



(11) **MX 2019002643 A**

(12)

SOLICITUD de PATENTE

(43) Fecha de publicación: **17/06/2019** (51) Int. Cl: **A01H 1/02** (2006.01)
B64C 39/02 (2006.01)
(22) Fecha de presentación: **06/03/2019**
(21) Número de solicitud: **2019002643** (86) Número de solicitud PCT: **US 2017/049259**
(87) Número de publicación PCT: **WO 2018/048689 (15/03/2018)**

(30) Prioridad(es): **08/09/2016 US 62/384,920**

(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 CUAUHTEMOC
Ciudad de México 06500 MX

(54) Título: **SISTEMAS Y METODOS PARA POLINIZAR CULTIVOS A TRAVES DE VEHICULOS NO TRIPULADOS.**

(54) Title: **SYSTEMS AND METHODS FOR POLLINATING CROPS VIA UNMANNED VEHICLES.**

(57) Resumen

En algunas modalidades, los métodos y sistemas de polinizar cultivos incluyen uno o más vehículos no tripulados que incluyen un aplicador de polen configurado para recolectar el polen de una flor de un primer cultivo y para aplicar el polen recolectado de la flor del primer cultivo sobre una flor de un segundo cultivo y un sensor configurado para detectar la presencia del polen aplicado a la flor del segundo cultivo por el aplicador de polen para verificar que el polen recolectado de la flor del primer cultivo por el aplicador de polen fue aplicado exitosamente por el aplicador de polen sobre la flor del segundo cultivo.

(57) Abstract

In some embodiments, methods and systems of pollinating crops include one or more unmanned vehicles including a pollen applicator configured to collect pollen from a flower of a first crop and to apply the pollen collected from the flower of the first crop onto a flower of a second crop and a sensor configured to detect presence of the pollen applied to the flower of the second crop by the pollen applicator to verify that the pollen collected from the flower of the first crop by the pollen applicator was successfully applied by the pollen applicator onto the flower of the second crop.

SISTEMAS Y MÉTODOS PARA POLINIZAR 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 usar vehículos
no tripulados para polinizar cultivos.

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, la fumigación 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 avión en
20 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 a menudo rocían más polen del
que sería necesario si la polinización fuera el objetivo, lo que
hace que la polinización basada en el fumigador sea más costosa.
25 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
5 de la cantidad excesiva de polen rociada por el avión fumigador.

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
10 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
15 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; y

la FIGURA 4 es un diagrama de flujo de un método de polinización de cultivos a través de UAV de acuerdo con algunas
20 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
25 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 los cultivos incluyen uno o más vehículos no tripulados que incluye al menos un aplicador de polen configurado para recolectar polen desde una flor de un primer cultivo para aplicar el polen recolectado desde la flor del primer cultivo sobre una flor de un segundo cultivo y un sensor configurado para detectar la presencia del polen aplicado a la flor del segundo cultivo para el aplicador de polen para verificar que el polen se aplica con éxito.

En una modalidad, un sistema para polinizar cultivos incluye uno o más vehículos no tripulados que incluyen uno o más aplicadores de polen configurados para recolectar el polen de una flor de un primer cultivo y para aplicar el polen recolectado de la flor del primer cultivo en una flor de un segundo cultivo y uno o más sensores configurados para detectar la presencia del polen aplicado a la flor del segundo cultivo por el aplicador de polen para verificar que el polen recolectado de la flor del primer cultivo por el aplicador de polen fue aplicado exitosamente por El aplicador de polen sobre la flor del segundo cultivo.

En otra modalidad, un método de polinización de cultivos incluye: proporcionar uno o más vehículos no tripulados que tienen uno o más aplicadores de polen configurados para recolectar polen de una flor de un primer cultivo y para aplicar el polen recolectado de la flor del primer cultivo en una flor de un segundo cultivo, y uno o más sensores configurados para detectar la presencia del polen aplicado a la flor del segundo cultivo por el aplicador de polen para verificar que el polen recolectado de la flor del primer

cultivo por el aplicador de polen fue aplicado con éxito por el aplicador de polen sobre la flor del segundo cultivo.

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 uno o más aplicadores 124 de polen que tienen un elemento 127 aplicador de polen configurado para recolectar polen de una flor 190a de un primer cultivo 192a y para aplicar el polen recolectado a la flor 190a del primer cultivo 192a sobre una flor 190b de un segundo cultivo 192b, y uno o más sensores 122 configurados para detectar la presencia del polen aplicado a la flor 190b del segundo cultivo 192b por el elemento 127 aplicador de polen, y para verificar que el polen recolectado de la flor 190a del primer cultivo 192a por el elemento 127 aplicador de polen fue aplicado exitosamente por el elemento 127 aplicador de polen sobre la flor 190b del segundo cultivo 192b; una estación 130 de acoplamiento configurada para permitir que el UAV 120 aterrice sobre ella y que se acople en 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 de tales componentes 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 polinización a dos o más UAV 120 para guiar a los UAV 120 a lo largo de sus rutas predeterminadas para polinizar los cultivos en el área 110 que contiene el cultivo y para detectar el polen aplicado por el aplicador 124 de polen del UAV 120 sobre 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 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 dos ubicaciones físicas separadas), o puede ser Implementado 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 recolectar el polen 180 de una flor 190a de un primer cultivo 192a y para aplicar el polen 180 recolectado de la flor 190a del primer cultivo 192a en una flor 190b de un segundo cultivo 192b, para detectar la presencia del polen 180 aplicado a la flor 190b del segundo cultivo 192b, para aterrizar en una estación 130 de acoplamiento, y para acoplarse 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 polinización de los cultivos en el área 110 que contiene el cultivo, y volver a la estación de despliegue sin recargarse después de polinizar los cultivos.

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, polinizar los cultivos, detectar polen 180 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), polinizar las flores de los cultivos en el área 110 que contiene el cultivo, y detectar el polen 180 que se aplicó sobre las flores de 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 en general en la presente, en algunas modalidades, un vehículo aéreo controlado de forma remota por un ser 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).

5 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 una estación 130 de registro.

10 Como se describe en lo anterior, el UAV 120 ejemplar mostrado en la FIGURA 1 incluye al menos un sensor 122 configurado para detectar la presencia de polen 180 recolectado por el elemento 127 aplicador de polen de una flor 190a de un primer cultivo 192a y aplicado sobre una flor 190b de un segundo cultivo 192b en el área
15 110 que contiene el cultivo. En algunas modalidades, el sensor 122 del UAV 120 está configurado para interpretar la presencia del polen 180 en la flor 190b del segundo cultivo 192b en el área 110 que contiene el cultivo como una verificación de que el polen 180 se aplicó con éxito a la flor 190b del segundo cultivo 192b por el UAV
20 120. En algunos aspectos, el sensor 122 está configurado para detectar simplemente la presencia del polen 180 aplicado por el aplicador 124 de polen en la flor 190b del segundo cultivo 192b y transmite estos datos de detección a otro dispositivo (por ejemplo, el circuito de control del UAV 120, el circuito de control del
25 dispositivo 140 informático, etc.) para interpretar estos datos de

detección como una verificación de que el aplicador 124 de polen aplicó con éxito el polen 180 sobre la flor 190b del segundo cultivo 192b.

En algunas modalidades, los sensores 122 del UAV 120 incluyen una cámara de video configurada para observar ópticamente las flores de los cultivos y/o la presencia de polen 180 aplicado a las flores de los cultivos por el aplicador 124 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 imagen visual del polen 180 tal como aparece en los cultivos (por ejemplo, sobre brotes de hojas, flores, frutos o tallos). Los sensores 122 del UAV 120 pueden configurarse para detectar el polen 180 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 áreas de superficie en los cultivos donde El polen 180 se detecta como puntos calientes.

En algunos aspectos, los sensores 122 del UAV 120 están configurados para detectar la presencia del polen 180 aplicado por el elemento 127 aplicador de polen en los cultivos (por ejemplo, flores, frutos, hojas, tallos, etc.) y para capturar la presencia del polen 180 en los cultivos como datos de detección de polen, que luego son analizados por el dispositivo 140 informático (o UAV 120) para determinar la cobertura de los cultivos con polen 180. En

algunas modalidades, después de recibir datos de detección de polen que indican la detección del polen 180 aplicado por el UAV 120 en los cultivos en el área 110 que contiene el cultivo y determina que una alta concentración de cultivos dentro de una sección del área 5 110 que contiene el cultivo tiene flores que no fueron polinizadas con éxito por el UAV 120, el dispositivo 140 informático está configurado para enviar una señal de control al UAV 120 para instruir al UAV 120 para que polinice aún más los cultivos en esa sección del área 110 que contiene el cultivo a través del elemento 10 127 aplicador de polen (o un elemento aplicador modular recientemente agregado).

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, 15 pero no se limitan a: un sensor óptico, una cámara, un escáner RFID, 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 20 identificadores de la estación 130 de acoplamiento. Por ejemplo, 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 25 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.

5 Con referencia a la FIGURA 1, el aplicador 124 de polen se extiende hacia afuera (por ejemplo, hacia abajo) desde el alojamiento del UAV 120 y está acoplado operativamente a un elemento 127 aplicador de polen ubicado externamente a el alojamiento del UAV 120 y configurado para recolectar el polen 180 de una flor 190a
10 de un primer cultivo 192a y aplique el polen 180 recolectado de la flor 190a del primer cultivo 192a sobre una flor 190b de un segundo cultivo 192b. Se apreciará que el aplicador 124 de polen puede configurarse para recolectar el polen 180 de la flor 190a y depositar el polen 180 recolectado en un recipiente interno al UAV
15 120 o bien retener el polen recolectado de manera segura mientras el UAV 120 viaja fuera del área 110 que contiene el cultivo a otra área que contiene el cultivo, donde el polen 180 recolectado de la flor 190a puede aplicarse y polinizar una flor de otro cultivo de interés. En la modalidad de la FIGURA 1, el elemento 127 aplicador
20 de polen ejemplar es una estructura similar a un cepillo que incluye una pluralidad de cerdas 129 configuradas para la recolección, a medida que el UAV 120 se mueve en una dirección indicada por la flecha direccional en la FIGURA 1, el polen 180 de una flor 190a de un primer cultivo 192a y para aplicar el polen 180 recolectado
25 de la flor 190a del primer cultivo 192a sobre una flor 190b de un

segundo cultivo 192b.

En algunos aspectos, las cerdas 129 están formadas por al menos un material pegajoso configurado para causar que el polen 180 de la flor 190a del primer cultivo 192a se adhiera a las cerdas 129 cuando las cerdas están en contacto con el polen 180 de la flor 190a del primer cultivo 192a, y para permitir que el polen 180 de la flor 190a del primer cultivo 192a pegada a las cerdas 129 se aplique a la flor 190b del segundo cultivo 192b cuando las cerdas 129 entran en contacto con y/o se rozan contra la flor 190b del segundo cultivo 192b. Algunos materiales pegajosos adecuados a partir de los cuales se forman las cerdas 129 en algunas modalidades incluyen, pero no se limitan a: oligómeros acrilatados, oligómeros metacrílicos, acrilatos curables por energía, oligómeros acrilatados curables por energía, resinas adherentes, combinaciones de polímero/monómero curables, oligómeros acrilatados de uretanos alifáticos, o similares.

En otros aspectos, en lugar de que las cerdas 129 se formen de un material pegajoso, las superficies externas de las cerdas 129 están recubiertas con uno o más materiales pegajosos configurados para causar el polen 180 de la flor 190a del primer cultivo 192a para adherirse al material pegajoso recubierto en las cerdas 129 cuando las cerdas entran en contacto con el polen 180 de la flor 190a del primer cultivo 192a, y para permitir que el polen 180 de la flor 190a del primer cultivo 192a se pegue al material pegajoso recubierto sobre las cerdas 129 para ser aplicado a la flor

190b del segundo cultivo 192b cuando las cerdas 129 entran en contacto y/o se rozan contra la flor 190b del segundo cultivo 192b. Algunos materiales adhesivos adecuados que pueden recubrirse sobre la superficie exterior de las cerdas 129 en algunas modalidades
5 incluyen, pero no se limitan a: oligómeros acrilatados, oligómeros metacrílicos, acrilatos curables por energía, oligómeros acrilatados curables por energía, resinas adherentes, combinaciones de polímero/monómero curables, oligómeros acrilatados de uretano alifático, o similares.

10 En algunas modalidades, las cerdas 129 no están hechas de un material pegajoso, ni están recubiertas con un material pegajoso, sino que están hechas de un material que tiene una superficie no pegajosa que es capaz de levantar al menos parte del polen 180 la flor 190a del primer cultivo 192a, reteniendo el polen
15 mientras que el UAV 120 lleva las cerdas 129 hacia la flor 190b del segundo cultivo 192b, y libera al menos parte del polen 180 sobre la flor 190b del segundo cultivo 192b de las cerdas 129 cuando las cerdas 129 se ponen en contacto con la flor 190b, o se sacuden sobre la flor 190b del segundo cultivo 192b.

20 En algunas modalidades, el aplicador 124 de polen está acoplado operativamente a un elemento 127 aplicador de polen configurado para recolectar el polen 180 de la flor 190a del primer cultivo 192a sin que las cerdas 129 del elemento 127 aplicador de polen estén en contacto directo con el polen 180 de la flor 190a
25 del primer cultivo 192a, y aplicar el polen 180 recolectado de la

flor 190a del primer cultivo 192a a la flor 190b del segundo cultivo 192b sin que las cerdas 129 del elemento 127 aplicador de polen estén en Contacto directo con la flor 190b del segundo cultivo 192b. Por ejemplo, en algunos aspectos, cuando el UAV 120 vuela sobre la flor 5 190a del primer cultivo 192a con el aplicador 124 de polen extendiéndose hacia abajo desde el UAV 120 en una dirección hacia la flor 190a del primer cultivo 192a, la velocidad de movimiento de las cerdas 129 próximas a la flor 190a del primer cultivo 192a pueden crear suficiente flujo de aire para provocar que al menos 10 parte del polen 180 presente en la flor 190a del primer cultivo 192a se levante y se adhiera a las cerdas 129, que puede estar formado de material pegajoso o revestido con un material pegajoso como se discute en lo anterior. De la misma manera, el UAV 120 vuela sobre la flor 190b del segundo cultivo 192b con el aplicador 124 de polen 15 extendiéndose hacia abajo desde el UAV 120 en dirección hacia la flor 190b del segundo cultivo 192b y las cerdas 129 del elemento 127 aplicador de polen del aplicador 124 de polen que lleva el polen 180 recogido de la flor 190a del primer cultivo 192a, la velocidad de movimiento de las cerdas 129 cerca de la flor 190b del segundo 20 cultivo 192b puede crear suficiente flujo de aire para causar al menos parte del polen 180 que se pegó a las cerdas 129 para desprenderse de las cerdas 129 y sobre la flor 190b del segundo cultivo 192b (como se muestra generalmente en la FIGURA 1), polinizando así la flor 190b del segundo cultivo 192b.

25 En algunos aspectos, el UAV 120 incluye al menos un sensor

122 configurado para medir la velocidad y la dirección del viento en el área 110 que contiene el cultivo y capturar tales datos de detección de viento. Tales datos de detección de viento pueden facilitar el circuito de control del componente 140 informático (o el circuito de control del UAV 120) para determinar dónde se debe mover el UAV 120 para colocar las cerdas 129 que contienen polen en una ubicación óptima para ser transportadas por el viento medido previamente y previamente analizado hacia y sobre las flores en el área 110 que contiene el cultivo que se desea polinizar con este polen 180. Como tal, en algunas modalidades, la detección de la velocidad y la dirección del viento a través de uno o más sensores 122 facilitan ventajosamente una aplicación de mayor eficacia del polen 180 a una o más flores de interés sin requerir que el UAV 120 ponga las cerdas 129 que contienen polen en contacto directo con tales flores.

En algunas modalidades, el elemento 127 aplicador de polen está acoplado operativamente a un componente generador de flujo de aire (por ejemplo, una manguera, un rotor, una boquilla rociadora, etc.) configurado para generar un flujo de aire suficiente para causar el polen 180 recolectado de la flor 190a del primer cultivo 192a por las cerdas 129 para ser sopladas fuera de las cerdas 129 y dirigidas hacia la flor 190b del segundo cultivo 192b. Como tal, el polen 180 recolectado por las cerdas 129 de la flor 190a del primer cultivo puede aplicarse a la flor 190b del segundo cultivo 192b sin que las cerdas 129 del elemento 127

aplicador de polen tengan que entrar en contacto directo con la flor 190b del segundo cultivo 192b. En un aspecto, el componente generador de flujo de aire sopla el polen 180 de las cerdas 129 para polinizar no solo la flor 190b del segundo cultivo 192b, sino otras
5 flores adyacentes a la flor 190b. Por lo tanto, el levantamiento del polen 180 de una o más flores en el área 110 que contiene el cultivo a través de las cerdas 129 del elemento 127 aplicador de polen del UAV 120, cuando es seguido por el uso de un componente generador de flujo de aire para soplar el polen 180 fuera de las
10 cerdas 129 y en una dirección de una o más flores en el área 110 que contiene el cultivo, de manera ventajosa, crea una o más corrientes de aire que llevan una concentración más alta del polen 180 de interés que el viento soplaría naturalmente de las flores individuales en el área 110 que contiene el cultivo.

15 En algunas modalidades, al menos un sensor 122 del UAV 120 está configurado para detectar y medir la concentración de polen presente en el área 110 que contiene el cultivo, o en secciones individuales del área 110 que contiene el cultivo. Se apreciará que en algunas modalidades, una o más de las estaciones 130 de
20 acoplamiento también pueden incluir uno o más sensores 122 de detección de polen de este tipo. En un aspecto, un sensor de detección de polen mide la concentración de polen 180 (es decir, el polen de interés para polinizar la flor 190b) presente en el aire.

25 En algunas modalidades, los datos de detección de polen obtenidos por el sensor de detección de polen se analizan mediante

un circuito de control del UAV 120 o un circuito de control del dispositivo 140 informático para determinar si la concentración de polen 180 debe aumentarse en el aire para aumentar la probabilidad de que el polen 180 (es decir, el polen de interés para fines de polinización) se propague con éxito por el aire desde la flor 190a a la flor 190b a través del componente generador de aire descrito anteriormente. De manera similar, los datos de detección de polen obtenidos por el sensor de detección de polen se analizan mediante un circuito de control del UAV 120 o un circuito de control del dispositivo 140 informático para determinar si la concentración de un polen inferior aleatorio debe disminuir en el aire para aumentar la probabilidad de que el polen 180 (es decir, el polen de interés para fines de polinización) se propague con éxito por el aire desde la flor 190a a la flor 190b a través del componente generador de aire descrito anteriormente o el viento de forma natural.

Por ejemplo, un circuito de control del UAV 120 y/o el circuito de control del dispositivo 120 informático se puede programar para determinar que el aumento de la concentración del polen 180 (es decir, un polen de polinización cruzada de interés) en el aire aumentará significativamente la probabilidad de que el polen 180 (y no un polen aleatorio transmitido por el viento) polinice la flor 190b del segundo cultivo 192b. En un aspecto, en respuesta a tal determinación, se puede causar que el componente generador de aire del aplicador 124 de polen (a través de una señal de control enviada por el circuito de control del UAV 120 del

circuito de control del dispositivo informático) aumente la concentración del polen 180 en el aire (por ejemplo, moviendo algo de polen a través de las cerdas 129 y/o aumentando el flujo de aire en una dirección deseada cerca de las flores que producen el polen de interés para polinizar las flores objetivo de interés). Como tales, los sensores 122 de detección de polen pueden permitir que la eficiencia del UAV 120 aumente la probabilidad de que el polen de un cultivo deseado se entregue al cultivo que se desea polinizar preferentemente a todos los otros pólenes inferiores que puedan estar presentes en el aire en el área 110 que contiene el cultivo.

En algunas modalidades, el aplicador 124 de polen incluye uno o más componentes de desensilamiento configurados para eliminar las flores o borlas que producen polen de algunos de los cultivos en el área 110 que contiene el cultivo. En un aspecto, el componente de desensilamiento del aplicador 124 de polen incluye uno o más elementos de corte configurados para remover la borla o flor 190b del segundo cultivo 192b cuando tales elementos de corte entran en contacto con la flor 190b productora de polen del segundo cultivo 192b durante el movimiento del UAV 120. En algunos aspectos, los primero y segundo cultivos 192a y 192b son de diferentes variedades y, después de que se retira la flor 190b del segundo cultivo 192b (por ejemplo, se corta a través del componente de desmontaje de manera que la flor 190b simplemente caiga al suelo), el aplicador 124 de polen del UAV 120 pueden ventajosamente polinizar de forma cruzada las semillas del segundo cultivo 192b con polen 180 de la

flor 190a del primer cultivo 192a como se describe en lo anterior (por ejemplo, levantando el polen fuera de la flor 190a con cerdas 192 adhesivas y/o utilizando un componente generador de aire que pueda hacer que el polen 180 fluya hacia el segundo cultivo 192b.

5 En algunas modalidades, en lugar de ser una estructura similar a un cepillo que incluye cerdas 129, el elemento 127 aplicador de polen es un dispositivo generador de flujo de aire (por ejemplo, una manguera, rotor, boquilla rociadora, etc.) configurado para generar suficiente flujo de aire para hacer que
10 el polen 180 presente en la flor 190a del primer cultivo 192a se desprenda de la superficie de la flor 190a y se dirija hacia la flor 190b del segundo cultivo 192b. Como tal, el polen 180 presente en la superficie de la flor 190a del primer cultivo 192a se puede aplicar a la flor 190b del segundo cultivo 192b sin que ninguna parte
15 del elemento 127 aplicador de polen entre en contacto directo con el polen 180 en la flor 190a. En un aspecto, el polen 180 que es expulsado de la flor 190a por el dispositivo generador de flujo de aire del elemento 127 aplicador de polen puede polinizar ventajosamente no solo la flor 190b del segundo cultivo 192b, sino
20 también las flores ubicadas adyacentes a la flor 190b en el área 110 que contiene el cultivo.

 En algunas modalidades, en lugar de ser una estructura similar a un cepillo que incluye cerdas 129, el elemento 127 aplicador de polen es un esparcidor, una almohadilla, un paño o un
25 elemento similar configurado para recolectar polen 180 de una flor

190a de una primera cosecha 192a y aplica el polen 180 recolectado de la flor 190a del primer cultivo 192a sobre una flor 190b del segundo cultivo 192b. Los ejemplos de algunos otros brazos aplicadores de polen adecuados se discuten en la solicitud
5 co-pendiente titulada "SISTEMAS Y MÉTODOS PARA DISPENSAR EL POLEN EN LOS CULTIVOS A TRAVÉS DE VEHÍCULOS NO TRIPULADOS", presentada el 8 de septiembre de 2016, la cual se incorpora en la presente para referencia en su totalidad.

En algunas modalidades, el aplicador 124 de polen está
10 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 aplicador 124 de polen entre una posición retraída que está más cerca del alojamiento del UAV 120 y una posición desplegada que está
15 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 aplicador 124 de polen, por ejemplo, a través de uno o más ganchos, un pestillo, una abrazadera, un clip, un imán, etc. En algunas modalidades, la grúa aérea puede
20 configurarse para desenrollar el cable para bajar el aplicador 124 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
25 la grúa aérea antes de que el UAV 120 vuele de un lugar en el área

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
5 aérea puede comprender un circuito de control separado activado por el dispositivo 140 informático y/o Un transmisor inalámbrico de la estación 130 de acoplamiento.

La FIGURA 2 presenta un ejemplo más detallado de la estructura del UAV 120 de la FIGURA 1 de acuerdo con algunas
10 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
15 las operaciones generales del UAV 120. Por ejemplo, en algunas modalidades, el circuito 310 de control del dispositivo 140 informático puede determinar un momento óptimo de polinización de los cultivos 192a, 192b con el polen 180 a través del UAV 120 en vista de otras posibles fuentes estacionales de polen y
20 contaminación cruzada involuntaria. 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.

25 El circuito 206 de control está configurado (por ejemplo,

utilizando 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 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 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 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, basándose en los datos de detección de polen, si el polen 180 recogido por el aplicador 124 de polen del UAV 120 de la flor 190a del primer cultivo 192a se aplicaron con éxito a la flor 190b del segundo cultivo 192b, y luego enviaron una señal de control al UAV 120 sobre si aplicar o no polen adicional a la flor 190b del segundo cultivo 192b. En cambio, en algunos aspectos, la memoria 208 del UAV 120 está configurada para almacenar datos 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, y determinar, basado en los datos de detección de polen, si el polen 180 recogido por el aplicador 124 de polen del UAV 120 de la flor 190a del primer cultivo 192a se aplicó con éxito a la flor 190b del segundo cultivo 192b, y luego envía una señal de control al aplicador 124 de polen si aplicar o no polen adicional 180 a la flor 190b del segundo cultivo 192b. 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 aplicado a la flor 190b del segundo cultivo 192b no se aplicó de manera exitosa sobre los cultivos, por ejemplo, debido a la interferencia del viento o la lluvia, y enviar una señal de control al aplicador 124 de polen para aplicar polen adicional 180 en la flor 190b del segundo cultivo 192b 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 movimiento y/o polinización desde el 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 aplicar polen adicional (por ejemplo, a la flor 190b del segundo cultivo 192b) a través del aplicador 124 de polen. En un aspecto, se hace que el transceptor 212 inalámbrico (por ejemplo, por el circuito 206 de control) transmita 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) indicando que una o más flores de uno o más cultivos en el área que contiene el cultivo no fueron exitosamente polinizadas por el aplicador 124 de polen del UAV 120. Estas enseñanzas se adaptarán al uso de cualquiera de una amplia variedad de tecnologías inalámbricas según se desee y/o según sea apropiado en una configuración de aplicación determinada. 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 menciona 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 las flores (por ejemplo, 190a, 190b) de los cultivos (192a, 192b), así como en el terreno adyacente a los cultivos 192a, 192b en el área 110 que contiene el cultivo, así como la concentración de polen 180 (y diferentes tipos de polen en el
5 aire. 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 aplicador 124 de polen del UAV 120 aplicó con éxito el polen 180 a la flor 190b del
10 segundo cultivo 192b. 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 180 en la flor 190b del segundo cultivo 192b y capturar datos de detección de polen basados en video que permite una confirmación visual de la presencia
15 del polen 180 en la flor 190b del segundo cultivo 192b.

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.
20 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
25 al dispositivo 140 informático de tal condición.

Mediante un enfoque opcional, una entrada de audio 216 (como un micrófono) y/o una salida de audio 218 (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 acomodaran opcionalmente de manera selectiva y acoplamiento 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 aplicador de polen 224 acoplado al circuito 206 de control. En general, el aplicador de polen 224 está configurado para dispensar polen en los cultivos en el área 110 que contiene el cultivo. Como se analiza con más detalle anteriormente con referencia a la modalidad de la Figura 1, un aplicador de polen ejemplar 224 puede incluir un elemento 127 aplicador de polen en forma de cepillo que incluye cerdas 129 (por ejemplo, formado por un material pegajoso, adherido al polen o recubierto con un material pegajoso, adherido al polen) configurado para recolectar el polen 180 de una flor 190a de un primer cultivo 192a y para aplicar el polen 180 recolectado de la flor 190a del primer cultivo 192a sobre una flor 190b de un segundo cultivo 192b. En algunas modalidades, las cerdas 129 están hechas de un material ligero y flexible (por ejemplo, caucho, polietileno

o similares).

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, 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 (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 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 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
5 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
10 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
15 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
20 120 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
25 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 del polen 180

aplicado por el UAV 120 en la flor 190b del segundo cultivo 192b, el UAV 120 está configurado para recibir una señal del dispositivo 140 informático (que contiene instrucciones que indican si el UAV 120 debe intentar aplicar polen adicional 180 en la flor 190b del segundo cultivo 192b) 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 intentar aplicar) el polen adicional 180 en la flor 190b del segundo cultivo 192b) 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 aplicador 124 de polen del UAV 120, y/o para agregar componentes modulares al aplicador 124 de polen del UAV 120. Por ejemplo, en algunas modalidades, la estación 130 de acoplamiento está configurada para proporcionar la adición de nuevos componentes modulares al aplicador 124 de polen del UAV 120 (por ejemplo, el elemento 127 aplicador de polen comentado anteriormente y/o las cerdas 129 puede acoplarse al aplicador 124 de polen o desacoplarse del aplicador 124 de polen en la estación 130 de acoplamiento).

En algunas modalidades, la estación 130 de acoplamiento puede estar equipada con un aplicador 124 de polen similar al

aplicador 124 de polen del UAV 120 para permitir que la estación 130 de acoplamiento recolecte polen 180 de la flor 190a del primer cultivo 192a y aplicar el polen 180 a la flor 190b del segundo cultivo 192b. Como tal, en algunos aspectos del sistema 100, el polen 180 se puede aplicar a la flor 190b del segundo cultivo 192b 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 ubica el área 110 que contiene el cultivo. Por ejemplo, en algunos aspectos, la estación 130 de acoplamiento está configurada para permitir el acoplamiento de 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 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 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 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 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 en el área 110 y/o acopladores a una estación 130 de acoplamiento (por ejemplo, para recargar) y/o despliegue desde la estación 130 de acoplamiento y/o recoge el polen 180 de la flor 190a del primer cultivo 192a y/o aplica el polen 180 sobre la flor 190b del segundo cultivo 192b.

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, vuela, sobrevuela 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; polinice los cultivos 192a, 192b en el área 110 que contiene el cultivo a través del aplicador 124 de polen, y detecte la presencia del polen 180 dispensado por el aplicador 124 de polen en los cultivos 192a, 192b. 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 analice tales datos de detección de polen e interprete la presencia de polen 180 dispensado a través del aplicador 124 de polen en los cultivos 192a, 192b como una verificación de que el polen 180 dispensado por el UAV 120 se aplicó con éxito a los cultivos 192a, 192b, e instruyó al UAV 120 para dispensar polen adicional 180 en los cultivos, si los datos de

verificación de polen indican que los cultivos 192a, 192b 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
5 determinación de si el polen 180 dispensado por el UAV 120 se aplicó con éxito a los cultivos 192a, 192b se realiza de forma remota al UAV 120, es decir, en el dispositivo 140 informático, lo que reduce el almacenamiento de datos y los requisitos de energía de procesamiento del UAV 120.

10 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
15 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 circuito 310 de control puede comprender una plataforma por cable de propósito fijo o puede comprender una plataforma parcial o totalmente programable, tal como un microcontrolador, un circuito
20 integrado de especificación de aplicación, una matriz 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
25 ejemplo, utilizando la programación correspondiente almacenada en

la 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) 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 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.

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 electrónica 160, 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 180 dispensado por el UAV 120 sobre la flor 190b del segundo cultivo 192b está realmente presente en la flor 190b del segundo cultivo 192b como se pretendía inicialmente.

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 la flor seleccionada 190b del segundo cultivo 192b fue polinizada de manera exitosa por el polen 180 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 uno o más cultivos que tienen flores que fueron determinadas por el circuito 310 de control del dispositivo 140 informático porque no se han polinizado con éxito por el polen 180 dispensado por el UAV 120, y dispensar polen adicional 180 sobre esa sección del área 110 que contiene el cultivo para polinizar con éxito las flores de 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
5 conexión 335 a una entrada/salida 340 (por ejemplo, una interfaz inalámbrica) que puede recibir señales cableadas o inalámbricas de uno o más UAV 120. También, la entrada/salida 340 del dispositivo 140 informático puede enviar señales al UAV 120, tales como señales
10 que incluyen instrucciones sobre si intentar o no aplicar polen adicional 180 a la flor 190b del segundo cultivo 192b, o en qué estación 130 de acoplamiento el UAV 120 debe aterrizar para recargarse mientras se desplaza sobre el área 110 que contiene el cultivo a lo largo de una ruta predeterminada por el dispositivo
15 140 informático.

En la modalidad que se muestra 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
20 visual o pantalla 360 de visualización (por ejemplo, pantalla LED) y/o entrada de botón 370 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
25 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) 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 recolectar el polen 180 de la flor 190a del primer cultivo 192a o aplicar el polen 180 sobre la flor 190b del segundo cultivo 192b; y/o controlar el movimiento del UAV 120 mientras el UAV 120 intenta detectar si el polen 180 fue aplicado exitosamente por el aplicador 124 de polen sobre la flor 190b del segundo cultivo 192b. En particular, el desempeño de tales funciones por el circuito 310 de control basado en el procesador del dispositivo 140 informático no depende de las acciones de un operador humano, y el circuito 310 de control puede ser programado 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 basados en interfaz gráfica que pueden transmitirse desde y/o al dispositivo 140 informático junto 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 aplicador 124 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, aplicación de polen 180 a una o más flores 190a, 190b de uno o más cultivos 192a, 192b en el área 110 que contiene el cultivo a través del aplicador 124 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 a un 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 puede permitir a un operador, por ejemplo, configurar manualmente las instrucciones para el UAV 120 para aplicar polen adicional 180 a la flor 190b del segundo cultivo 192b.

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 la aplicación del polen 180 en la flor 190b del segundo cultivo 192b; datos que indican la ubicación del UAV 120 (por ejemplo, coordenadas GPS, etc.); datos que indican las ubicaciones dentro del área 110 que contiene el cultivo donde el UAV 120 aplicó polen adicional 180; 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 polinización de 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 180 sobre

la flor 190b del segundo cultivo 192b en el área 110 que contiene el cultivo y detectar la presencia del polen dispensado 180 en la flor 190b del segundo cultivo 192b e interpretar en la presencia del polen 180 en la flor 190b del segundo cultivo 192b como una
5 verificación de que el polen dispensado 180 se aplicó exitosamente a la flor 190b del segundo cultivo 192b a través del sistema 100 ejemplar mostrado en la FIGURA 1, se apreciará que el proceso 400 se puede utilizar junto con cualquiera de las modalidades descritas en la presente.

10 El método 400 ejemplar representado en la FIGURA 4 incluye proporcionar uno o más UAV 120 que incluyen al menos un elemento 127 aplicador de polen configurado para recolectar polen 180 de una flor 190a de un primer cultivo 192a y aplicar el polen 180 recolectado de la flor 190a del primer cultivo 192a en una flor
15 190b de un segundo cultivo 190b; y al menos un sensor 122 configurado para detectar la presencia del polen 180 aplicado a la flor 190b del segundo cultivo 192b por el elemento 127 aplicador de polen para verificar que el polen 180 recolectado de la flor 190a del primer cultivo 192a por el aplicador 124 de polen se aplicó de manera
20 exitosa por el aplicador 124 de polen sobre la flor 190b del segundo cultivo 192b (etapa 410).

Como se discute en lo anterior con más detalle, en algunas modalidades, el método 400 incluye además recolectar el polen 180 de la flor 190a del primer cultivo 192a y aplicar el polen 180 sobre
25 la flor 190b del segundo cultivo 192b a través de un elemento 127

aplicador de polen incluye cerdas adhesivas 129 y, en algunas modalidades, el método 400 incluye recoger el polen 180 de la flor 190a del primer cultivo 192a y aplicar el polen 180 sobre la flor 190b del segundo cultivo 192b a través de un elemento 127 aplicador de polen que incluye uno de un esparcidor, una almohadilla, un paño, una pistola rociadora o similar.

En algunos aspectos, el método 400 incluye además detectar la presencia del polen 180 aplicado por las cerdas 129 del elemento 127 aplicador de polen del aplicador de polen 127 en la flor 190b del segundo cultivo 192b a través de uno o más sensores 122 del UAV 120. 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 basada en óptica, basada en química, o basada en calor/temperatura del polen 180 tal como aparece en la flor 190b del segundo cultivo 192b. En algunas modalidades, 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 180 a la flor 190b del segundo cultivo 192b. En algunas modalidades, después de la recolección, por el UAV 120, de datos de detección de polen que indican la detección del polen 180 aplicado por el UAV 120 en la flor 190b del segundo cultivo 192b, y después de una determinación por parte del dispositivo 140 informático sobre si el polen 180 debe aplicarse a la flor 190b del segundo cultivo 192b, 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 aplique polen adicional a la flor 190b del segundo cultivo 192b después de que el dispositivo informático determinó que la flor 190b del segundo cultivo 192b no fue polinizada con éxito cuando el polen 180 fue dispensado inicialmente.

Los sistemas y métodos descritos en la presente proporcionan ventajosamente una polinización selectiva semiautomática o totalmente automática de las flores de cultivos en áreas que contienen cultivos mediante vehículos no tripulados y la detección de si el polen dispensado se aplicó con éxito sobre las flores de los cultivos destinados a ser polinizado. Como tal, 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 sobre las flores de los cultivos, por consiguiente, de este modo proporciona de manera ventajosa un sistema de polinización eficiente, auto-suficiente y rentable.

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 las combinaciones deben considerarse dentro del ámbito del concepto inventivo.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para polinizar cultivos, el sistema caracterizado porque comprende:

al menos un vehículo no tripulado que incluye:

5 al menos un aplicador de polen configurado para recolectar el polen de una flor de un primer cultivo y para aplicar el polen recolectado de la flor del primer cultivo sobre una flor de un segundo cultivo; y

10 al menos un sensor configurado para detectar la presencia del polen aplicado a la flor del segundo cultivo por al menos un aplicador de polen para verificar que el polen recolectado de la flor del primer cultivo por al menos un aplicador de polen fue aplicado exitosamente por al menos un aplicador de polen en la flor del segundo cultivo.

15 2. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque al menos un sensor de al menos un vehículo no tripulado incluye una cámara de video configurada para observar ópticamente la flor del segundo cultivo para detectar la presencia del polen aplicado por al menos un aplicador de polen Sobre la flor
20 del segundo cultivo.

3. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque al menos un vehículo no tripulado incluye un cuerpo y el aplicador de polen incluye al menos un brazo que se extiende hacia fuera desde el cuerpo, y en donde al menos un brazo
25 está acoplado operativamente a al menos uno de: a un esparcidor,

una almohadilla, un paño y un cepillo configurado para recolectar el polen de la flor del primer cultivo y para aplicar el polen recolectado de la flor del primer cultivo sobre la flor del segundo cultivo.

5 4. El sistema de conformidad con la reivindicación 3, caracterizado porque el cepillo incluye una pluralidad de cerdas formadas por al menos un material pegajoso configurado para hacer que el polen de la flor del primer cultivo se adhiera a las cerdas cuando las cerdas están en contacto con el polen de la flor del
10 primer cultivo y para permitir que el polen de la flor del primer cultivo pegado a las cerdas se aplique a la flor del segundo cultivo cuando las cerdas estén en contacto con la flor del segundo cultivo.

 5. El sistema de conformidad con la reivindicación 3, caracterizado porque el cepillo incluye una pluralidad de cerdas
15 recubiertas con al menos un material pegajoso configurado para hacer que el polen de la flor del primer cultivo se adhiera a las cerdas cuando las cerdas están en contacto con el polen de la flor del primer cultivo y para permitir que el polen de la flor del primer cultivo pegado a las cerdas se aplique a la flor del segundo cultivo
20 cuando las cerdas estén en contacto con la flor del segundo cultivo.

 6. El sistema de conformidad con la reivindicación 3, caracterizado porque al menos un brazo está acoplado operativamente a al menos un dispensador de polen configurado para recoger el polen de la flor del primer cultivo sin estar en contacto directo con el
25 polen de la flor del primer cultivo y aplicar el polen recolectado

por al menos un dispensador de polen desde la flor del primer cultivo hasta la flor del segundo cultivo sin estar en contacto directo con la flor del segundo cultivo.

7. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque al menos un vehículo no tripulado es uno de un vehículo aéreo no tripulado y un vehículo terrestre autónomo.

8. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque además comprende:

al menos una estación de acoplamiento colocada cerca de al menos uno de los primero y segundo cultivos y configurada para acomodar al menos un vehículo no tripulado; y

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

9. El sistema de conformidad con la reivindicación 8, caracterizado porque al menos un vehículo no tripulado está configurado para enviar una señal a través de la red inalámbrica al dispositivo informático a través de la red inalámbrica, la señal que incluye datos de detección de polen capturados por al menos un sensor de al menos un vehículo no tripulado al detectar la presencia del polen aplicado por al menos un aplicador de polen en la flor del segundo cultivo, y en donde el circuito de control del dispositivo informático está programado para controlar el movimiento de al menos un vehículo no tripulado sobre la red

inalámbrica basada en la señal recibida en el dispositivo informático desde al menos un vehículo no tripulado.

5 **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 menos un vehículo no tripulado, la base de datos electrónica configurada para almacenar los datos de detección de polen recibidos a través de la red inalámbrica por el dispositivo informático de al menos un vehículo no tripulado.

10 **11.** Un método de polinización de cultivos, el método caracterizado porque comprende:

proporcionar al menos un vehículo no tripulado que incluye:

15 al menos un aplicador de polen configurado para recolectar el polen de una flor de un primer cultivo y para aplicar el polen recolectado de la flor del primer cultivo sobre una flor de un segundo cultivo; y

20 al menos un sensor configurado para detectar la presencia del polen aplicado a la flor del segundo cultivo por al menos un aplicador de polen para verificar que el polen recolectado de la flor del primer cultivo por al menos un aplicador de polen fue aplicado exitosamente por al menos un aplicador de polen en la flor del segundo cultivo.

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

proporcionar al menos un sensor con una cámara de video configurada para observar ópticamente la flor del segundo cultivo para detectar la presencia del polen aplicado por al menos un aplicador de polen en La flor del segundo cultivo.

5 **13.** El método de conformidad con la reivindicación 11, caracterizado porque la etapa de provisión comprende además proporcionar al menos un vehículo no tripulado que tiene un cuerpo y al menos un brazo que se extiende hacia afuera desde el cuerpo, estando al menos un brazo acoplado operativamente a al menos uno
10 de: a un esparcidor, una almohadilla, un paño y un cepillo configurado para recolectar el polen de la flor del primer cultivo y para aplicar el polen recolectado de la flor del primer cultivo sobre la flor del segundo cultivo.

14. El método de conformidad con la reivindicación 13,
15 caracterizado porque además comprende proporcionar el cepillo con una pluralidad de cerdas formadas por al menos un material pegajoso configurado para hacer que el polen de la flor del primer cultivo se adhiera a las cerdas cuando las cerdas están en contacto con la
El polen de la flor del primer cultivo y para permitir que el polen
20 de la flor del primer cultivo pegado a las cerdas se aplique a la flor del segundo cultivo cuando las cerdas están en contacto con la flor del segundo cultivo.

15. El método de conformidad con la reivindicación 13, caracterizado porque además comprende proporcionar el cepillo con
25 una pluralidad de cerdas recubiertas con al menos un material

pegajoso configurado para hacer que el polen de la flor del primer cultivo se adhiera a las cerdas cuando las cerdas están en contacto con el polen de la flor del primer cultivo y para permitir que el polen de la flor del primer cultivo pegado a las cerdas se aplique a la flor del segundo cultivo cuando las cerdas están en contacto con la flor del segundo cultivo.

16. El método de conformidad con la reivindicación 13, caracterizado porque además comprende unir operativamente al menos un brazo a al menos un dispensador de polen configurado para recoger el polen de la flor del primer cultivo sin estar en contacto directo con el polen de la flor del primer cultivo y aplicar el polen recolectado por al menos un dispensador de polen desde la flor del primer cultivo hasta la flor del segundo cultivo sin estar en contacto directo con la flor del segundo cultivo.

17. El método de conformidad con la reivindicación 11, caracterizado porque la etapa de provisión comprende además proporcionar al menos un vehículo no tripulado en forma de uno de un vehículo aéreo no tripulado y un vehículo terrestre autónomo.

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

proporcionar al menos una estación de acoplamiento colocada cerca de al menos uno de los primero y segundo cultivos y configurada para alojar al menos un vehículo 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 no tripulado y al menos una estación de acoplamiento a través de una red inalámbrica.

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

5 transmitir, desde al menos un vehículo no tripulado y por la red inalámbrica, una señal al dispositivo informático, la señal incluye los datos de detección de polen capturados por al menos un sensor de al menos un vehículo no tripulado al detectar la presencia del polen aplicado por al menos un aplicador de polen en la flor
10 del segundo cultivo; y

 controlar, a través del circuito de control del dispositivo informático y a través de la red inalámbrica, el movimiento de al menos un vehículo no tripulado en función de la señal recibida en el dispositivo informático desde al menos un
15 vehículo no tripulado.

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 de los dispositivos informáticos y
20 al menos un vehículo no tripulado; y

 almacenar, en la base de datos electrónica, los datos de detección de polen recibidos a través de la red inalámbrica por el dispositivo informático desde al menos un vehículo no tripulado.

RESUMEN

En algunas modalidades, los métodos y sistemas de polinizar cultivos incluyen uno o más vehículos no tripulados que incluyen un aplicador de polen configurado para recolectar el polen de una flor de un primer cultivo y para aplicar el polen recolectado de la flor del primer cultivo sobre una flor de un segundo cultivo y un sensor configurado para detectar la presencia del polen aplicado a la flor del segundo cultivo por el aplicador de polen para verificar que el polen recolectado de la flor del primer cultivo por el aplicador de polen fue aplicado exitosamente por el aplicador de polen sobre la flor del segundo cultivo.

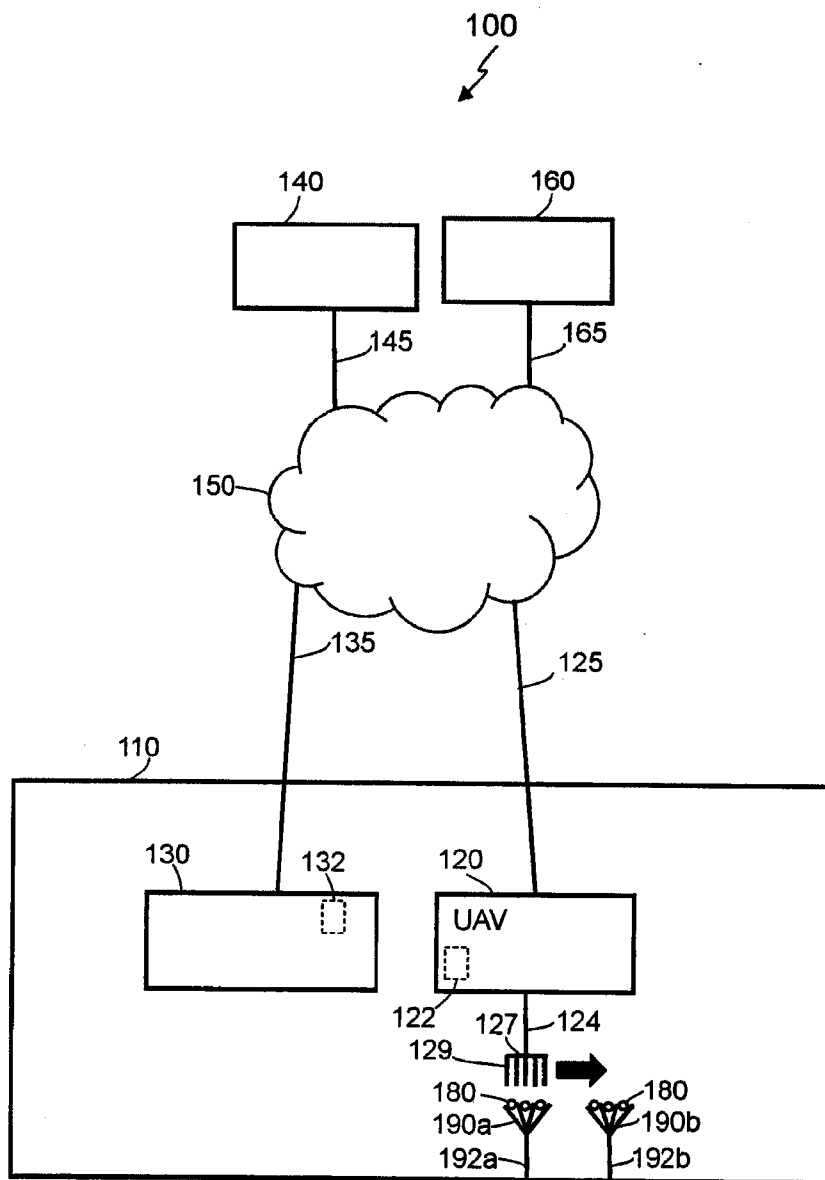


FIG. 1

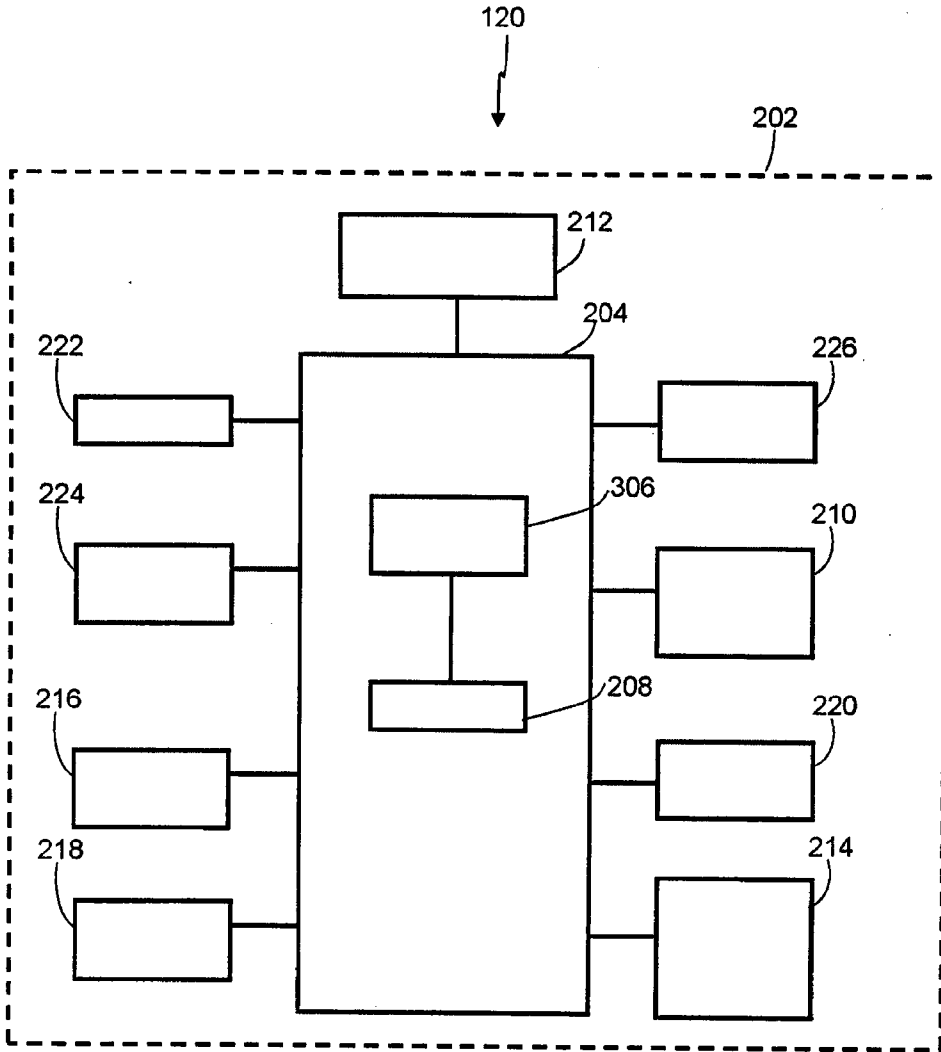


FIG. 2

140
↓

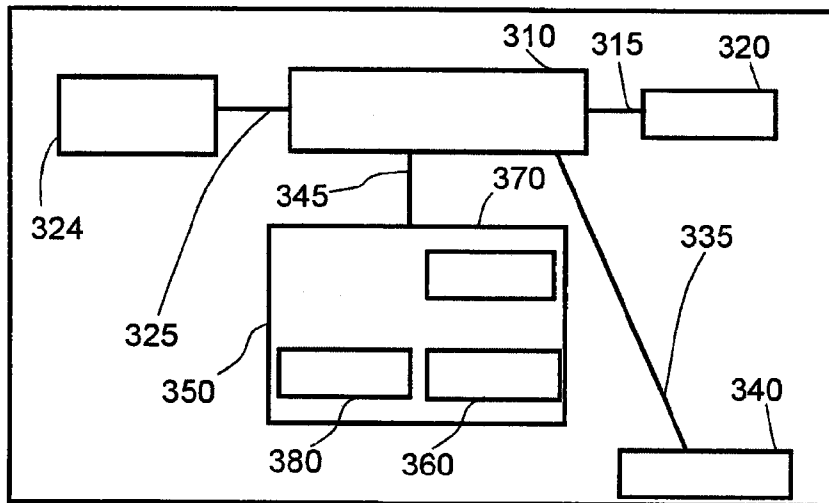


FIG. 3

4/4

400



410

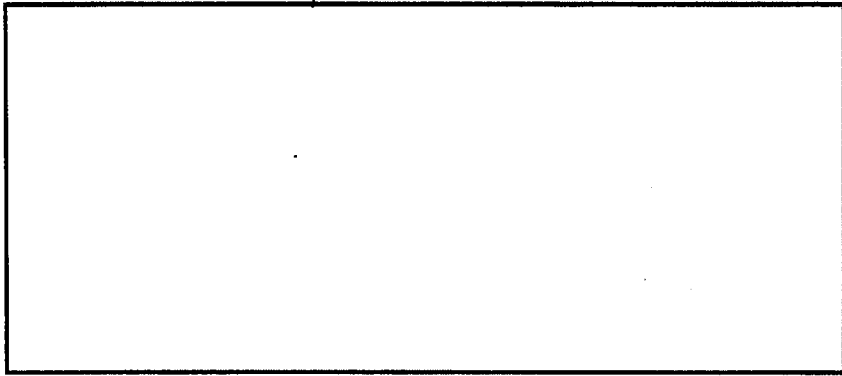


FIG. 4