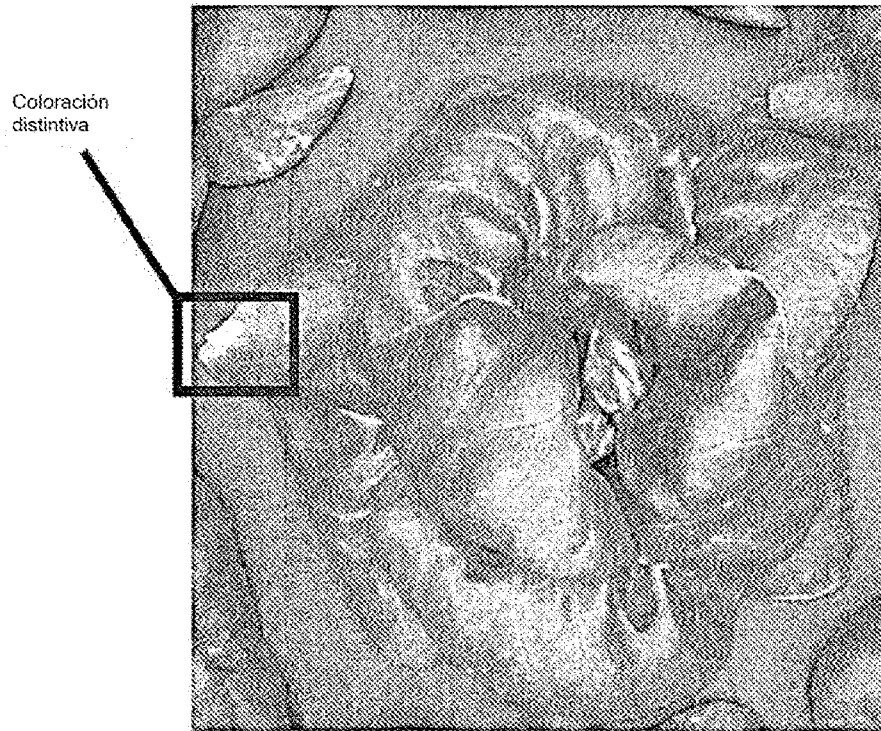


Fig. 5

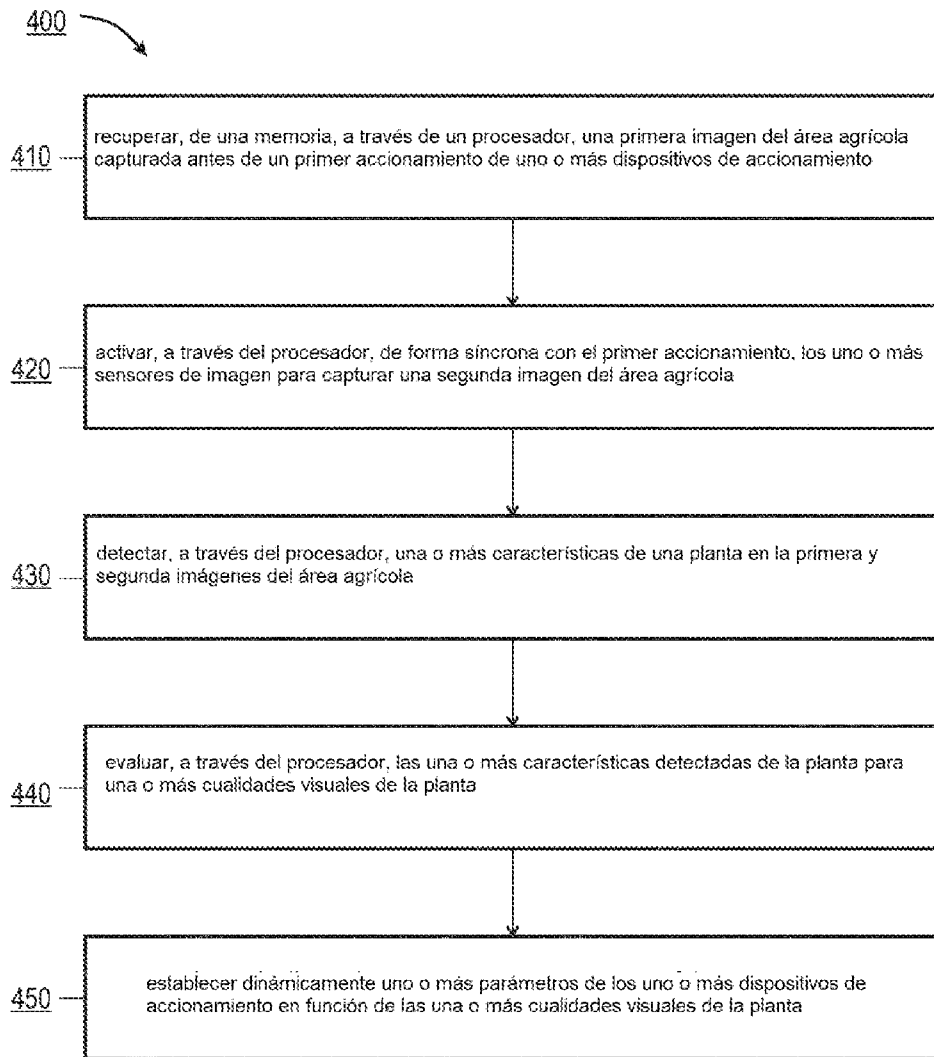


Fig. 6

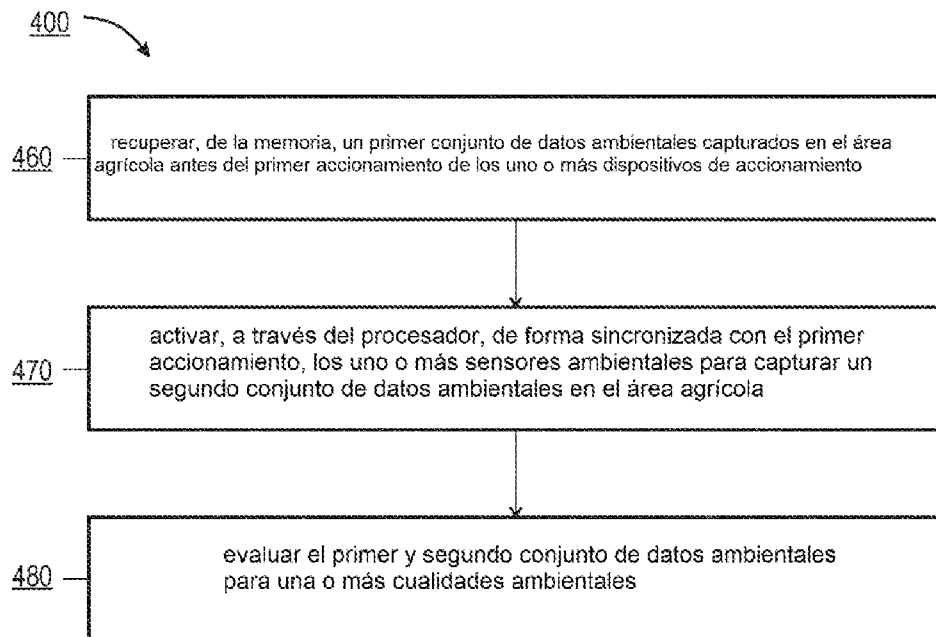


Fig. 7