



(11) **MX 2019002642 A**

(12)

SOLICITUD de PATENTE

(43) Fecha de publicación: **17/06/2019** (51) Int. Cl: **A01H 1/02** (2006.01)
B64D 1/16 (2006.01)
(22) Fecha de presentación: **06/03/2019**
(21) Número de solicitud: **2019002642** (86) Número de solicitud PCT: **US 2017/049035**
(87) Número de publicación PCT: **WO 2018/048665 (15/03/2018)**

(30) Prioridad(es): **08/09/2016 US 62/384,906**

(71) Solicitante:
WALMART APOLLO, LLC
Southwest 8th Street 702 72716 Bentonville Arkansas
US

(72) Inventor(es):
Donald R. HIGH
Easy Street 731 Noel Missouri 64854 US
Michael D. ATCHLEY
John P. THOMPSON
David C. WINKLE
Todd D. MATTINGLY
Brian G. MCHALE
John J. O'BRIEN
Robert L. CANTRELL
John F. SIMON

(74) Representante:
Jaime DELGADO REYES
Paseo de la Reforma 265 Mezzanine 2 CUAUHEMOC
Ciudad de México 06500 MX

(54) Título: **SISTEMAS Y METODOS PARA DISPENSAR EL POLEN EN LOS CULTIVOS A TRAVES DE VEHICULOS NO TRIPULADOS.**

(54) Title: **SYSTEMS AND METHODS FOR DISPENSING POLLEN ONTO CROPS VIA UNMANNED VEHICLES.**

(57) Resumen

En algunas modalidades, los métodos y sistemas de polinizar cultivos en un área que contiene cultivos incluyen al menos un vehículo no tripulado que tiene un receptáculo que incluye polen, un dispensador de polen configurado para dispensar el polen desde el receptáculo a los cultivos y un sensor configurado para detectar la presencia del polen dispensado desde al menos un dispensador de polen sobre los cultivos e interpretar la presencia del polen dispensado desde al menos un dispensador de polen sobre los cultivos como una verificación de que el polen dispensado desde al menos un dispensador de polen se aplicó de manera exitosa a los cultivos.

(57) Abstract

In some embodiments, methods and systems of pollinating crops in a crop-containing area include at least one unmanned vehicle having a receptacle including pollen, a pollen dispenser configured to dispense the pollen from the receptacle onto the crops, and a sensor configured to detect presence of the pollen dispensed from the at least one pollen dispenser on the crops and interpret the presence of the pollen dispensed from the at least one pollen dispenser on the crops as a verification that the pollen dispensed from the at least one pollen dispenser was successfully applied to the crops.

**SISTEMAS Y MÉTODOS PARA DISPENSAR EL POLEN EN LOS CULTIVOS A TRAVÉS
DE VEHÍCULOS NO TRIPULADOS**

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Esta descripción se refiere en general a polinizar
5 cultivos y, en particular, a sistemas y métodos para dispensar polen
en cultivos utilizando vehículos no tripulados.

Dado que la mayoría de los cultivos de flores dependen
de insectos y/o animales para la polinización, los polinizadores
son muy importantes para el mantenimiento de las comunidades de
10 plantas silvestres y agrícolas. En los últimos años, la cantidad
de polinizadores (por ejemplo, hormigas, abejas, escarabajos,
mariposas, avispas, etc.) ha estado en constante descenso, lo que
lleva a una reducción de la fertilidad y la biodiversidad de los
cultivos y una menor producción de cultivos. Si bien ha habido
15 intentos de fertilizar los cultivos mediante la polinización de los
cultivos a través de la fumigación de cultivos, la aspersión general
del polen sobre los cultivos desde un avión que vuela sobre el suelo
no está dirigida y un porcentaje significativo del polen puede no
alcanzar los cultivos objetivo previstos debido a la velocidad del
20 avión en movimiento y viento intermedio. En un intento por asegurar
que un gran porcentaje de cultivos en el área que contiene el cultivo
sea polinizado, los aviones de fumigación de cultivos a menudo
rocián más polen del que sería necesario si la polinización fuera
el objetivo, lo que hace que la polinización basada en el fumigador
25 sea más costosa. Además, dado que los aviones fumigadores de

cultivos simplemente rocían el polen con la esperanza de proporcionar una cobertura máxima de polen, pero no proporcionan ninguna verificación de qué cultivos fueron exitosamente polinizados y cuáles no, un porcentaje significativo de cultivos puede permanecer sin polinizar a pesar del exceso de cantidad de polen rociado por el fumigador de cultivos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Se describen en la presente modalidades de sistemas, dispositivos y métodos para polinizar cultivos a través de vehículos no tripulados. Esta descripción incluye dibujos, en donde:

la FIGURA 1 es un diagrama de un sistema para polinizar cultivos a través de vehículos aéreos no tripulados (UAV) de acuerdo con algunas modalidades;

la FIGURA 2 comprende un diagrama de bloques de un UAV configurado de acuerdo con varias modalidades de estas enseñanzas;

la FIGURA 3 es un diagrama de bloques funcional de un dispositivo informático de acuerdo con algunas modalidades;

la FIGURA 4 es un diagrama de flujo de un método de polinización de cultivos a través de UAV de acuerdo con algunas modalidades; y

la FIGURA 5 es una vista fragmentaria ampliada del dispositivo de salida de polen de la FIGURA 1 de acuerdo con algunas modalidades.

Los elementos en las figuras se ilustran por simplicidad

y claridad y no necesariamente han sido dibujados a escala. Por ejemplo, las dimensiones y/o la colocación relativa de algunos de los elementos en las figuras pueden exagerarse con respecto a otros elementos para ayudar a mejorar la comprensión de varias modalidades de la presente invención. Además, los elementos comunes pero bien entendidos que son útiles o necesarios en una modalidad comercialmente factible a menudo no se representan para facilitar una vista menos obstruida de estas diversas modalidades. Ciertas acciones y/o etapas pueden describirse o representarse en un orden particular de ocurrencia, mientras aquellos con experiencia en la técnica entenderán que tal especificidad con respecto a la secuencia no es realmente necesaria. Los términos y expresiones utilizados en la presente tienen el significado técnico ordinario que se otorga a tales términos y expresiones por parte de personas expertas en el campo técnico como se establece en lo anterior, excepto cuando se han establecido en la presente significados específicos diferentes.

La siguiente descripción no debe tomarse en un sentido limitativo, sino que se hace simplemente con el propósito de describir los principios generales de las modalidades ejemplares. La referencia en esta especificación a "la modalidad", "una modalidad" o un lenguaje similar significa que un aspecto, estructura o característica particular descrita en relación con la modalidad que se incluye en al menos una modalidad de la presente invención. Por lo tanto, las apariciones de las frases "en la

modalidad", "en una modalidad" y un lenguaje similar a lo largo de esta especificación pueden, pero no necesariamente, todo referirse a la misma modalidad.

En general, los sistemas, dispositivos y métodos para polinizar cultivos en un área que contiene cultivos incluyen uno o más vehículos no tripulados que tienen un receptáculo que incluye polen, un dispensador de polen para dispensar el polen del receptáculo en los cultivos y un sensor configurado para detectar la presencia del polen dispensado desde el dispensador de polen en los cultivos e interpretar la presencia del polen dispensado desde el dispensador de polen sobre los cultivos como una verificación de que el polen dispensado desde el dispensador de polen se aplicó de manera exitosa a los cultivos.

En una modalidad, un sistema para polinizar cultivos en un área que contiene cultivos incluye al menos un vehículo aéreo no tripulado que tiene un receptáculo que incluye polen, al menos un dispensador de polen configurado para dispensar el polen desde el receptáculo hacia los cultivos cuando al menos un vehículo aéreo no tripulado está ubicado sobre el área que contiene el cultivo, y al menos un sensor configurado para detectar la presencia del polen dispensado desde al menos un dispensador de polen en los cultivos e interpretar la presencia del polen dispensado desde al menos un dispensador de polen en los cultivos como una verificación de que el polen dispensado desde al menos un dispensador de polen se aplicó de manera exitosa a los cultivos.

En otra modalidad, un método de polinización de cultivos en un área que contiene cultivos incluye: proporcionar al menos un vehículo aéreo no tripulado que tiene un receptáculo que incluye polen, al menos un dispensador de polen configurado para dispensar el polen desde el receptáculo a los cultivos cuando al menos un vehículo aéreo no tripulado está ubicado sobre el área que contiene el cultivo, al menos un sensor configurado para detectar la presencia del polen dispensado desde al menos un dispensador de polen en los cultivos e interpretar la presencia del polen dispensado desde al menos un dispensador de polen en los cultivos como una verificación de que el polen dispensado de al menos un dispensador de polen se aplicó de manera exitosa a los cultivos; dispensar el polen desde el receptáculo a los cultivos a través de al menos un dispensador de polen; y detectar la presencia del polen dispensado desde al menos un dispensador de polen en los cultivos a través de al menos un sensor.

La FIGURA 1 ilustra una modalidad de un sistema 100 para dispensar polen en cultivos en un área 110 que contiene cultivos y verificar que los cultivos fueron polinizados exitosamente con polen. Se entenderá que los detalles de este ejemplo pretenden servir en una capacidad ilustrativa y no necesariamente tienen la intención de sugerir ninguna limitación con respecto a las presentes enseñanzas.

En general, el sistema 100 ejemplar de la FIGURA 1 incluye un UAV 120 que incluye un dispositivo 124 de salida de polen

configurado para dispensar polen en cultivos en un área 110 que contiene cultivos y uno o más sensores 122 configurados para detectar la presencia de polen dispensado desde el dispositivo 124 de salida de polen en los cultivos; una estación 130 de acoplamiento configurada para permitir que el UAV 120 aterrice sobre ella y se acople a la misma para recargarse; un dispositivo 140 informático basado en procesador en comunicación bidireccional con el UAV 120 (por ejemplo, a través de los canales 125 y 145 de comunicación) y/o la estación 130 de acoplamiento (por ejemplo, a través de los canales 135 y 145 de comunicación) a través de la red 150; y una base de datos 160 electrónica en comunicación bidireccional con al menos el dispositivo 140 informático (por ejemplo, a través de los canales 145 y 165 de comunicación) a través de la red 150. Se entiende que más o menos componentes similares pueden incluirse en diferentes modalidades del sistema 100.

Como se menciona en lo anterior, aunque solo se muestra un UAV 120 en la FIGURA 1 para facilitar la ilustración, se apreciará que en algunas modalidades, el dispositivo 140 informático puede comunicarse y/o proporcionar instrucciones de ruta de vuelo y/o instrucciones de dispensación de polen a dos o más UAV 120 para guiar a los UAV 120 a lo largo de sus rutas predeterminadas para dispensar polen en cultivos en el área 110 que contiene el cultivo y para detectar el polen dispensado por los UAV 120 en los cultivos. De manera similar, aunque solo se muestra una estación 130 de acoplamiento en la FIGURA 1, se apreciará que el sistema 100 puede

incluir dos o más estaciones 130 de acoplamiento, donde los UAV 120 pueden acoplarse para recargar y/o rellenar el dispositivo 124 de salida de polen con la solución 131 que contiene polen y/o para agregar o reemplazar otros componentes modulares del UAV 120. En algunos aspectos, el dispositivo 140 informático y la base de datos 160 electrónica pueden implementarse como dispositivos físicos separados como se muestra en la FIGURA 1 (que puede estar en una ubicación física o en dos ubicaciones físicas separadas), o puede implementarse como un solo dispositivo. En algunas modalidades, la base de datos 160 electrónica puede almacenarse, por ejemplo, en un medio de almacenamiento no volátil (por ejemplo, un disco duro, unidad flash o disco óptico extraíble) interno o externo al dispositivo 140 informático, o interno o externo a dispositivos informáticos distintos del dispositivo 140 informático. En algunas modalidades, la base de datos 160 electrónica está basada en la nube.

En general, el UAV 120 está configurado para volar por encima del suelo a través de un espacio que cubre el área 110 que contiene el cultivo, para dispensar polen sobre los cultivos cuando está ubicado sobre el área 110 que contiene el cultivo, para detectar la presencia de polen en los cultivos después de dispensar el polen, aterrizar en una estación 130 de acoplamiento y acoplar en la estación 130 de acoplamiento (por ejemplo, para recargar), como se describe con más detalle a continuación. Si bien la estación 130 de acoplamiento se muestra en la FIGURA 1 como ubicada en el

área 110 que contiene el cultivo, se apreciará que una o más (o todas) las estaciones 130 de acoplamiento pueden colocarse fuera del área 110 que contiene el cultivo. La estación 130 de acoplamiento puede configurarse como una estación inmóvil o una estación móvil (por ejemplo, montada en un vehículo). En algunas modalidades, la estación 130 de acoplamiento es opcional para el sistema 100 y, en tales modalidades, el UAV 120 está configurado para despegar de una estación de despliegue (por ejemplo, independiente o montada en un vehículo) para iniciar la dispensación de polen en cultivos en el área 110 que contiene el cultivo, y volver a la estación de despliegue sin recargar después de dispensar el polen.

En algunas modalidades, el UAV 120 implementado en el sistema 100 ejemplar no requiere la operación física por parte de un operador humano y se comunica de forma inalámbrica con, y está controlado total o en gran parte por, el dispositivo 140 informático. En particular, en algunas modalidades, el dispositivo 140 informático está configurado para controlar el movimiento direccional y las acciones del UAV 120 (por ejemplo, volar, sobrevolar, aterrizar, despegar, moverse en el suelo, dispensar polen en los cultivos, detectar polen en los cultivos, etc.) basado en una variedad de entradas. En general, el UAV 120 de la FIGURA 1 está configurado para moverse alrededor del área 110 que contiene el cultivo (por ejemplo, sobre el suelo o en el suelo), dispensar polen desde el dispositivo 124 de salida de polen sobre los cultivos

en el área 110 que contiene el cultivo, y detectar el polen que se dispensó en los cultivos en el área 110 que contiene el cultivo a través de uno o más sensores 122.

Si bien un vehículo aéreo no tripulado se describe generalmente en la presente, en algunas modalidades, un vehículo aéreo controlado de forma remota por un humano puede utilizarse con los sistemas y métodos descritos en la presente sin apartarse del espíritu de la presente descripción. En algunas modalidades, el UAV 120 puede estar en forma de un multicoptero, por ejemplo, un cuadricóptero, hexacóptero, octocóptero, o similares. En un aspecto, el UAV 120 es un vehículo terrestre no tripulado (UGV) que se mueve en el suelo alrededor del área 110 que contiene el cultivo bajo la guía del dispositivo 140 informático (o un operador humano). En algunas modalidades, como se describe con más detalle a continuación, el UAV 120 incluye un dispositivo de comunicación (por ejemplo, un transceptor) configurado para comunicarse con el dispositivo 140 informático mientras el UAV 120 está en vuelo y/o cuando el UAV 120 está acoplado en un estación 130 de acoplamiento.

Como se describe en lo anterior, el UAV 120 ejemplar que se muestra en la FIGURA 1 incluye al menos un sensor 122 configurado para detectar la presencia de polen (por ejemplo, polen dispensado desde el dispositivo 124 de salida de polen) en los cultivos en el área 110 que contiene el cultivo. En algunas modalidades, el sensor 122 del UAV 120 está configurado para interpretar la presencia del polen dispensado desde el dispositivo 124 de salida de polen en los

cultivos como una verificación de que el polen dispensado se aplicó de manera exitosa a los cultivos. En algunos aspectos, el sensor 122 está configurado para simplemente detectar la presencia del polen dispensado por el dispositivo 124 de salida de polen en los cultivos y transmitir estos datos de detección a otro dispositivo (por ejemplo, el circuito de control del UAV 120, el circuito de control del dispositivo 140 informático, etc.,) para interpretar estos datos de detección como una verificación de que el dispositivo 124 de salida de polen aplicó con éxito el polen en los cultivos.

En algunas modalidades, los sensores 122 del UAV 120 incluyen una cámara de video configurada para observar ópticamente la presencia del polen dispensado en los cultivos por el dispositivo 124 de salida de polen. En algunas modalidades, la cámara de video es una cámara de luz visible, cámara de infrarrojos, cámara de luz UV, cámara térmica, cámara de video de visión nocturna, o cámaras similares que son capaces de proporcionar una visión visual del polen tal como aparece en los cultivos (por ejemplo, en hojas, flores, frutos o tallos). Los sensores 122 del UAV 120 pueden configurarse para detectar el polen en los cultivos durante la polinización diurna o nocturna por el UAV 120. En algunos aspectos, la cámara de video está configurada como un escáner de tipo radar que identifica las áreas de superficie en los cultivos donde el polen se detecta como puntos calientes.

En algunos aspectos, los sensores 122 del UAV 120 están configurados para detectar la presencia de polen dispensado por el

dispositivo 124 de salida de polen en los cultivos (por ejemplo, flores, frutos, hojas, tallos, etc.) y para capturar la presencia del polen en los cultivos como datos de detección de polen, que luego se analiza mediante el dispositivo 140 informático (o UAV 120) para
5 determinar la cobertura de los cultivos con polen. En algunas modalidades, después de recibir los datos de detección de polen que indican la detección de polen dispensado desde el UAV 120 en los cultivos en el área 110 que contiene el cultivo y determinar que una alta concentración de cultivos dentro de una sección del área
10 que contiene el cultivo no fue polinizada de manera exitosa, el dispositivo 140 informático está configurado para enviar una señal de control al UAV 120 para indicar al UAV 120 que dispense una solución 131 adicional que contenga polen en los cultivos en esa sección del área 110 que contiene el cultivo a través del
15 dispositivo 124 de salida de polen.

En algunas modalidades, como se describe con más detalle a continuación, los sensores 122 del UAV 120 incluyen uno o más sensores asociados con la estación de acoplamiento, que incluyen, pero no se limitan a: un sensor óptico, una cámara, un escáner RFID,
20 un transceptor de radiofrecuencia de corto alcance, etc. En general, los sensores asociados con la estación de acoplamiento del UAV 120 están configurados para detectar y/o identificar la estación 130 de acoplamiento según los sistemas de guía y/o los identificadores de la estación 130 de acoplamiento. Por ejemplo,
25 el sensor asociado con la estación de acoplamiento del UAV 120 puede

configurarse para capturar información de identificación de la estación de acoplamiento de uno o más de un identificador visual, un código legible ópticamente, una etiqueta de identificación por radiofrecuencia (RFID), una baliza óptica y una baliza por radiofrecuencia.. En algunas modalidades, los sensores 122 del UAV 120 pueden incluir otros sensores de vuelo tales como sensores ópticos y radares para detectar obstáculos (por ejemplo, otros UAV 120) para evitar colisiones con tales obstáculos.

En algunas modalidades, el dispositivo 124 de salida de polen del UAV 120 está configurado para dispensar polen desde el UAV 120 a los cultivos en el área 110 que contiene el cultivo. En un aspecto, el dispositivo 124 de salida de polen está configurado para emitir (por ejemplo, a través de aspersion, aerosol, neblina o similar) una solución 131 que contiene polen. En algunas modalidades, el dispositivo 124 de salida de polen incluye un receptáculo 127 (por ejemplo, cartucho, envase o similar) configurado para contener la solución 131 que contiene polen. En algunos aspectos, la solución 131 que contiene polen incluye un agente aglutinante que facilita la adhesión de la solución 131 que contiene polen a los cultivos. Dicho agente de unión aumenta la eficacia de la aplicación de polen a los cultivos, ya que el polen, al entrar en contacto con la superficie de una flor, es más probable que permanezca en la flor y no sea arrastrado por el viento.

En un aspecto, la solución que contiene polen contenida en el receptáculo 127 incluye un agente facilitador de detección

(por ejemplo, un tinte, tinta o similar) configurado para facilitar la detección de la presencia del polen dispensado desde el receptáculo 127 en los cultivos por el sensor 122 del UAV 120. En otras palabras, después de que la solución 131 que contiene polen se dispensa en los cultivos por el dispositivo 124 de salida de polen, el agente facilitador de detección, que se dispensa en los cultivos junto con la solución 131 que contiene polen emite un estímulo (por ejemplo, visual, óptico, reflectivo, químico, calor/temperatura, o similares) que es detectable por uno o más de los sensores 122 del UAV 120 y, cuando se detecta, sirve como una verificación de que el polen dispensado por el dispositivo 124 de salida de polen del UAV 120 se aplicó de manera exitosa a los cultivos.

El receptáculo 127 de la FIGURA 1 está acoplado a un dispensador 129 de polen (por ejemplo, una boquilla, surtidor, válvula o similar) en comunicación fluida con el interior del receptáculo 127 y configurado para dispensar la solución 131 que contiene polen desde el interior del receptáculo 127. Como se describirá con más detalle a continuación, en algunos aspectos, el dispensador 129 de polen está acoplado a un accionador de control activado por señales (por ejemplo, piezoeléctrico) configurado para efectuar la liberación de la solución 131 que contiene polen desde el dispensador 129 de polen y/o un facilitador configurado para facilitar la dispersión del polen a medida que el polen se dispensa desde el receptáculo 127.

Por ejemplo, como se muestra en la FIGURA 5, un dispositivo 524 de salida de polen ejemplar incluye un receptáculo 527 que incluye una solución 531 que incluye polen dispersado en el mismo, un dispensador 529 de polen para dispensar la solución 531 que contiene polen desde el receptáculo 527 a los cultivos, y un elemento 533 piezoeléctrico para activar el dispensador 529 de polen.

El receptáculo 527 ejemplar de la Figura 5 incluye un embudo 537 que rodea una abertura 539 en la parte inferior del receptáculo 527 que está en comunicación fluida con el interior del dispensador 529 de polen, cuya parte inferior tiene una abertura 541 a través de la cual se dispensa una solución 531 que contiene polen. Mientras que el embudo 537 facilita el flujo de la solución 531 que contiene polen en la dirección hacia abajo indicada por la flecha hacia la abertura 541 del dispensador 529 de polen, en algunas modalidades, el fondo del receptáculo 527 no está configurado en forma de embudo en algunas modalidades.

En la modalidad mostrada en la FIGURA 5, una válvula 543 está configurada para controlar el flujo de la solución 531 que contiene polen a través de la abertura 539 del embudo 537 y hacia el interior del dispensador 529 de polen, y otra válvula 547 está configurado para controlar el flujo de la solución 531 que contiene polen a través de la abertura 541 del dispensador 529 de polen. En algunas modalidades, el dispensador 529 de polen incluye solo la válvula 543 o solo la válvula 547 y en algunas modalidades, el

dispensador 529 de polen está configurado sin ya sea la válvula 543 o la válvula 547 para dispensar la solución 531 que contiene polen desde el receptáculo 527.

En algunas modalidades, el elemento 533 piezoeléctrico de la FIGURA 5, cuando se activa, efectúa la liberación de gotitas de solución 531 que contiene polen desde el receptáculo 527. El elemento 533 piezoeléctrico puede activarse mediante una señal de control generada internamente al UAV 120 (por ejemplo, mediante un circuito de control del UAV 120), o de forma remota al UAV 120 (por ejemplo, mediante un circuito de control del dispositivo 140 informático). En algunos aspectos, después de ser activado por una señal de control, el elemento 533 piezoeléctrico activa el dispensador 529 de polen (por ejemplo, abriendo las válvulas 543 y 547) para dispensar la solución 531 que contiene polen desde el dispensador 529 de polen a través de la abertura 541 y en los cultivos en el área 110 que contiene cultivos.

En la modalidad ilustrada en la FIGURA 5, el dispositivo 524 de salida de polen incluye un facilitador 549 de dispersión de polen configurado para dispersar la solución 531 que contiene polen después de que la válvula 547 esté abierta y la solución que contiene polen fluya a través de la abertura 541 del dispensador 529 de polen. El facilitador 549 de dispersión de polen incluye uno o más rotores 551 que giran (por ejemplo, en la dirección indicada por la flecha en la FIGURA 5) para crear turbulencia alrededor de la abertura 541 del dispensador 529 de polen. En algunos aspectos, como la solución

531 que contiene polen fluye a través de la abertura 541, la turbulencia creada por los rotores 551 del facilitador 549 de dispersión de polen facilita una dispersión similar a la niebla de la solución 531 que contiene polen como se muestra en la FIGURA 5 y proporciona un área de cobertura más amplia para el polen que está siendo dispensado por el dispositivo 524 de salida de polen.

Con referencia a la FIGURA 1, el dispositivo 124 de salida de polen puede ser totalmente interno al alojamiento del UAV 120, o puede incluir uno o más componentes que son externos al alojamiento del UAV 120. Por ejemplo, en la modalidad Como se ilustra en la FIGURA 1, el dispositivo 124 de salida de polen está acoplado operativamente a un elemento que se extiende en parte externamente con respecto al alojamiento del UAV 120 para dispersar la solución 131 que contiene polen contenida en el receptáculo 127 sobre los cultivos. Específicamente, el UAV 120 ejemplar de la FIGURA 1 incluye un brazo 119 aplicador de polen opcional que se extiende hacia abajo desde el alojamiento del UAV 120 y está acoplado operativamente a un elemento 117 aplicador de polen configurado para aplicar la solución 131 que contiene polen sobre los cultivos. En algunos aspectos, el elemento 117 aplicador de polen es un esparcidor, un cepillo, una almohadilla, un paño, una pistola pulverizadora o similar. El brazo 119 aplicador de polen puede configurarse de modo que esté en comunicación fluida con el receptáculo 127, de manera que la solución 131 que contiene polen puede suministrarse al elemento 117 aplicador de polen desde el

receptáculo 127 a través del brazo 119 aplicador de polen. Ejemplos de algunos brazos aplicadores adecuados se discuten en la solicitud co-pendiente titulada "SISTEMAS Y MÉTODOS PARA POLINIZAR CULTIVOS A TRAVÉS DE VEHÍCULOS NO TRIPULADOS", presentada el 8 de septiembre de 2016, la cual se incorpora en la presente como referencia en su totalidad.

En algunas modalidades, el dispositivo 124 de salida de polen está configurado para ser bajado del alojamiento del UAV 120, por ejemplo, a través de una grúa aérea. En algunos aspectos, una grúa aérea puede ser cualquier dispositivo configurado para mover el dispositivo 124 de salida de polen entre una posición retraída cerca del alojamiento del UAV 120 y una posición desplegada que está más alejada del alojamiento del UAV 120. Por ejemplo, en algunas modalidades, una grúa aérea puede comprender una o más poleas y cables extensibles acoplados al dispositivo 124 de salida de polen a través de, por ejemplo, uno o más de un gancho, un pestillo, una abrazadera, un clip, un imán, etc. En algunas modalidades, la grúa aérea puede estar configurada para desenrollar el cable para bajar el dispositivo 124 de salida de polen hacia los cultivos, mientras que el UAV 120 mantiene una altitud flotante (por ejemplo, 1.52-3.04m (5-10 pies) sobre los cultivos). En algunas modalidades, la grúa aérea puede configurarse para retraer al menos parcialmente el cable en el alojamiento de la grúa aérea antes de que el UAV 120 vuele de un lugar en el área 110 que contiene el cultivo a otro, o mientras el UAV 120 intenta aterrizar en o acoplar

a una estación 130 de acoplamiento. En algunas modalidades, la grúa aérea puede ser controlada por un circuito de control del UAV 120. En algunas modalidades, la grúa aérea puede comprender un circuito de control separado activado por el dispositivo 140 informático y/o un transmisor inalámbrico del acoplador 30.

La FIGURA 2 presenta un ejemplo más detallado de la estructura del UAV 120 de la FIGURA 1 de acuerdo con algunas modalidades. El UAV 120 ejemplar de la FIGURA 2 tiene un alojamiento 202 que contiene (parcial o totalmente) o al menos soporta y porta una serie de componentes. Estos componentes incluyen una unidad 204 de control que comprende un circuito 206 de control que, como el circuito 310 de control del dispositivo 140 informático, controla las operaciones generales del UAV 120. El circuito 206 de control puede comprender una plataforma cableada de propósito fijo o puede comprender una plataforma parcial o totalmente programable. Estas opciones arquitectónicas son bien conocidas y entendidas en la técnica y no requieren más descripción. El circuito 206 de control se configura (por ejemplo, mediante el uso de la programación correspondiente almacenada en la memoria 208 como entenderán aquellos con experiencia en la técnica) para llevar a cabo una o más de las etapas, acciones y/o funciones descritas en la presente. La memoria 208 puede ser integral al circuito 206 de control o puede ser físicamente discreta (en todo o en parte) del circuito 206 de control, según se desee. Esta memoria 208 también puede ser local con respecto al circuito 206 de control (donde, por ejemplo, ambos

comparten una placa de circuito, chasis, fuente de alimentación y/o alojamiento comunes) o pueden ser parcial o totalmente remotos con respecto al circuito 206 de control. La memoria 208 puede servir, por ejemplo, para almacenar de manera no transitoria las instrucciones de la computadora que, cuando son ejecutadas por el
5 circuito 206 de control, hacen que el circuito 206 de control se comporte como se describe en la presente. Se observa que no todos los componentes ilustrados en la FIGURA 2 están incluidos en todas las modalidades del UAV 120. Es decir, algunos componentes pueden
10 ser opcionales dependiendo de la implementación.

La unidad 204 de control del UAV 120 de la FIGURA 2 incluye una memoria 208 acoplada al circuito 206 de control para almacenar datos (por ejemplo, datos de detección de polen, instrucciones enviadas al UAV 120 por el dispositivo 140 informático, o
15 similares). Como se discute en lo anterior, en algunas modalidades, el UAV 120 no depende de la base de datos 160 electrónica para almacenar datos de detección de polen, y del dispositivo 140 informático para determinar si los cultivos objetivo del UAV 120 fueron polinizados con éxito con el polen dispensado por el UAV 120
20 y luego enviar una señal de control al UAV 120 indicando una salida de respuesta adecuada (por ejemplo, dispensando polen adicional que contiene la solución 131 de dispensación de polen) por el dispositivo 124 de salida de polen. En cambio, en algunos aspectos, la memoria 208 del UAV 120 está configurado para almacenar datos
25 de detección de polen y el circuito 206 de control del UAV 120 está

programado para analizar los datos de detección de polen capturados por los sensores 122 del UAV 120, para determinar si los cultivos seleccionados por el UAV 120 fueron polinizados con éxito con polen dispensado por el UAV 120 y luego enviar una señal de control al dispositivo 124 de salida de polen que indica si se debe dispensar o no polen adicional sobre los cultivos dirigidos previamente. Por ejemplo, en algunas modalidades, el circuito 206 de control del UAV 120 está programado para determinar (por ejemplo, analizando los datos de detección de polen capturados por el sensor 122) que el polen se dispensó en los cultivos en una sección del área 110 que contiene el cultivo no se aplicó de manera exitosa en los cultivos, por ejemplo, debido a la interferencia del viento o la lluvia, y para enviar una señal de control al dispositivo 124 de salida de polen para dispensar polen adicional sobre los cultivos en esa sección del área 110 que contiene el cultivo en consecuencia.

En algunas modalidades, el circuito 206 de control del UAV 120 se acopla operativamente a un sistema 210 de patas motorizado. Este sistema 210 de patas motorizado funciona como un sistema de locomoción para permitir que el UAV 120 aterrice en la estación 130 de acoplamiento y/o se mueva mientras en la estación 130 de acoplamiento. En la técnica se conocen varios ejemplos de sistemas de patas motorizados. No se proporciona aquí una explicación adicional a este respecto por razones de brevedad, teniendo en cuenta que el circuito 206 de control mencionado anteriormente puede configurarse para controlar los diversos

estados operativos del sistema 210 de patas motorizado para controlar así cuándo y cómo funciona el sistema 210 de patas motorizado.

En la modalidad ejemplar de la Figura 2, el circuito 206 de control se acopla operativamente a al menos un transceptor 212 inalámbrico que funciona de acuerdo con cualquier protocolo inalámbrico conocido. Este transceptor 212 inalámbrico puede comprender, por ejemplo, un transceptor compatible con celulares, compatible con Wi-Fi y/o compatible con Bluetooth que puede comunicarse de forma inalámbrica con el dispositivo 140 informático a través de la red 150. Así configurado, el circuito 206 de control del UAV 120 puede proporcionar información al dispositivo 140 informático (a través de la red 150), y puede recibir información y/o instrucciones de dispensación de movimiento y/o polen del dispositivo 140 informático.

Por ejemplo, se puede hacer que el transceptor 212 inalámbrico (por ejemplo, por el circuito 206 de control) transmita al dispositivo 140 informático, a través de la red 150, al menos una señal que indica datos de detección de polen capturados por un sensor 122 de detección de polen del UAV 120 mientras se desplaza sobre el área 110 que contiene el cultivo. En algunas modalidades, el circuito 206 de control recibe instrucciones del dispositivo 140 informático a través de la red 150 para dispensar polen adicional a través del dispositivo 124 de salida de polen. En un aspecto, el transceptor 212 inalámbrico está provocado (por ejemplo, por el

circuito 206 de control) para transmitir una alerta al dispositivo 140 informático, o a otro dispositivo informático (por ejemplo, el dispositivo portátil de un trabajador en el área 110 que contiene el cultivo) lo que indica que uno o más cultivos o secciones de cultivos en el área 110 que contiene cultivos no fueron polinizados con éxito por el polen dispensado por el UAV 120. Estas enseñanzas se adaptarán al uso de cualquiera de una amplia variedad de tecnologías inalámbricas según se desee y/o como puede ser apropiado en una configuración de aplicación dada. Estas enseñanzas también se adaptarán empleando dos o más transceptores inalámbricos 212 diferentes, si se desea.

El circuito 206 de control también se acopla a uno o más sensores 222 a bordo del UAV 120. Estas enseñanzas se ajustarán a una amplia variedad de tecnologías de sensores y factores de forma. Como se discute en lo anterior, los sensores 222 a bordo del UAV 120 pueden incluir sensores que incluyen, pero no se limitan a, uno o más sensores configurados para detectar la presencia y/o ubicación de polen en cultivos (y en el suelo adyacente a los cultivos) en el área 110 que contiene el cultivo. tales sensores 222 pueden proporcionar información (por ejemplo, datos de detección de polen) que el circuito 206 de control del UAV 120 y/o el circuito de control del dispositivo 140 informático pueden analizar para determinar si el polen se dispensa desde el dispensador 129 de polen del UAV 120 se aplicó de manera exitosa a los cultivos. Por ejemplo, en algunas modalidades, el UAV 120

incluye un sensor 222 a bordo en forma de una cámara de video configurada para detectar la presencia del polen en los cultivos en el área que contiene el cultivo y captura datos de detección de polen basados en video Eso permite una confirmación visual de la presencia de polen.

En algunas modalidades, los sensores 222 del UAV 120 están configurados para detectar objetos y/u obstáculos (por ejemplo, otros UAV 120, estaciones 130 de acoplamiento, aves, animales, etc.) a lo largo de la trayectoria de viaje del UAV 120.

En algunas modalidades, utilizando sensores 222 a bordo (tal como unidades de medición de distancia, por ejemplo, láser u otros sensores de medición de distancia basados en óptica), el UAV 120 puede intentar evitar obstáculos y, si no puede evitarlo, el UAV 120 se detendrá hasta que el obstáculo esté despejado y/o notifique al dispositivo 140 informático de tal condición.

Mediante una aproximación opcional, una entrada 216 de audio (tal como un micrófono) y/o una salida 218 de audio (tal como un altavoz) también pueden acoplarse operativamente al circuito 206 de control del UAV 120. Así configurado, el circuito 206 de control puede proporcionar una variedad de sonidos audibles para permitir que el UAV 120 se comuniquen con la estación 130 de acoplamiento u otros UAV 120. Tales sonidos pueden incluir cualquiera de una variedad de tonos y otros sonidos no verbales.

En la modalidad de la FIGURA 2, el UAV 120 incluye una fuente 220 de energía recargable como una o más baterías. La energía

proporcionada por la fuente 220 de energía recargable puede estar disponible para cualquiera de los componentes del UAV 120 que requieren energía eléctrica. Mediante un enfoque, el UAV 120 incluye un enchufe u otra interfaz eléctricamente conductora que el circuito 206 de control puede utilizar para conectarse automáticamente a una fuente externa de energía eléctrica (por ejemplo, el acoplador 132 de carga de la estación 130 de acoplamiento) para recargar la fuente 220 de energía recargable. Mediante un enfoque, el UAV 120 puede incluir uno o más paneles de carga solar para prolongar el tiempo de vuelo (o el tiempo de conducción en tierra) del UAV 120.

Estas enseñanzas también admitirán el acoplamiento selectivamente opcional y temporal del UAV 120 a la estación 130 de acoplamiento. En tales modalidades, el UAV 120 incluye una estructura 214 de acoplamiento de la estación de acoplamiento. En un aspecto, una estructura 214 de acoplamiento de la estación de acoplamiento se acopla de forma operable a el circuito 206 de control para permitir de este modo que este último controle el movimiento del UAV 120 (por ejemplo, a través de la flotación y/o a través del sistema 210 de patas motorizado) hacia una estación 130 de acoplamiento particular hasta que la estructura 214 de acoplamiento de la estación de acoplamiento pueda acoplarse a la estación 130 de acoplamiento para así acoplar temporalmente el UAV 120 a la estación 130 de acoplamiento. Así acoplado, el UAV 120 puede recargarse a través de un acoplador 132 de carga de la estación 130

de acoplamiento.

En algunas modalidades, el UAV 120 incluye un dispositivo 224 de salida de polen acoplado al circuito 206 de control. En general, el dispositivo 224 de salida de polen está configurado para dispensar polen en los cultivos en el área 110 que contiene el cultivo. Como se discute en más detalle en lo anterior con referencia a la modalidad de la FIGURA 1, un dispositivo 224 de salida de polen ejemplar puede incluir un receptáculo 127 que incluye una solución 131 que contiene polen y un dispensador 129 de polen configurado para dispensar el polen desde el receptáculo 127. En algunas modalidades, como se describe con referencia a la Figura 5, el dispositivo 524 de salida de polen puede incluir un elemento 533 piezoeléctrico configurado para activar el dispensador 529 de polen y un facilitador 549 de dispersión de polen configurado para proporcionar una cobertura más amplia para el polen dispensado por el dispensador 529 de polen.

En algunas modalidades, el UAV 120 incluye una interfaz de usuario 226 que incluye, por ejemplo, entradas de usuario y/o salidas o visualización de usuario dependiendo de la interacción prevista con un usuario (por ejemplo, operador del dispositivo 140 informático) para fines de, para Por ejemplo, el control manual del UAV 120 o el diagnóstico o el mantenimiento del UAV 120. Algunas entradas de usuario ejemplares, incluyen, pero no se limitan a, dispositivos de entrada como botones, perillas, interruptores, superficies sensibles al tacto, pantallas de visualización y

similares. Las salidas de usuario ejemplares incluyen luces, pantallas de visualización y similares. La interfaz de usuario 226 puede trabajar en conjunto o por separado de cualquier interfaz de usuario implementada en una unidad de interfaz de usuario opcional
5 (por ejemplo, teléfono inteligente o tableta) que pueda ser utilizada por un operador para acceder de forma remota al UAV 120. Por ejemplo, en algunas modalidades, el UAV 120 puede ser controlado por un usuario en proximidad directa con el UAV 120 (por ejemplo, un trabajador en el área 110 que contiene el cultivo). Esto se debe
10 a la arquitectura de algunas modalidades en las que el dispositivo 140 informático envía las señales de control al UAV 120. Estas señales de control pueden originarse en cualquier dispositivo electrónico en comunicación con el dispositivo 140 informático. Por ejemplo, las señales de movimiento enviadas al UAV 120 pueden ser
15 instrucciones de movimiento determinadas por el dispositivo 140 informático y/o inicialmente transmitidas por un dispositivo de un usuario al dispositivo 140 informático y, a su vez, transmitidas desde el dispositivo 140 informático al UAV 120.

Una estación 130 de acoplamiento de la Figura 1 es
20 generalmente un dispositivo configurado para permitir que al menos uno o más UAV 120 se acoplen al mismo. La estación 130 de acoplamiento puede configurarse como una estación inmóvil (es decir, no está pensada para ser móvil) o como una estación móvil (destinada a ser móvil por sí sola, por ejemplo, mediante guía desde
25 el dispositivo 140 informático, o móvil a modo de montado o acoplado

a un vehículo en movimiento), y puede ubicarse en el área 110 que contiene el cultivo, o fuera del área 110 que contiene el cultivo. Por ejemplo, en algunos aspectos, la estación 130 de acoplamiento puede recibir instrucciones del dispositivo 140 informático a través de la red 150 para moverse a una posición en una ruta predeterminada de un UAV 120 sobre el área 110 que contiene el cultivo.

En un aspecto, la estación 130 de acoplamiento incluye al menos un acoplador 132 de carga que permite que al menos un UAV 120 se conecte al mismo y se cargue. En algunas modalidades, un UAV 120 puede acoplarse a un acoplador 132 de carga de una estación 130 de acoplamiento mientras está soportado por al menos una superficie de soporte de la estación 130 de acoplamiento. En un aspecto, una superficie de soporte de la estación 130 de acoplamiento puede incluir uno o más de una capa acolchada y una capa de espuma configurada para reducir la fuerza de impacto asociada con el aterrizaje de un UAV 120 en la superficie de soporte de la estación 130 de acoplamiento. En algunas modalidades, una estación 130 de acoplamiento puede incluir luces y/o entradas de guía reconocibles por los sensores del UAV 120 cuando están ubicados cerca de la estación 130 de acoplamiento. En algunas modalidades, la estación 130 de acoplamiento también puede incluir una o más estructuras de acoplamiento configuradas para permitir que el UAV 120 se acople de manera desmontable a la estación 130 de acoplamiento mientras se encuentra acoplado a un acoplador 132 de carga de la estación

130 de acoplamiento.

En algunas modalidades, la estación 130 de acoplamiento está configurada (por ejemplo, al incluir un transceptor inalámbrico) para enviar una señal a través de la red 150 al dispositivo 140 informático para, por ejemplo, indicar si uno o más acopladores 132 de carga de la estación 130 de acoplamiento está disponible para alojar uno o más UAV 120. En un aspecto, la estación 130 de acoplamiento está configurada para enviar una señal a través de la red 150 al dispositivo 140 informático para indicar un número de acopladores 132 de carga en la estación 130 de acoplamiento disponible para los UAV 120. El circuito 310 de control del dispositivo 140 informático está programado para guiar el UAV 120 a una estación 130 de acoplamiento que se mueve a su posición a lo largo de la ruta predeterminada del UAV 120 y que tiene un acoplador 132 de carga disponible.

En algunas modalidades, una estación 130 de acoplamiento puede incluir luces y/o entradas de guía reconocibles por los sensores del UAV 120 cuando se encuentran cerca de la estación 130 de acoplamiento. En algunos aspectos, la estación 130 de acoplamiento y el UAV 120 están configurados para comunicarse entre sí a través de la red 150 (por ejemplo, a través de sus respectivos transceptores inalámbricos) para facilitar el aterrizaje del UAV 120 en la estación 130 de acoplamiento. En otros aspectos, el transceptor de la estación 130 de acoplamiento habilita la estación 130 de acoplamiento para comunicarse, a través de la red 150, con

otras estaciones 130 de acoplamiento ubicadas en el área 110 que contiene el cultivo.

En algunas modalidades, la estación 130 de acoplamiento también puede incluir una o más estructuras de acoplamiento configuradas para permitir que el UAV 120 se pueda acoplar de manera desmontable a la estación 130 de acoplamiento mientras está acoplado a un acoplador 132 de carga de la estación 130 de acoplamiento. En un aspecto, el UAV 120 está configurado para transmitir y recibir señales del dispositivo 140 informático a través de la red 150 solo cuando está acoplado en la estación 130 de acoplamiento. Por ejemplo, en algunas modalidades, después de los datos de detección de polen capturados por los sensores 122 del UAV 120 se transmite a través de la red 150 al dispositivo 140 informático y el dispositivo 140 informático analiza los datos de detección de polen para verificar la presencia de polen dispensado por el UAV 120 en los cultivos, el UAV 120 está configurado para recibir una señal del dispositivo 140 informático (que contiene instrucciones que indican si el UAV 120 debe dispensar polen adicional en los cultivos) solo cuando el UAV 120 está acoplado en la estación 130 de acoplamiento. En otras modalidades, el UAV 120 está configurado para comunicarse con el dispositivo 140 informático y recibir una señal del dispositivo 140 informático (que contiene instrucciones que indican si el UAV 120 debe dispensar polen adicional en los cultivos) mientras que el UAV 120 no está acoplado en la estación 130 de acoplamiento.

En algunas modalidades, la estación 130 de acoplamiento puede configurarse no solo para recargar el UAV 120, sino también para reequipar el dispositivo 124 de salida de polen del UAV 120, y/o para agregar componentes modulares al dispositivo 124 de salida de polen del UAV 120. Por ejemplo, en algunas modalidades, la estación 130 de acoplamiento está configurada para rellenar el receptáculo 127 del dispositivo 124 de salida de polen del UAV 120 con solución 131 que contiene polen y/o reemplazar el receptáculo 127 con un nuevo receptáculo 127. En algunas modalidades, la estación 130 de acoplamiento está configurada para proporcionar la adición de nuevos componentes modulares al dispositivo 124 de salida de polen del UAV 120 (por ejemplo, el brazo 119 del aplicador de polen discutido anteriormente puede estar acoplado al dispositivo 124 de salida de polen o desacoplado del dispositivo 124 de salida de polen en la estación 130 de acoplamiento.

En algunas modalidades, la estación 130 de acoplamiento puede estar equipada con un dispositivo de salida de polen similar al dispositivo 124 de salida de polen del UAV 120 para permitir que la estación 130 de acoplamiento dispense polen a los cultivos en el área 110 que contiene el cultivo. Como tal, en algunos aspectos del sistema 100, el polen puede ser dispensado no solo por el UAV 120, sino también por la estación 130 de acoplamiento, lo que aumenta de manera ventajosa las capacidades de polinización del sistema 100.

En algunas modalidades, la estación 130 de acoplamiento

está configurada para proporcionar la adición de nuevos componentes modulares al UAV 120 para permitir que el UAV 120 interactúe mejor con el entorno operativo donde se encuentra el área 110 que contiene el cultivo. Por ejemplo, en algunos aspectos, la estación 130 de acoplamiento está configurada para permitir el acoplamiento de 5 varios tipos de tren de aterrizaje al UAV 120 para optimizar la interacción en tierra del UAV 120 con la estación 130 de acoplamiento y/o para optimizar la capacidad del UAV 120 para aterrizar en el suelo en el área 110 que contiene el cultivo. En 10 algunas modalidades, la estación 130 de acoplamiento está configurada para permitir el acoplamiento de nuevos componentes modulares (por ejemplo, balsas, pontones, velas o similares) al UAV 120 para permitir que el UAV 120 aterrice y/o se mueva sobre superficies mojadas y/o agua. En algunas modalidades, la estación 15 130 de acoplamiento puede configurarse para permitir modificaciones del aspecto visual del UAV 120, por ejemplo, a través del acoplamiento, al cuerpo exterior del UAV 120, uno o más componentes modulares (por ejemplo, alas) diseñados para, por ejemplo, prolongar el tiempo de vuelo del UAV 120. Se apreciará que 20 los tamaños relativos y las proporciones de la estación 130 de acoplamiento y UAV 120 en la Figura 1 no están dibujados a escala.

El dispositivo 140 informático del sistema 100 ejemplar de la FIGURA 1 puede ser un dispositivo electrónico fijo o portátil, por ejemplo, una computadora de escritorio, una computadora tipo 25 laptop, una tableta, un teléfono móvil o cualquier otro dispositivo

electrónico. En algunas modalidades, el dispositivo 140 informático puede comprender un circuito de control, una unidad de procesamiento central, un procesador, un microprocesador y similares, y puede ser uno o más de un servidor, un sistema informático que incluye más de un dispositivo informático, un sistema de computadora de venta minorista, un sistema informático basado en la nube y similares. En general, el dispositivo 140 informático puede ser cualquier dispositivo basado en procesador configurado para comunicarse con el UAV 120, la estación 130 de acoplamiento y la base de datos 160 electrónica para guiar el UAV 120 a medida que se desplaza por encima del suelo o en el suelo a la el área 110 y/o acopladores a una estación 130 de acoplamiento (por ejemplo, para recargar) y/o despliega desde la estación 130 de acoplamiento y/o dispensa polen sobre los cultivos en el área 110 que contiene el cultivo.

El dispositivo 140 informático puede incluir un procesador configurado para ejecutar instrucciones legibles por computadora almacenadas en una memoria de almacenamiento legible por computadora. El dispositivo 140 informático puede configurarse generalmente para hacer que los UAV 120: se desplacen (por ejemplo, vuele, sobrevuele o viaje) alrededor del área 110 que contiene el cultivo, a lo largo de una ruta determinada por un circuito de control del dispositivo 140 informático; detectar la estación 130 de acoplamiento colocada a lo largo de la ruta predeterminada por el dispositivo 140 informático; aterrizar en y/o acoplar en la

estación 130 de acoplamiento; desacoplar y/o levantar la estación 130 de acoplamiento; dispense polen en los cultivos en el área 110 que contiene el cultivo a través del dispositivo 124 de salida de polen, y detecte la presencia del polen dispensado por el dispositivo 124 de salida de polen en los cultivos. En algunas modalidades, la base de datos 160 electrónica incluye datos de detección de polen capturados por los sensores 122 del UAV 120 y transmitidos a la base de datos 160 electrónica por el UAV 120 (por ejemplo, a través del dispositivo 140 informático), y el dispositivo 140 informático está configurado para analizar tales datos de detección de polen e interprete la presencia del polen dispensado desde el dispensador 129 de polen en los cultivos como una verificación de que el polen dispensado por el UAV 120 se aplicó de manera exitosa a los cultivos, y le ordena al UAV 120 que dispense polen adicional en los cultivos, si los datos de verificación de polen indican que los cultivos en una o más secciones del área 110 que contiene el cultivo no fueron polinizados con éxito. En tales modalidades, los datos de detección de polen se almacenan de forma remota en el UAV 120 y la determinación de si el polen dispensado por el UAV 120 se aplicó de manera exitosa a los cultivos se realiza de forma remota en el UAV 120, es decir, en el dispositivo 140 informático, por lo tanto Reduciendo el almacenamiento de datos y los requisitos de energía de procesamiento del UAV 120.

Con referencia a la FIGURA 3, un dispositivo 140 informático de acuerdo con algunas modalidades configuradas para

uso con sistemas y métodos ejemplares descritos en la presente puede incluir un circuito 310 de control que incluye un procesador (por ejemplo, un microprocesador o un microcontrolador) acoplado eléctricamente a través de una conexión 315 a una memoria 320 y a través de una conexión 325 a una fuente de alimentación 330. El
5 circuito 310 de control puede comprender una plataforma por cableada de propósito fijo o puede comprender una plataforma parcial o totalmente programable, tal como un microcontrolador, un circuito integrado de especificación de aplicación, una matriz
10 de puerta programable por campo, y así sucesivamente. Estas opciones arquitectónicas son bien conocidas y entendidas en la técnica y no requieren más descripción aquí.

El circuito 310 de control se puede configurar (por ejemplo, usando la programación correspondiente almacenada en la
15 memoria 320 como entenderán aquellos con experiencia en la técnica) para llevar a cabo una o más de las etapas, acciones y/o Funciones descritas en la presente. En algunas modalidades, la memoria 320 puede ser integral al circuito 310 de control basado en el procesador o puede ser físicamente discreta (en todo o en parte)
20 del circuito 310 de control y está configurada para almacenar de manera no transitoria las instrucciones de la computadora que, cuando se ejecutan por el circuito 310 de control hace que el circuito 310 de control se comporte como se describe en la presente.
(Como se usa en la presente, esta referencia a "de manera no
25 transitoria" se entenderá que se refiere a un estado no efímero para

los contenidos almacenados (y, por lo tanto, se excluye cuando los contenidos almacenados simplemente constituyen señales u ondas) en lugar de la volatilidad de los medios de almacenamiento en sí mismos. y, por lo tanto, incluye tanto la memoria no volátil (tal como la memoria de solo lectura (ROM)) como la memoria volátil (tal como la memoria de solo lectura programable y borrable (EPROM)). Por consiguiente, la memoria y/o el circuito de control pueden denominarse un medio no transitorio o un medio legible por computadora no transitorio.

10 En algunas modalidades, el circuito 310 de control del dispositivo 140 informático está programado para, en respuesta a la recepción (a través de la red 150) de los datos de detección de polen (capturados por el sensor 122 del UAV 120) del UAV 120, hacer que el dispositivo 140 informático analice tales datos de detección de polen. En algunos aspectos, el circuito 310 de control del dispositivo 140 informático está configurado para transmitir, a través de la red 150, los datos de detección de polen recibidos desde el UAV 120 a la base de datos 160 electrónica, de modo que la base de datos 160 electrónica se puede actualizar en tiempo real para incluir información de detección de polen actualizada en el área 110 que contiene el cultivo. En un aspecto, el dispositivo 140 informático está configurado para acceder, a través de la red 150, a los datos de detección de polen almacenados en la base de datos 160 electrónica para determinar si el polen dispensado por el UAV 120 sobre los cultivos en el área 110 que contiene el cultivo está

realmente presente en los cultivos.

En algunas modalidades, el circuito 310 de control del dispositivo 140 informático está programado para generar una señal de control al UAV 120 basándose en una determinación de si los datos de detección de polen indican que los cultivos objetivo fueron polinizados exitosamente por el polen dispensado por El UAV 120 o no. Por ejemplo, una señal de control de este tipo puede indicar al UAV 120 que se mueva hacia una sección del área 110 que contiene el cultivo que contiene cultivos determinados por el circuito 310 de control del dispositivo 140 informático que no han sido polinizados con éxito por el polen dispensado por el UAV 120, y para dispensar polen adicional sobre esa sección del área 110 que contiene el cultivo para polinizar con éxito los cultivos en esa sección. En algunos aspectos, el circuito 310 de control está programado para hacer que el dispositivo 140 informático transmita dicha señal de control al UAV 120 a través de la red 150.

El circuito 310 de control del dispositivo 140 informático también está acoplado eléctricamente a través de una conexión 335 a una entrada/salida 340 (por ejemplo, una interfaz inalámbrica) que puede recibir señales alámbricas o inalámbricas de uno o más UAV 120. También, la entrada/salida 340 del dispositivo 140 informático puede enviar señales al UAV 120, tal como señales que incluyen instrucciones sobre si se debe o no dispensar polen adicional en los cultivos, o en qué estación 130 de acoplamiento se va a aterrizar el UAV 120 para recargar mientras se coloca sobre

el área 110 que contiene el cultivo a lo largo de una ruta predeterminada por el dispositivo 140 informático.

En la modalidad mostrada en la FIGURA 3, el circuito 310 de control basado en el procesador del dispositivo 140 informático está acoplado eléctricamente a través de una conexión 345 a una interfaz de usuario 350, que puede incluir un despliegue visual o pantalla 360 de visualización (por ejemplo, pantalla LED) y/o entrada 370 de botón que proporciona a la interfaz de usuario 350 la capacidad de permitir que un operador del dispositivo 140 informático, controle manualmente el dispositivo 140 informático ingresando comandos a través de la pantalla táctil y/o el botón de operación y/o la voz de comando, por ejemplo, enviar una señal al UAV 120 para, por ejemplo: controlar el movimiento direccional del UAV 120 mientras el UAV 120 se está moviendo a lo largo de una ruta (de vuelo o de tierra) (sobre o en el área 110 que contiene el cultivo) predeterminada por el dispositivo 140 informático; controle el movimiento del UAV 120 mientras el UAV 120 aterriza en una estación 130 de acoplamiento; controle el movimiento del UAV 120 mientras el UAV está levantando una estación 130 de acoplamiento; controle el movimiento del UAV 120 mientras el UAV 120 está en el proceso de dispensar polen desde el dispositivo 124 de salida de polen; y/o controlar el movimiento del UAV 120 mientras el UAV 120 intenta detectar si el polen dispensado por el dispositivo 124 de salida de polen se aplicó de manera exitosa sobre los cultivos en el área 110 que contiene el cultivo. En particular,

el desempeño de tales funciones por parte del circuito 310 de control basado en el procesador del dispositivo 140 informático no depende de las acciones de un operador humano, y ese circuito 310 de control puede programarse para realizar tales funciones sin ser controlado activamente por un operador humano.

En algunas modalidades, la pantalla 360 de visualización del dispositivo 140 informático está configurada para visualizar varios menús, opciones y/o alertas basadas en interfaces gráficas que pueden transmitirse desde y/o al dispositivo 140 informático en relación con varios aspectos del movimiento del UAV 120 en el área 110 que contiene el cultivo, así como con varios aspectos de la polinización de las plantas por el dispositivo 124 de salida de polen del UAV 120 en respuesta a las instrucciones recibidas del dispositivo 140 informático. Las entradas 370 del dispositivo 140 informático puede configurarse para permitir que un operador humano navegue a través de los menús en pantalla en el dispositivo 140 informático y realice cambios y/o actualizaciones a las rutas del UAV 120, las salidas de polen del dispositivo 124 de salida de polen, y/o las ubicaciones de las estaciones 130 de acoplamiento. Se apreciará que la pantalla 360 de visualización puede configurarse como una pantalla de visualización y una entrada 370 (por ejemplo, una pantalla táctil que permite al operador presionar en la pantalla 360 de visualización para ingresar texto y/o ejecutar comandos). En algunas modalidades, las entradas 370 de la interfaz de usuario 350 del dispositivo 140 informático pueden permitir al operador

para, por ejemplo, configurar manualmente las instrucciones para el UAV 120 para enviar polen sobre una sección del área 110 que contiene el cultivo seleccionado por el operador.

En algunas modalidades, el dispositivo 140 informático genera automáticamente una ruta de viaje para el UAV 120 desde su estación de despliegue hasta el área 110 que contiene el cultivo, y hacia o desde la estación 130 de acoplamiento mientras se mueve sobre o en el área 110 que contiene el cultivo. En algunas modalidades, esta ruta se basa en una ubicación de inicio de un UAV 120 (por ejemplo, ubicación de la estación de despliegue) y el destino previsto del UAV 120 (por ejemplo, ubicación del área 110 que contiene el cultivo y/o ubicación de las estaciones 130 de acoplamiento en o alrededor del área 110 que contiene el cultivo).

Como se menciona en lo anterior, la base de datos 160 electrónica de la FIGURA 1 está configurada para almacenar datos electrónicos que incluyen, pero no se limitan a: datos de detección de polen capturados por los sensores 122 del UAV 120 después de dispensar polen en los cultivos en el área 110 que contiene el cultivo; datos que indican la ubicación del UAV 120 (por ejemplo, coordenadas GPS, etc.); datos que indican el nivel de polen en el receptáculo 127 del dispositivo 124 de salida de polen; datos que indican ubicaciones dentro del área 110 que contiene el cultivo donde el UAV 120 dispensó polen adicional; la ruta del UAV 120 cuando se desplaza desde una estación de despliegue al área 110 que contiene el cultivo, mientras vuela sobre el área 110 que contiene

el cultivo, o cuando regresa del área 110 que contiene el cultivo a la estación de despliegue; datos que indican señales de comunicación y/o mensajes enviados entre el dispositivo 140 informático, el UAV 120, la base de datos 160 electrónica y/o la estación 130 de acoplamiento; datos que indican la ubicación (por ejemplo, coordenadas GPS, etc.) de la estación 130 de acoplamiento; y/o datos que indican la identidad de uno o más UAV 120 acoplados en cada estación 130 de acoplamiento. Como se explicó anteriormente, en algunas modalidades, tales datos electrónicos se almacenan en la memoria 208 del UAV 120, de manera que el circuito 206 de control del UAV 120 accede a tales datos electrónicos desde la memoria 208 del UAV 120 sin tener que acceder a una base de datos electrónica remota a través de la red 150.

En algunas modalidades, las entradas de ubicación se proporcionan a través de la red 150 al dispositivo 140 informático para permitir que el dispositivo 140 informático determine la ubicación de uno o más de los UAV 120 y/o una o más estaciones 130 de acoplamiento. Por ejemplo, en algunas modalidades, el UAV 120 y/o la estación 130 de acoplamiento pueden incluir un dispositivo de rastreo GPS que permita una identificación basada en GPS de la ubicación del UAV 120 y/o la estación 130 de acoplamiento por el dispositivo 140 informático a través de la red 150. En un aspecto, el dispositivo 140 informático está configurado para rastrear la ubicación del UAV 120 y la estación 130 de acoplamiento, y para determinar, a través del circuito 310 de control, una ruta óptima

para el UAV 120 desde su estación de despliegue hasta el área 110 que contiene el cultivo y/o una estación 130 de acoplamiento óptima para que el UAV 120 se acople mientras viaja a lo largo de su ruta predeterminada. En algunas modalidades, el circuito 310 de control del dispositivo 140 informático está programado para hacer que el dispositivo 140 informático comunique tales datos de seguimiento y/o enrutamiento a la base de datos 160 electrónica para su almacenamiento y/o recuperación posterior.

En vista de la descripción anterior que se refiere a las FIGURAS 1-3, y con referencia a la FIGURA 4, ahora se describirá un método 400 de polinizar cultivos en un área 110 que contiene cultivos de acuerdo con algunas modalidades. Mientras que el proceso 400 se discute como se aplica al dispensar polen en cultivos en un área 110 que contiene cultivos y detectar la presencia del polen dispensado en los cultivos e interpretar la presencia del polen dispensado en los cultivos como una verificación de que el polen dispensado se aplicó de manera exitosa a los cultivos a través del sistema 100 ejemplar que se muestra en la FIGURA 1, se apreciará que el proceso 400 puede utilizarse en relación con cualquiera de las modalidades descritas en la presente.

El método 400 ejemplar representado en la FIGURA 4 incluye proporcionar uno o más UAV 120 que incluyen un receptáculo 127 que incluye una solución 131 que contiene polen, uno o más dispensadores 129 de polen configurados para dispensar el polen desde el receptáculo 127 a los cultivos cuando el UAV 120 está

ubicado sobre el área 110 que contiene el cultivo, y al menos un sensor 122 configurado para detectar la presencia del polen dispensado desde el dispensador 129 de polen sobre los cultivos e interpretar la presencia del polen dispensado desde el dispensador 129 de polen sobre los cultivos como una verificación de que el polen dispensado se aplicó de manera exitosa a los cultivos (etapa 410). El método incluye además dispensar el polen desde el receptáculo 127 sobre los cultivos a través de uno o más dispensadores 129 de polen (etapa 420). Como se discute en lo anterior con más detalle, en algunas modalidades, el polen es dispensado por el dispositivo 124 de salida de polen mediante la aspersión a través del dispensador 129 de polen sobre los cultivos y, en algunas modalidades, el polen es dispensado por el dispositivo 124 de salida de polen a través de un brazo 119 aplicador de polen que se extiende desde el UAV 120 y un elemento 117 aplicador de polen (por ejemplo, un esparcidor, un cepillo, una almohadilla, un paño, una pistola rociadora o similar).

El método 400 de la FIGURA 4 incluye además detectar la presencia del polen dispensado desde el dispensador 129 de polen en los cultivos a través de uno o más sensores 122 del UAV 120 (etapa 430). Como se discute en lo anterior con más detalle, en algunas modalidades, los sensores 122 del UAV 120 incluyen una cámara capaz de capturar datos de detección de polen que proporcionan una indicación del polen basada en óptica, química o calor/temperatura del polen cuando aparece en los cultivos (por ejemplo, en hojas,

flores, frutos o tallos). Estos datos de detección de polen se analizan (por ejemplo, mediante el dispositivo 140 informático o el UAV 120) para determinar con qué éxito se aplicó el polen a los cultivos (por ejemplo, calcular un porcentaje de los cultivos en el área 110 que contiene el cultivo). Cubierto exitosamente por el polen dispensado por el UAV 120). En algunas modalidades, después de la recolección, por el UAV 120, de datos de detección de polen que indican la detección de polen dispensado desde el UAV 120 en los cultivos en el área 110 que contiene el cultivo, y después de una determinación por parte del dispositivo 140 informático sobre si el polen debe ser distribuido en los cultivos en el área 110 que contiene el cultivo, el método incluye además enviar una señal de control al UAV 120 a través de la red 150 desde el dispositivo 140 informático para indicar al UAV 120 que dispense la solución 131 que contiene polen adicional en los cultivos en una sección del área 110 que contiene el cultivo se determinó que los cultivos no fueron polinizados con éxito cuando el polen fue dispensado inicialmente por el dispositivo 124 de salida de polen del UAV 120.

Los sistemas y métodos descritos en la presente proporcionan ventajosamente una distribución selectiva semiautomática o totalmente automatizada de polen en cultivos en áreas que contienen cultivos a través de vehículos no tripulados y detectan si el polen dispensado se aplicó de manera exitosa en los cultivos que se pretende polinizar. Como tales, los sistemas y métodos actuales reducen significativamente la cantidad de polen

que se debe dispensar y reducen significativamente los recursos necesarios para determinar si el polen se aplicó de manera exitosa en los cultivos, proporcionando así de manera ventajosa un sistema de polinización eficiente, autosuficiente y rentable.

5 Aquellos con experiencia en la técnica reconocerán que también se pueden realizar una amplia variedad de otras modificaciones, alteraciones y combinaciones con respecto a las modalidades descritas anteriormente sin apartarse del alcance de la invención, y que tales modificaciones, alteraciones y
10 combinaciones deben considerarse dentro del ámbito del concepto inventivo.

proporcionar al dispensador de polen una válvula configurada para controlar el flujo del polen a través del embudo y con al menos un rotor configurado para dispersar el polen cuando la válvula está abierta para permitir el flujo del polen a través del embudo.

16. El método de conformidad con la reivindicación 11, caracterizado porque la etapa de provisión comprende además proporcionar al menos un vehículo aéreo no tripulado con al menos un brazo aplicador de polen que se extiende hacia abajo desde al menos un vehículo aéreo no tripulado y acoplado operativamente a al menos uno de: un esparcidor, un cepillo, una almohadilla, un paño y una pistola rociadora.

17. El método de conformidad con la reivindicación 16, caracterizado porque además comprende mover, a través del dispensador de polen, al menos un brazo aplicador de polen en una dirección hacia abajo hacia los cultivos mientras que al menos un vehículo aéreo no tripulado sobrevuela sobre los cultivos.

18. El método de conformidad con la reivindicación 11, caracterizado porque además comprende:

proporcionar al menos una estación de acoplamiento situada cerca del área que contiene el cultivo y configurada para acomodar al menos un vehículo aéreo no tripulado; y

proporcionar un dispositivo informático que incluye un circuito de control basado en procesador y configurado para comunicarse con al menos un vehículo aéreo no tripulado y al menos

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para polinizar cultivos en un área que contiene cultivos, el sistema caracterizado porque comprende:

al menos un vehículo aéreo no tripulado que incluye:

5 un receptáculo que incluye polen;

al menos un dispensador de polen configurado para dispensar el polen desde el receptáculo a los cultivos cuando al menos un vehículo aéreo no tripulado está ubicado sobre el área que contiene el cultivo; y

10 al menos un sensor configurado para detectar la presencia del polen dispensado desde al menos un dispensador de polen en los cultivos e interpretar la presencia del polen dispensado desde al menos un dispensador de polen sobre los cultivos como una verificación de que el polen dispensado desde al menos un
15 dispensador de polen fue aplicado exitosamente a los cultivos.

2. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque al menos un sensor de al menos un vehículo aéreo no tripulado incluye una cámara de video configurada para observar ópticamente la presencia del polen dispensado desde al
20 menos un dispensador de polen en los cultivos.

3. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el receptáculo incluye además un agente facilitador de detección configurado para permitir que al menos un sensor detecte la presencia del polen dispensado desde al menos un
25 dispensador de polen en los cultivos, estando configurado el

dispensador de polen para dispensar el polen en los cultivos desde el receptáculo junto con el agente facilitador de detección.

4. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el receptáculo incluye el polen dispersado en una solución, el dispensador de polen comprende además un elemento piezoeléctrico configurado para efectuar la liberación de gotitas que contienen polen del receptáculo en respuesta a la activación del elemento piezoeléctrico.

5. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el receptáculo es un embudo configurado para retener el polen, y en donde al menos un dispensador de polen incluye una válvula configurada para controlar el flujo de polen a través del embudo, y al menos un rotor configurado para dispersar el polen cuando la válvula está abierta para permitir el flujo del polen a través del embudo.

6. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque al menos un dispensador de polen incluye al menos un brazo aplicador de polen que se extiende hacia abajo desde al menos un vehículo aéreo no tripulado y acoplado operativamente a al menos uno de: un esparcidor, un cepillo, una almohadilla, Un paño y una pistola rociadora.

7. El sistema de conformidad con la reivindicación 6, caracterizado porque el dispensador de polen está configurado para mover al menos un brazo aplicador de polen en una dirección hacia abajo hacia los cultivos mientras que al menos un vehículo aéreo

no tripulado se cierre sobre los cultivos.

8. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque además comprende al menos una estación de acoplamiento situada próxima al área que contiene el cultivo y
5 configurada para alojar al menos un vehículo aéreo no tripulado;
y

un dispositivo informático que incluye un circuito de control basado en procesador y configurado para comunicarse con al menos un vehículo aéreo no tripulado y al menos una estación de
10 acoplamiento a través de una red.

9. El sistema de conformidad con la reivindicación 8, caracterizado porque al menos un vehículo aéreo no tripulado está configurado para enviar una primera señal al dispositivo informático a través de la red, la primera señal incluye datos de
15 detección de polen capturados por al menos un sensor de al menos un vehículo aéreo no tripulado al detectar, por al menos un sensor, la presencia del polen dispensado desde al menos un dispensador de polen en los cultivos, y en donde el circuito de control del dispositivo informático está programado para controlar al menos uno
20 de los movimientos, altitud y distribución de polen por al menos un vehículo aéreo no tripulado basado en la primera señal.

10. El sistema de conformidad con la reivindicación 9, caracterizado porque además comprende una base de datos electrónica en comunicación con al menos uno del dispositivo informático y al
25 menos un vehículo aéreo no tripulado, la base de datos electrónica

configurada para almacenar los datos de detección de polen recibidos por el dispositivo informático desde al menos un vehículo aéreo no tripulado.

5 **11.** Un método para polinizar cultivos en un área que contiene cultivos, el método caracterizado porque comprende:

proporcionar al menos un vehículo aéreo no tripulado que incluye:

un receptáculo que incluye polen;

10 al menos un dispensador de polen configurado para dispensar el polen desde el receptáculo a los cultivos cuando al menos un vehículo aéreo no tripulado está ubicado sobre el área que contiene el cultivo; y

15 al menos un sensor configurado para detectar la presencia del polen dispensado desde al menos un dispensador de polen en los cultivos e interpretar la presencia del polen dispensado desde al menos un dispensador de polen sobre los cultivos como una verificación de que el polen dispensado desde al menos un

20 dispensador de polen se aplicó de manera exitosa a los cultivos; a través de al menos un dispensador de polen; y

detectar la presencia del polen dispensado desde al menos un dispensador de polen en los cultivos a través de al menos un sensor.

25 **12.** El método de conformidad con la reivindicación 11, caracterizado porque la etapa de provisión comprende además

proporcionar al menos un sensor en forma de una cámara de video configurada para observar ópticamente la presencia del polen dispensado desde al menos un dispensador de polen en los cultivos.

13. El método de conformidad con la reivindicación 11, caracterizado porque además comprende:

proporcionar un agente facilitador de detección en el receptáculo, el agente facilitador de detección configurado para permitir que al menos un sensor detecte la presencia del polen dispensado desde al menos un dispensador de polen en los cultivos;

10 y

dispensar, a través del dispensador de polen, el polen en los cultivos desde el receptáculo junto con el agente facilitador de detección.

14. El método de conformidad con la reivindicación 11, caracterizado porque además comprende:

proporcionar el polen dispersado en una solución en el receptáculo; y

proporcionar al dispensador de polen un elemento piezoeléctrico configurado para efectuar la liberación de gotitas que contienen polen del receptáculo en respuesta a la activación del elemento piezoeléctrico.

15. El método de conformidad con la reivindicación 11, caracterizado porque además comprende:

proporcionar el receptáculo en forma de embudo configurado para comercializar el polen; y

una estación de acoplamiento a través de una red.

19. El método de conformidad con la reivindicación 18, caracterizado porque además comprende:

enviar, desde al menos un vehículo aéreo no tripulado al
5 dispositivo informático a través de la red, una primera señal que
incluye datos de detección de polen capturados por al menos un
sensor de al menos un vehículo aéreo no tripulado en el momento de
la detección, por al menos un sensor, de la presencia del polen
dispensado desde al menos un dispensador de polen en los cultivos;

10 y

controlar, a través del circuito de control del
dispositivo informático, al menos uno de movimiento, altitud y
dispensación de polen por al menos un vehículo aéreo no tripulado
basado en la primera señal.

15 **20.** El método de conformidad con la reivindicación 19,
caracterizado porque además comprende proporcionar una base de
datos electrónica en comunicación con al menos uno del dispositivo
informático y al menos un vehículo aéreo no tripulado, la base de
datos electrónica configurada para almacenar los datos de detección
20 de polen recibidos por el dispositivo informático desde al menos
un vehículo aéreo no tripulado.

RESUMEN

En algunas modalidades, los métodos y sistemas de polinizar cultivos en un área que contiene cultivos incluyen al menos un vehículo no tripulado que tiene un receptáculo que incluye polen, un dispensador de polen configurado para dispensar el polen desde el receptáculo a los cultivos y un sensor configurado para detectar la presencia del polen dispensado desde al menos un dispensador de polen sobre los cultivos e interpretar la presencia del polen dispensado desde al menos un dispensador de polen sobre los cultivos como una verificación de que el polen dispensado desde al menos un dispensador de polen se aplicó de manera exitosa a los cultivos.

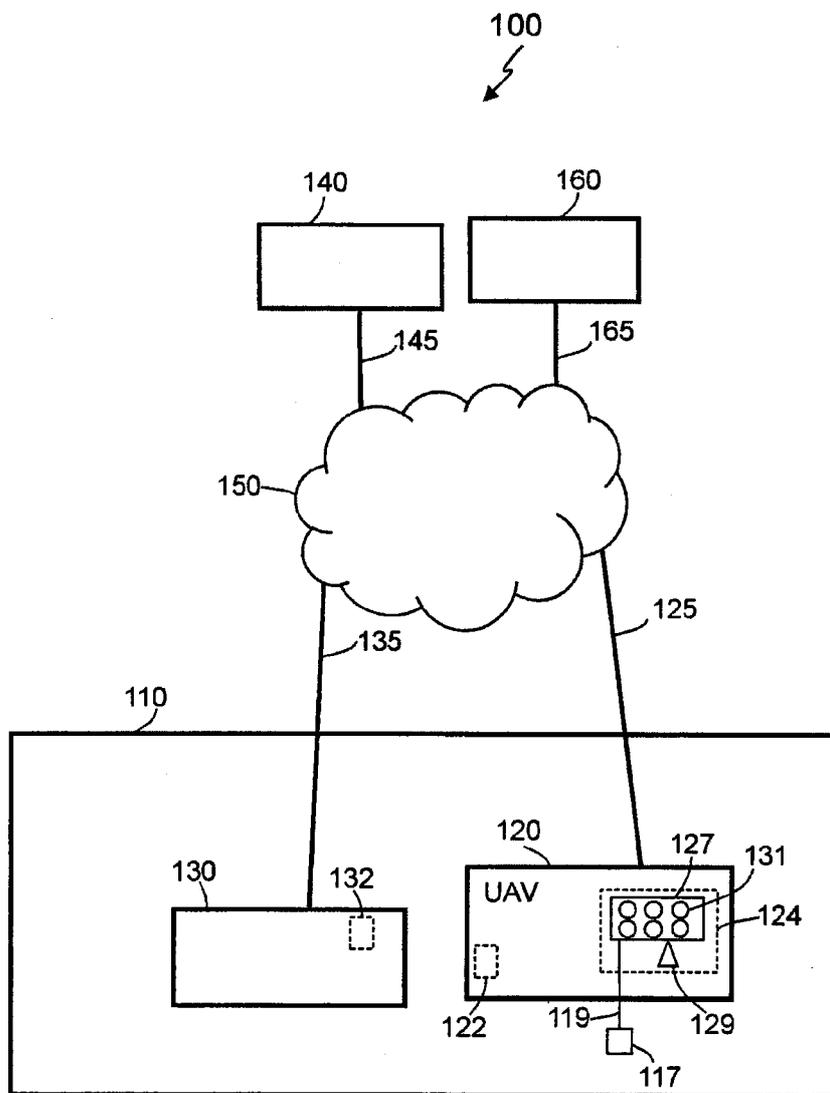


FIG. 1

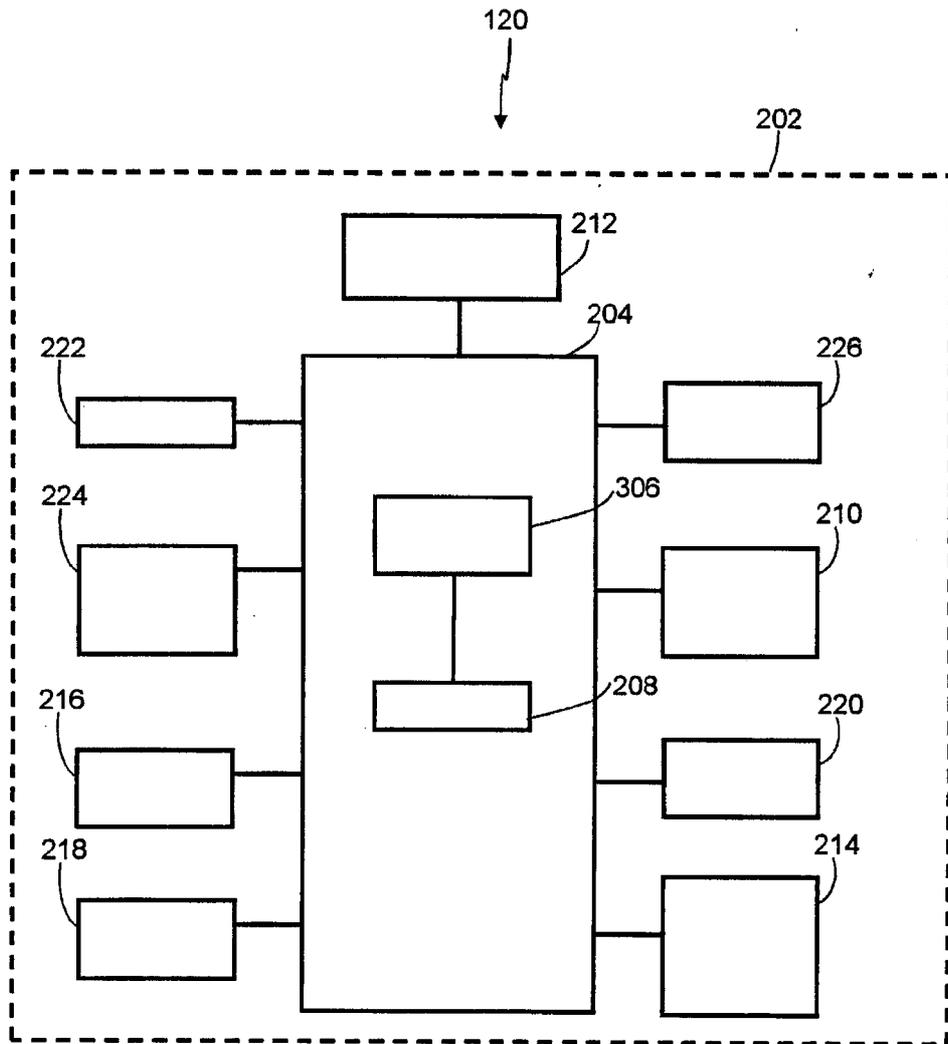


FIG. 2

140

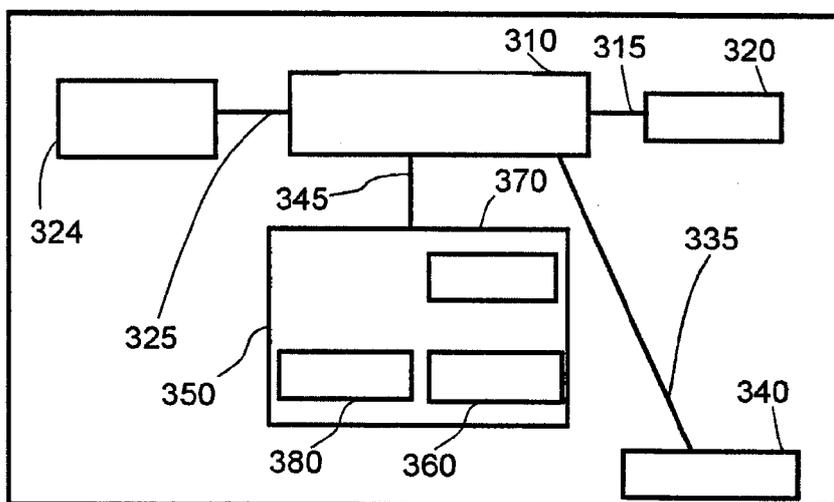


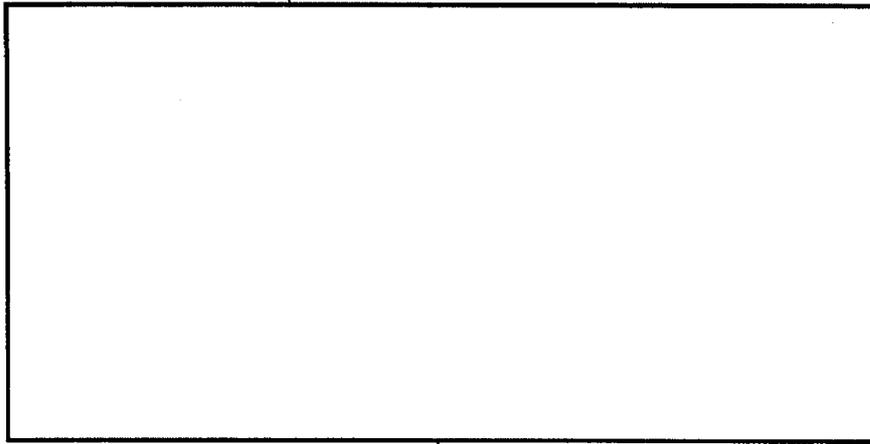
FIG. 3

4/5

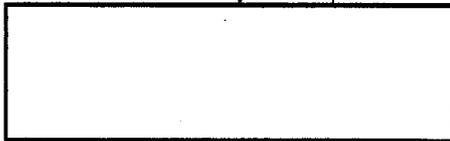
400



410



420



430

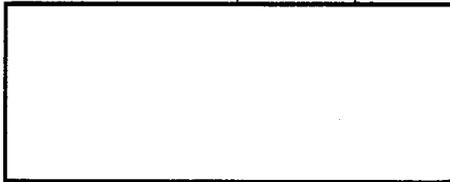


FIG. 4

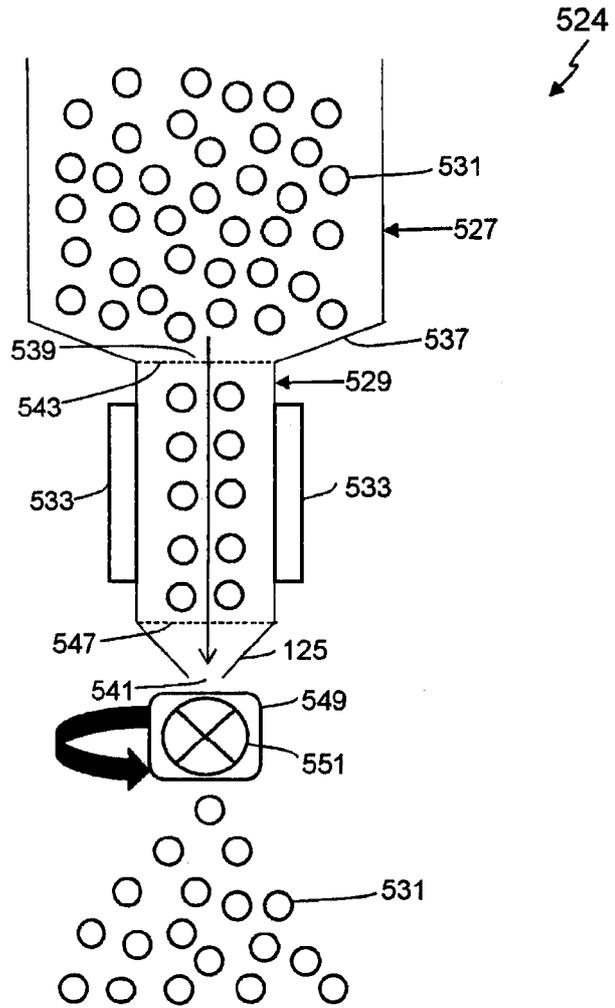


FIG. 5