

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 727 827**

51 Int. Cl.:

A01G 2/00 (2008.01)

A01C 7/04 (2006.01)

A01C 21/00 (2006.01)

A01G 9/08 (2006.01)

A01C 14/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.04.2016 PCT/NL2016/050265**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.10.2016 WO16167659**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.04.2016 E 16733728 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2019 EP 3282824**

54 Título: **Sistema y método para la siembra de semillas**

30 Prioridad:

14.04.2015 NL 2014637

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

21.10.2019

73 Titular/es:

**RIJK ZWAAN ZAADTEELT EN ZAADHANDEL B.V.
(100.0%)**

**Burgemeester Crezélaan 40
2678 KX De Lier, NL**

72 Inventor/es:

BOVÉE, ADRIANUS JOHANNES CORNELIS

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 727 827 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema y método para la siembra de semillas

La presente invención se refiere a un sistema y método para sembrar semillas. La invención se refiere más concretamente, a un sistema y método para sembrar semillas como parte del proceso de cultivo de una planta.

5 En el cultivo de plantas, se han hecho esfuerzos para obtener una variedad de plantas que tenga una o más propiedades deseadas. Una o más variedades de plantas se pueden cruzar con este propósito, y los candidatos oportunos se podrán buscar entre la progenie obtenida de este modo. Estos candidatos pueden ser sometidos a posteriores pasos de cruce y selección.

10 Gracias a la aparición de técnicas de ADN, se puede determinar ya en una etapa temprana, si la planta tiene una propiedad deseada. Se pueden tomar muestras de una planta joven, por ejemplo, extrayéndole una pequeña parte para hacer un análisis de ADN. Si este análisis indica que, en base a la información genética obtenida, la planta tiene la propiedad deseada, esta planta ya puede ser seleccionada para someterla a posteriores pasos en una etapa temprana. Esto contrasta con planteamientos anteriores según los cuales era necesario que, una planta hubiera crecido considerablemente antes de que fuera posible determinar, generalmente ópticamente, si la planta tenía las propiedades deseadas. Con estas técnicas era necesario reservar una gran superficie en la que las plantas pudieran crecer. Mediante las técnicas de ADN es posible seleccionar las plantas en una etapa en la que aún son relativamente pequeñas y, por lo tanto, ocupan poca superficie. De esta forma, únicamente las plantas seleccionadas son las que necesitan seguir creciendo. En contraste con planteamientos anteriores, las plantas interesantes son, pues, las únicas que continúan creciendo. De esta forma se consigue un ahorro de espacio considerable.

20 El uso de las técnicas de ADN también permite que los pasos de selección se realicen con mayor rapidez. Mientras que según planteamientos anteriores era necesario esperar a que una planta más o menos desarrollada pudiera o no haber mostrado una propiedad deseada, ahora es posible determinarlo mediante el análisis de ADN en el momento en que la planta sigue siendo una planta de semillero. Sin embargo, se pueden utilizar etapas de crecimiento anteriores o posteriores de la planta, ya que la información genética no cambia, o apenas lo hace.

25 En el futuro, las técnicas de cultivo en su mayor parte no estarán limitadas por la cantidad de tierra disponible para un cultivador, sino más probablemente, por la cantidad de semillas y de plantas jóvenes que puedan ser procesadas y analizadas.

30 Un paso importante durante el proceso de reproducción es la siembra de semillas posiblemente interesantes. Estas semillas, por ejemplo, pueden provenir posiblemente de una progenie de líneas parentales cruzadas. Las técnicas de ADN actuales hacen posible trabajar con una diversidad mucho mayor de semillas. Durante el proceso de cultivo debe ser posible monitorizar con precisión las semillas.

35 Sin embargo, la cantidad de semillas por tipo suele ser tan pequeña que, las máquinas de siembra estándar no se pueden utilizar. Estas máquinas están configuradas para sembrar semillas a gran escala. Un ejemplo de este tipo de máquina de siembra comprende un cilindro provisto de agujeros de vaciado en su periferia. Al rotar este cilindro cerca de un depósito con una gran cantidad de semillas, se logra que las semillas sean aspiradas contra el cilindro en la posición de los agujeros de vaciado, y luego se liberen en una ubicación diferente, por lo que las semillas caerán en las posiciones de siembra dadas. Normalmente se utilizan bandejas que comprenden múltiples posiciones de siembra, por ejemplo, porque se han realizado múltiples huecos o cavidades en un sustrato de crecimiento. Las posiciones de siembra se colocan aquí, a una distancia regular entre ellas.

40 La máquina mencionada anteriormente no es adecuada para sembrar un grupo seleccionado de semillas, por ejemplo, de 10 a 100 semillas. Este número de semillas no es suficiente para poder sembrarlas de forma efectiva, ya que las semillas solo ocuparían una parte muy pequeña del cilindro. La mayoría de los agujeros de vaciado quedarán descubiertos. Por el contrario, cuando hay un gran número de semillas presente >10000, no se puede garantizar que las semillas se siembren realmente. Con grandes cantidades, siempre habrá semillas que se posicionen bien con relación a los agujeros de vaciado. Este no es ciertamente el caso con pequeñas cantidades.

Según la técnica anterior, las semillas se siembran manualmente durante el proceso de cultivo. Este proceso requiere tiempo. También es necesario rastrear qué semilla ha sido sembrada en qué posición. Debido a que las cantidades de diferentes semillas aumentarán en el futuro gracias al uso del análisis de ADN, este proceso será cada vez más propenso a errores.

50 El documento US 2012/0020531 A1 muestra un sistema similar que utiliza un sistema de reconocimiento óptico para recoger semillas individuales con un brazo robótico, cuál brazo robótico se utiliza directamente para sembrar las semillas en la posición deseada de un sustrato. Este sistema es muy preciso, pero relativamente lento.

Es, por lo tanto, un objeto de la presente invención proporcionar una solución en la que la precisión alta se mantiene pero puede conseguir una velocidad de siembra más alto.

55 Este objetivo se logra con el sistema para sembrar semillas como se define en la reivindicación 1. Según la invención,

este sistema comprende un dispositivo de separación para separar una sola semilla del resto de la pluralidad de semillas, un sistema de reconocimiento óptico para reconocer la semilla separada, un dispositivo de brazo robotizado para recoger la semilla separada y sembrar la semilla recogida, y una unidad de control para controlar el dispositivo de separación, el sistema de reconocimiento óptico y el dispositivo del brazo robotizado.

- 5 Según la invención, una sola semilla se separa del resto de la pluralidad de semillas. Esto hace posible recoger y sembrar la semilla separada automáticamente. Cuando una semilla ha sido separada, es reconocida por un sistema de reconocimiento óptico.

10 Todas las semillas de dicha pluralidad tienen preferiblemente, la misma taxonomía. Más concretamente, todas las semillas de dicha pluralidad pertenecen a la misma familia de plantas, género, especie, subespecie o variedad. Las semillas de dicha pluralidad también pueden pertenecer a la progenie de un determinado cruce o grupos de cruces, o pertenecer a plantas de la misma población. Las semillas de dicha pluralidad de semillas pueden pertenecer, por ejemplo, aunque no exclusivamente, a uno de los siguientes géneros: Apium, Arabidopsis, Beta, Brassica, Capsicum, Cichorium, Citrillus, Cucumis, Cucurbita, Daucus, Diplotaxis, Eruca, Glicina, Hordeum, Lactuca, Oryza, Raphanus, Solanum, Spinacia, Triticum y Zea.

15 El sistema puede comprender una memoria que está configurada para almacenar el perfil de una semilla, en donde el perfil de la semilla describe las características relacionadas con las dimensiones y/o la forma de la semilla, para su separación. El perfil de la semilla, por ejemplo, puede comprender un archivo creado por un usuario que se carga en el sistema. La unidad de control puede ser ejemplarizada como un ordenador o un sistema integrado que puede analizar los datos cargados, y puede controlar los otros componentes del sistema basándose en los datos leídos.

20 Un perfil de semilla puede comprender la descripción geométrica de una semilla. Una semilla puede tener, por ejemplo, un contorno elíptico cuando se encuentre sobre una placa plana en una posición determinada. Es posible que una semilla pueda caer en múltiples posiciones, en las que también puede tener diferentes contornos. En ese caso el perfil de la semilla puede comprender dimensiones y/o formas características por posición. Ejemplos de dimensiones características son longitud, anchura, circunferencia.

25 Por medio del perfil de semilla, el sistema de reconocimiento óptico puede reconocer si una semilla está en una posición y un lugar adecuados para ser recogida. Es también posible que una semilla sea reconocida como una semilla única, pero por la posición en la que la semilla se encuentra, sea considerada inadecuada para ser recogida de manera fiable, por ejemplo, debido a que la semilla se encuentra demasiado cerca de otra semilla.

30 Al sistema de reconocimiento óptico se le puede incorporar una cámara para grabar una imagen de la pluralidad de semillas, y una unidad de análisis de imagen para analizar la imagen grabada. La unidad de análisis de imagen se puede configurar para identificar la semilla separada en base al perfil de la semilla. El sistema de reconocimiento óptico puede comprender, además, una unidad de salida para la emisión de información sobre la posición de la semilla identificada al dispositivo del brazo robotizado, opcionalmente a través de la unidad de control.

35 La unidad de análisis de imagen puede configurarse, por ejemplo, para detectar un contorno de la imagen grabada y asignar el contorno a una semilla, si las dimensiones y/o la forma del contorno detectado corresponden al perfil de la semilla. El sistema puede entonces configurarse solo para recoger la semilla detectada si, la distancia entre el contorno detectado y un contorno adyacente es superior a la distancia predeterminada. El contorno adyacente puede ser aquí otra semilla que puede o no estar en una posición adecuada para ser recogida. El contorno adyacente, sin embargo, también puede hacer referencia a un grupo de semillas.

40 Con el fin de recoger una semilla de manera fiable, el dispositivo de brazo robotizado requiere una determinada distancia a una semilla adyacente. Determinar si este es el caso, se lleva a cabo en base a los contornos detectados, y puede ser realizado dentro de la unidad de análisis de imagen o de la unidad de control.

45 La unidad de control se puede configurar para controlar el dispositivo de separación para volver a separar las semillas si el sistema de reconocimiento óptico ha detectado al menos un contorno, pero cuando ninguna semilla ha sido reconocida en base al perfil de semilla. Un ejemplo de tal situación es que 10 de las 30 semillas se han separado después de un primer proceso de separación del dispositivo de separación, y las otras 20 semillas aún están agrupadas. El dispositivo del brazo robotizado primero recogerá y sembrará las 10 semillas separadas opcionalmente, siguiendo un patrón predeterminado. El sistema de reconocimiento óptico reconocerá entonces un contorno, es decir, el del grupo restante. Sin embargo, este grupo no será reconocido como una semilla. En tal caso, la unidad de control
50 puede controlar el dispositivo de separación una vez más, para separar el grupo restante de semillas.

55 El dispositivo de separación comprende, por ejemplo, una placa vibratoria. Dicha placa puede ser conectada a una pluralidad de motores móviles individualmente, por lo que la placa adquiere múltiples grados de libertad de movimiento. Esto también permite influir en la posición de las semillas en la placa vibratoria. Si se han sembrado suficientes semillas, el resto se puede arrojar en una determinada dirección de la placa vibratoria y en un contenedor de residuos, por medio de un movimiento adecuado de la placa vibratoria.

El dispositivo del brazo robotizado puede comprender un brazo robotizado que lleva en su extremo, una boquilla de succión. Con esta boquilla de succión se puede aspirar una semilla contra la boquilla de succión por medio de una

presión baja adecuada. Con este propósito, la boquilla de succión comprende un cuerpo con una pequeña abertura, a través de la cual, la semilla no puede ser aspirada. También es posible conectar la pequeña abertura a un sistema de aire comprimido, que permite cambiar de una fuerza de succión para recoger una semilla, a una fuerza de empuje para sembrarla. La siembra también se puede lograr ventilando la pequeña abertura, sin utilizar aquí aire comprimido.

5 También se puede recibir un pasador móvil en el conducto de la boquilla de succión con el fin de desbloquear la pequeña abertura, en el caso de que, una semilla se atasque en la pequeña abertura.

En otra realización, el sistema está configurado para comparar una imagen grabada después y antes de que el dispositivo del brazo robotizado recoja la semilla separada, en la que la unidad de control se configura para controlar el dispositivo del brazo robotizado, una vez más para recoger la semilla separada si hubiera una diferencia insuficiente entre las imágenes comparadas. Si se determina que una semilla no ha sido recogida, puede realizarse un profundo ajuste correspondiente a la distancia de la boquilla de succión a una base en la que se encuentra la semilla separada, para repetir la mencionada recogida de la semilla separada.

Con esta técnica, también es posible determinar si una semilla se ha atascado. Esto se debe a que ya no es posible recoger otra semilla. Las imágenes de antes y después de que la subsiguiente semilla se haya recogido serán, aquí, casi las mismas. Esto significa que es posible determinar mediante la unidad de análisis de imágenes, que ninguna semilla está siendo recogida. Si el control repetitivo del dispositivo del brazo robotizado no proporciona una solución, se puede generar un mensaje de error, que permita al usuario inspeccionar la boquilla de succión. Sin embargo, también es posible que el pasador se active primero, para limpiar la boquilla de aspiración.

También hay otras opciones para verificar si una semilla ha sido sembrada. Por ejemplo, es posible determinarlo en la posición de siembra con un sistema óptico. Con este propósito se puede hacer uso del sistema mencionado anteriormente, o de un sistema de reconocimiento óptico adicional. La presión en el conducto indicado anteriormente también se puede medir. La liberación de la semilla causará, después de todo, un incremento de presión.

Si se determina que una semilla se ha atascado, el dispositivo del brazo robotizado puede controlar el pasador que se encuentra en el conducto, para limpiar la pequeña abertura. El sistema entonces volverá a intentar colocar una semilla en la posición de siembra perdida.

El sistema puede además estar provisto de un dispositivo de suministro para suministrar las semillas en un recipiente. Ejemplos de recipientes adecuados son, por ejemplo, tubos, platos y similares. También es posible que se haga uso de un recipiente que consta de una pluralidad de compartimentos para contener semillas con diferentes taxonomías. Un ejemplo de esto es un cartucho en el cual se pueden colocar una pluralidad de tubos, en donde un tubo cada vez corresponde a una taxonomía.

La unidad de control se puede configurar para controlar el dispositivo del brazo robotizado para aplicarse al recipiente y, para transportar las semillas fuera del recipiente y al dispositivo de separación. El dispositivo del brazo robotizado puede, por ejemplo, sujetar un tubo con semillas y girarlo sobre la placa vibratoria, de manera que las semillas caigan desde el tubo sobre la placa vibratoria. Para ello el dispositivo de brazo robotizado puede comprender un primer dispositivo para recoger la semilla separada, y de un segundo dispositivo para aplicarse al recipiente. El primer dispositivo puede comprender aquí la boquilla de succión mencionada anteriormente, y el segundo dispositivo, una pinza u otra boquilla de succión.

La memoria se puede configurar para almacenar un programa de siembra que comprenda una correlación entre la información relativa a la taxonomía de las semillas y un patrón de siembra para dicha siembra. Diferentes plantas pueden requerir diferentes patrones de siembra porque diferentes plantas necesitan diferentes distancias mínimas entre ellas para crecer adecuadamente. Un patrón de siembra puede indicar aquí que las semillas se pueden sembrar en cualquier posición de siembra disponible, por ejemplo, en el caso de plantas relativamente pequeñas, o que determinadas posiciones de siembra deben omitirse, para lograr una determinada distancia entre ellas. Una posición de siembra por semilla también se puede indicar explícitamente en el programa de siembra. El programa de siembra puede indicar, por ejemplo, que se deben colocar 30 semillas en las posiciones de siembra 1-30. Es posible aquí que el sistema ya comprenda información sobre qué posiciones x-y son necesarias para controlar el dispositivo del brazo robotizado para sembrar las semillas en las posiciones de siembra pertinentes.

Es posible que el programa de siembra comprenda, además, el número de semillas que se van a sembrar por taxonomía y que, si este número ya ha sido sembrado y quedan algunas semillas aún, la unidad de control está configurada para controlar el dispositivo de separación para descargar las semillas restantes. Si el programa de siembra indica, por ejemplo, que se deben sembrar 30 semillas y que hay 40 semillas en el dispositivo de separación, se descargarán las 10 semillas después de que se hayan sembrado las 30 semillas.

La unidad de control también puede configurarse para rastrear las posiciones de siembra en las que una semilla con una taxonomía determinada se ha sembrado, y/o el programa de siembra puede comprender información sobre las posiciones de siembra en las que se debe sembrar una semilla con una determinada taxonomía. En el primer caso, la unidad de control puede configurarse para emisión de información, que comprende una correlación entre la taxonomía de una semilla y la posición de siembra en la cual esta semilla ha sido sembrada. Esta información se puede agregar entonces al programa de siembra, por lo que el programa de siembra modificado se puede utilizar más adelante.

En una realización, las semillas se siembran en un sustrato de crecimiento con una pluralidad de posiciones de siembra, tal como una bandeja, en la que el sustrato de crecimiento está provisto preferiblemente de un identificador. La bandeja puede fabricarse aquí mediante una pluralidad de compartimentos de plástico conectados entre sí, y que están situados a una distancia sustancialmente constante los unos de los otros. A cada compartimento se le puede proporcionar un medio de crecimiento adecuado. También es posible colocar dicho medio en cada compartimento después de la siembra. El sustrato de crecimiento también puede consistir enteramente en el medio de crecimiento, en donde las posiciones de siembra son huecos realizados en el medio de crecimiento.

El sistema puede comprender además una unidad móvil de sustrato para mover el sustrato de crecimiento de manera gradual, en la que el sustrato de crecimiento comprende una fila de posiciones de siembra transversalmente a una dirección de movimiento del sustrato de crecimiento, y en la que la unidad de control está configurada para controlar el dispositivo del brazo robotizado para sembrar una semilla cada vez en una posición de siembra por fila, y cuando la siembra de la fila se ha completado, controlar la unidad de movimiento de sustrato para conseguir poner en posición la siguiente fila de posiciones de siembra. Es posible aquí que, solo se permitan en una fila las semillas con una misma taxonomía.

El sistema puede comprender además una pluralidad de tubos descendentes dispuestos de tal manera que, cada abertura inferior de cada tubo descendente pueda alinearse durante la operación con una respectiva posición de siembra asociada con la misma fila. En una realización, el sustrato de crecimiento comprende 30 filas de posiciones de siembra, en donde cada fila comprende 10 posiciones de siembra. En este caso el sistema puede comprender tubos descendentes cuyas aberturas inferiores, desde las que caen las semillas, se alinean con las 10 posiciones de siembra por fila. El dispositivo del brazo robotizado colocará ahora una semilla cada vez en un tubo descendente, desde el que la semilla colocada caerá en la correspondiente posición de siembra. En esta realización el dispositivo del brazo robotizado colocará 10 semillas de esta manera. El sustrato de crecimiento entonces se desplazará una fila.

El sistema puede comprender una unidad de aplicación de identificador para colocar el identificador en el sustrato de crecimiento. Este identificador puede acoplarse al programa de siembra utilizado para sembrar semillas en el sustrato de crecimiento. El sistema se configura preferiblemente de manera que, la taxonomía de las semillas que se han sembrado en el sustrato de crecimiento se pueda determinar de manera simple usando el programa de siembra y el identificador del sustrato de crecimiento. El sustrato de crecimiento puede comprender un medio de almacenamiento, en el que la unidad de control está configurada para almacenar información sobre las posiciones de siembra en las que una semilla con una determinada taxonomía se ha sembrado en el medio de almacenamiento.

El programa de siembra puede comprender la correlación anteriormente mencionada para semillas con diferente taxonomía. Esto hace posible sembrar múltiples tipos de semillas con un solo programa de siembra. El dispositivo de suministro puede configurarse, por ejemplo, para suministrar una pluralidad de recipientes, en donde al menos dos recipientes comprenden semillas con diferente taxonomía. Cada recipiente comprende preferiblemente solo semillas con la misma taxonomía. Dentro del contexto de la presente invención, sin embargo, no se excluye que el sistema de reconocimiento óptico sea capaz de reconocer semillas con diferente taxonomía en base a los respectivos perfiles de semillas. Por lo tanto, ya no es estrictamente necesario sembrar en orden de taxonomía.

El sistema también puede comprender un dispositivo para suministrar a las semillas sembradas una o más sustancias elegidas de un grupo formado por agua, agentes promotores de la germinación, agentes promotores del crecimiento, y pesticidas. Dicho dispositivo está dispuesto preferiblemente aguas abajo de la siembra. El programa de siembra puede aquí comprender información sobre cuál de dichas sustancias debe ser suministrada por semilla o por taxonomía. La unidad de control se puede configurar aquí para controlar el dispositivo para suministrar estas sustancias sujeto a la información sobre la sustancia.

Según un segundo aspecto, la invención proporciona un método para sembrar semillas que comprende los pasos de la reivindicación 15

La presente invención se desarrollará con más detalle a continuación, con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

Las figuras 1 y 2 muestran una vista general esquemática de una realización de la presente invención;

La figura 3 es una vista detallada de la parte de acoplamiento del dispositivo de brazo robotizado que se muestra en la figura 1;

y

La figura 4 muestra un ejemplo de un perfil de semilla.

Figuras 1 y 2 muestran una vista general esquemática de una realización de la presente invención. Ésta comprende un dispositivo de suministro 1 que puede transportar una pluralidad de cartuchos 2. Una pluralidad de tubos 3 con semillas se pueden colocar en cada cartucho 2. Se supone a continuación, que, las semillas con la misma taxonomía, por ejemplo, pepino o tomate, están presentes en cada tubo 3.

El dispositivo de suministro 1 desplaza los cartuchos 2 a una posición en la que el dispositivo del brazo robotizado 4

puede aplicarse a los tubos 3. El dispositivo del brazo robotizado 4 está provisto para este propósito, de un segundo miembro 5 de agarre, que se muestra con más detalle en la figura 3. Este miembro se usa para sacar un tubo 3 de un cartucho 2 y para vaciar el contenido del tubo 3, es decir, las semillas, en una placa vibratoria 6. Sólo semillas con la misma taxonomía están presentes, preferiblemente, en la placa vibratoria 6 durante la operación.

- 5 El miembro 5 de agarre comprende un elemento de caucho u otro tipo de elemento elástico con uno o más agujeros que están conectados al conducto 30. El conducto 30 está conectado aquí a una bomba de vacío, para generar la fuerza de succión necesaria para capturar un tubo 3.

10 El dispositivo 4 del brazo robotizado comprende una pluralidad de brazos 7 móviles individualmente que están conectados de manera pivotante a la parte 8 de acoplamiento. El segundo miembro 5 de agarre se puede conectar aquí a la parte 8 de acoplamiento.

El sistema de la figura 1 comprende, además, un sistema 9 de reconocimiento óptico que comprende una o más cámaras ópticas 19, véase la figura 2. Ésta o éstas están dispuestas para grabar una imagen de la placa vibratoria 6 y de las semillas que puedan estar presentes en ella.

- 15 Antes de que comience el proceso de siembra, el usuario ha cargado un programa de siembra en una memoria (no mostrada) del sistema. Se utilizará a continuación un programa de siembra que esté relacionado con la siembra de dos especies de semillas, es decir, semillas con diferente taxonomía. El programa de siembra comprende en este ejemplo, el número de semillas que se sembrarán por especie, el patrón de siembra y un perfil de semilla.

20 Un patrón de siembra indica en cuál de las posiciones de siembra se debe sembrar una semilla. Esto puede comprender una indicación de posición absoluta que puede ser procesada por el dispositivo 4 de brazo robotizado. En este ejemplo, el patrón de siembra comprende, sin embargo, información sobre la distancia mutua mínima que debe utilizarse aquí. Esta distancia mutua se refiere a la forma de crecimiento de la semilla o de la planta que se originará a partir de ella. Algunas plantas necesitan mucho espacio ya en una etapa temprana. El patrón de siembra puede así comprender la información de que, las semillas no necesitan estar sembradas directamente adyacentes unas a otras, sino que, para ello, una o más posiciones vacías de siembra siempre deben estar presentes entre ellas.

- 25 Un perfil de semilla se refiere a la forma y/o dimensiones de una semilla. Algunas semillas son redondas y planas, mientras que otras tienen más forma de huevo. El perfil de la semilla comprende información con la que el sistema de reconocimiento óptico puede decidir si una semilla se encuentra suficientemente separada de otra semilla y, si la semilla detectada corresponde a la semilla que se va a sembrar.

30 La figura 4 muestra un ejemplo de perfil de semilla. En este ejemplo, el perfil de la semilla establece que la semilla a detectar debe tener un perfil elíptico, en el que un contorno detectado 10 de la semilla debe encontrarse entre un contorno máximo 11 y un contorno mínimo 12, los cuales se establecen en el perfil de la semilla. Este ejemplo se basa en la situación en la que el contorno detectado de una semilla es más o menos idéntico, independientemente de su posición. Sin embargo, una semilla puede tener una forma tal que la semilla pueda permanecer sobre placa vibratoria 6 de manera estable, de varias formas. El perfil de la semilla puede comprender contornos máximos y mínimos y/o dimensiones por posición estable. En este caso, una semilla puede así no solo ser reconocida como tal, sino que la posición en la que se encuentra la semilla en la placa vibratoria 6 también puede determinarse. Esta información se puede utilizar a continuación para controlar el dispositivo 4 del brazo robotizado de manera óptima.

35 El sistema comprende una unidad de control (no mostrada) para controlar los diferentes componentes del sistema. Esta unidad puede, por ejemplo, controlar el dispositivo 1 de suministro para colocar un cartucho 2 en posición en el dispositivo 4 del brazo robotizado. Este último puede luego controlarse para sacar un tubo 3 del cartucho 2 en base al programa de siembra. Los tubos 3 generalmente comprenden un identificador, tal como un código de barras, que identifica el contenido del tubo. El dispositivo 4 del brazo robotizado puede ahora sacar un tubo 3 del cartucho 2 y hacer que el identificador de este tubo sea leído mediante una unidad de escaneado configurada para este propósito. Esta unidad, preferiblemente, forma parte del sistema 9 de reconocimiento óptico. Después de escanear el
45 identificador, el sistema sabe qué semillas están en el tubo recogido. Estos datos se comparan con el programa de siembra. Si el programa de siembra indica que las semillas en cuestión tienen que ser sembradas, el dispositivo 4 del brazo robotizado vaciará el contenido del tubo en la placa vibratoria 6. De lo contrario, no se excluye que deba emplearse un orden determinado durante la siembra. Además, es posible que el dispositivo 4 del brazo robotizado coloque el tubo de nuevo y empiece a buscar el tubo con las semillas que deben ser sembradas primero.

50 Después de que el contenido del tubo 3 se haya vaciado sobre la placa vibratoria 6, la placa vibratoria 6 empieza a vibrar para separar las semillas unas de otras. Este es un paso necesario porque las semillas generalmente se colocarán una sobre la otra o directamente adyacentes después de vaciar el tubo. Por un lado, esto hace que sea imposible o muy difícil verificar la taxonomía de la semilla; por otro lado, es imposible o muy difícil recoger las semillas de la placa vibratoria 6 individualmente usando el dispositivo 4 de brazo robotizado.

- 55 La placa vibratoria 6 se puede realizar con una placa conectada a tres o más activadores, cada uno de los cuales puede mover o rotar la placa en una dirección diferente. Dichas placas vibratorias son conocidas por la técnica anterior. Al combinar los movimientos de los activadores, las semillas pueden ser manipuladas de manera pretendida en la placa vibratoria.

Después de que la placa vibratoria 6 haya vibrado durante un corto período de tiempo, este movimiento se detiene, y el sistema 9 de reconocimiento óptico verificará si una semilla con las dimensiones y/o posición deseadas se encuentra en la placa vibratoria 6 y si, dicha semilla está retirada suficientemente lejos de la siguiente semilla más cercana. El sistema 9 de reconocimiento óptico comprende con este fin una unidad de análisis de imágenes que utiliza técnicas de procesamiento de imágenes conocidas per se para comparar un contorno detectado y, uno o más contornos de referencia.

Si se determina que una semilla deseada está situada en la placa vibratoria 6 a una distancia suficiente de otras semillas, el sistema 9 de reconocimiento óptico proporcionará la emisión de información de su posición a la unidad de control y/o al dispositivo 4 del brazo robotizado para que éste pueda recoger la semilla. Para ello, el dispositivo 4 del brazo robotizado está provisto de una boquilla de succión 13 que está conectada a la parte 8 de acoplamiento. La boquilla de succión 13 está formada por una o más pequeñas aberturas 14 situadas en el extremo del cuerpo de un conducto de aire. Este conducto está conectado mediante un tubo 31 a un sistema de aire. Este sistema de aire comprende preferiblemente una bomba de vacío para hacer el vacío en el conducto, y así, aspirar una semilla. Optar por aberturas que no sean demasiado grandes puede evitar que la semilla entre en el conducto.

Después de que el dispositivo 4 del brazo robotizado haya recogido la semilla, el dispositivo 4 del brazo robotizado mueve la parte 8 de acoplamiento hacia un tubo descendente 15 que corresponde a una posición de siembra para la semilla. El tubo descendente 15 se muestra con más detalle en la figura 2. Los extremos inferiores de los tubos descendentes 15 están unidos entre sí mediante un elemento 16 de acoplamiento. Éste también está dispuesto en el lado superior, donde las aberturas superiores 18 de los tubos descendentes 15 están conectados entre sí mediante un elemento 17 de acoplamiento. El dispositivo 4 del brazo robotizado recogerá una semilla de la placa vibratoria 6 durante la operación, utilizando la boquilla 13 de succión y dejándola caer en una de las aberturas 18.

Las figuras 1 y 2 muestran claramente que los extremos exteriores de los tubos descendentes 15 están dispuestos en línea. Esto hace posible sembrar en un sustrato de crecimiento que comprende una pluralidad de posiciones de siembra, tal como una bandeja. Una bandeja comprende por ejemplo, una fila de 20 posiciones de siembra en una dirección transversal a la dirección de movimiento de la bandeja, cuya dirección de movimiento se indica mediante una flecha 17 en la figura 1, y 30 o más filas en la dirección del movimiento. Las posiciones de siembra se colocan siguiendo preferiblemente un patrón regular, tal como el patrón de un tablero de ajedrez.

Para mayor simplicidad, la bandeja no se muestra en las figuras 1 y 2. Basta con indicar que, el sistema comprende un sistema de guía de la bandeja con el que ésta puede moverse de manera gradual en la dirección indicada por la flecha 17. Aquí se intenta que, durante la siembra, una fila de las posiciones de siembra se alinee cada vez con respecto a los extremos exteriores de los tubos descendentes 15.

Cuando el dispositivo 4 del brazo robotizado ha llevado una semilla a un tubo descendente 15, la semilla puede ser liberada. Esto se puede lograr porque el sistema de aire ventila el conducto de la boquilla de succión 13 o le proporciona aire comprimido a través del conducto 31. De este modo, la semilla caerá a través del tubo descendente 15 y a la posición de siembra en el sustrato de crecimiento dispuesto debajo del extremo exterior del tubo descendente 15.

El sistema 9 de reconocimiento óptico determinará entonces si hay otra semilla que pueda ser recogida. Si este no es el caso, la placa vibratoria 6 puede controlarse para realizar otro movimiento de vibración. La semilla subsiguiente se coloca en la siguiente posición de siembra de la misma fila, opcionalmente teniendo en cuenta el salto de posiciones de siembra, si así lo prescribe el programa de siembra.

El método anterior se repite hasta completar todas las posiciones de siembra en una fila. La bandeja es entonces desplazada una posición en la dirección del movimiento para que una nueva fila se coloque debajo de los tubos descendentes 15. La colocación de semillas se reanuda entonces hasta que no queden más semillas en la placa vibratoria 6 o hasta que, ninguna semilla pueda separarse lo suficiente porque, por ejemplo, las semillas se han agrupado, o hasta que no queden más semillas correspondientes al perfil de siembra, o hasta que se haya sembrado el número deseado de semillas.

El programa de siembra puede indicar que se deben sembrar 100 semillas, cuando solo había 50 en un tubo 3. En tal caso, el resto de las semillas deberán sacarse de otro tubo 3 del cartucho 2. Si dicho tubo no está presente, se puede generar un mensaje de error.

El dispositivo 4 de brazo robotizado comprende un mecanismo de corrección de errores para recoger y dejar caer las semillas. El sistema 9 de reconocimiento óptico puede detectar un error porque detecta una diferencia insuficiente entre una imagen de la placa vibratoria 6 y las semillas que se encuentran en ella antes y después de que se haya recogido una semilla. El error puede tener diferentes causas. Una primera posibilidad es que la semilla no se había recogido debido simplemente, a que la boquilla de succión 13 no se había acercado lo suficiente. Esto se puede resolver haciendo que el dispositivo 4 del brazo robotizado se mueva hacia la misma semilla, pero en donde se acerca más la boquilla de succión 13 a la placa vibratoria 6.

Otra causa de error es que una semilla se atasca en la abertura 14. En este caso, el dispositivo 4 del brazo robotizado no puede sembrar la semilla y no puede recoger la semilla subsiguiente. En una realización, al dispositivo 4 de brazo robotizado se le incorpora un pasador móvil en el conducto. Al mover este pasador hacia abajo y opcionalmente

- 5 insertarlo a través de la abertura 14, la semilla atascada puede ser empujada hacia fuera. El pasador puede ejemplificarse aquí como parte de, o conectarse a un vástago de pistón de un cilindro de aire que se acciona con aire comprimido a través del conducto 32. Al suministrar aire comprimido a este conducto, el pasador se moverá hacia abajo y, preferiblemente, sobresaldrá de la abertura 14 de manera que pueda eliminar cualquier residuo, como una semilla atascada. El vástago de pistón o el pasador puede constar de un resorte de tensión, de modo que, el pasador se dispare automáticamente cuando cese el aire comprimido.
- También es posible determinar si una semilla está atascada, mediante mediciones de presión en el conducto. Esto es así, ya que, la presión en el conducto debe disminuir después de la caída prevista de la semilla. Si este no es el caso, existe una posibilidad muy alta de que una semilla esté atascada.
- 10 Los mecanismos de corrección mencionados anteriormente se pueden combinar. Si, por ejemplo, la comparación de imágenes indica que la diferencia entre las imágenes de antes y después de que se haya recogido una semilla es demasiado pequeña, el pasador se puede mover, y la misma semilla se puede recoger una vez más con un ajuste de profundidad diferente del dispositivo 4 de brazo robotizado.
- 15 Una vez que el número deseado de semillas con una taxonomía determinada se haya colocado, el sistema continuará sembrando semillas con la subsiguiente taxonomía. El método descrito anteriormente se emplea aquí, donde se observa que las siguientes semillas generalmente provienen de un tubo diferente. Estas semillas se colocan opcionalmente en una fila diferente a las semillas anteriores. Sin embargo, no es imposible que las semillas se coloquen en la misma fila una vez más, preferiblemente, teniendo en cuenta la distancia mutua deseada entre las semillas.
- 20 Cuando todos los tubos 4 de un cartucho 2 han sido procesados, el dispositivo 1 de suministro puede colocar un cartucho siguiente 2 en posición, por ejemplo, empujándolo. El sistema continuará sembrando de acuerdo con el programa de siembra. Por lo tanto, es posible utilizar semillas procedentes de una pluralidad de tubos 3 de una pluralidad de cartuchos 2 con un programa de siembra. Un programa de siembra también puede comprender información sobre qué semillas con diferentes taxonomías se pueden combinar en el mismo sustrato de crecimiento.
- 25 El sistema puede comprender un dispositivo que agregue determinados nutrientes, agua o sustancias biológicamente activas, tales como pesticidas, a las semillas sembradas. Este dispositivo se coloca preferiblemente aguas abajo de la siembra. En el contexto de la presente invención, la unidad de control puede controlar dicho dispositivo de manera que, la adición de sustancias tenga lugar específicamente para cada semilla, para cada bandeja, o para cada taxonomía diferente.
- 30 El método se detiene después de que todas las semillas indicadas en el programa de siembra hayan sido sembradas. El sistema puede comprender un sistema de guía de bandejas (no mostrado) en el que se puede almacenar una pluralidad de bandejas y pueden alinearse con los tubos descendentes 15 una por una. En una realización las bandejas se colocan unidas sobre una guía, creando así un sustrato de crecimiento sustancialmente alargado. Una unidad de aplicación de identificador proporciona, preferiblemente, un identificador diferente a cada bandeja. Esto
- 35 permite al sistema rastrear qué bandeja está provista con qué semillas.
- El sustrato de crecimiento puede comprender un medio de almacenamiento tal como un chip de IDRF con memoria. La información sobre las semillas sembradas en el sustrato de crecimiento puede ser almacenada en este medio de almacenamiento por el sistema. Información sobre las sustancias que han sido añadidas antes, durante o después de la siembra, también se puede almacenar en esta memoria.
- 40 Resultará evidente para el experto, que, se pueden realizar distintas modificaciones en la realización descrita anteriormente, sin apartarse del alcance de protección definido en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Sistema para sembrar una pluralidad de semillas, que comprende: un dispositivo (6) de separación para separar una sola semilla del resto de la pluralidad de semillas; un sistema (9) de reconocimiento óptico para reconocer la semilla separada; un dispositivo (4) de brazo robotizado para recoger la semilla separada y para sembrar la semilla recogida; una unidad de control para controlar el dispositivo (6) de separación, el dispositivo (9) de reconocimiento óptico, y el dispositivo (4) de brazo robotizado;

en el que las semillas se siembran en un sustrato de crecimiento con una pluralidad de posiciones de siembra, tal como una bandeja;

comprendiendo el sistema, además:

una unidad de movimiento de sustrato para mover el sustrato de crecimiento de manera gradual, en la que el sustrato de crecimiento comprende una fila de posiciones de siembra transversalmente a una dirección de movimiento del sustrato de crecimiento, en la que la unidad de control se configura para controlar el dispositivo (4) del brazo robotizado para sembrar una semilla cada vez en una posición de siembra de una fila y, cuando la siembra en la fila se ha completado, para controlar la unidad de movimiento de sustrato para conseguir poner en posición la siguiente fila de posiciones de siembra, y caracterizado en que comprende

una pluralidad de tubos descendentes (15) dispuestos de tal manera que cada abertura inferior de cada tubo descendente (15) pueda alinearse durante la operación con una posición de siembra respectiva asociada con la misma fila.

2. Sistema según la reivindicación 1, en el que todas las semillas de una pluralidad establecida de semillas tienen la misma taxonomía, y más concretamente en el que, todas las semillas de una pluralidad establecida pertenecen a la misma familia de plantas, género, especie, subespecie, variedad, progenie de un cruce o grupos de cruces, o a la misma población.

3. Sistema según las reivindicaciones 1 o 2, que comprende, además, una memoria configurada para almacenar un perfil de semilla, en el que el perfil de semilla describe las características de las dimensiones y/o la forma de la semilla para su separación.

4. Sistema según la reivindicación 3, en el que el sistema (9) de reconocimiento óptico que comprende:

una cámara para grabar una imagen de la pluralidad de las semillas;

una unidad de análisis de imagen para analizar la imagen grabada, en la que la unidad de análisis de imagen se configura para identificar la semilla separada en base al perfil de la semilla;

una unidad de salida para emitir información de posición sobre la semilla identificada al dispositivo del brazo robotizado.

5. Sistema según la reivindicación 4, en el que la unidad de análisis de imagen está configurada para detectar el contorno de una imagen grabada y asignar el contorno a una semilla, si las dimensiones y/o la forma del contorno detectado corresponde al perfil de semilla;

y en el que el sistema está configurado, preferiblemente, para recoger únicamente la semilla detectada si, la distancia entre el contorno detectado y el contorno adyacente es superior a una distancia predeterminada, y/o;

en el que la unidad de control está configurada para controlar el dispositivo de separación para separar una vez más las semillas si el sistema (9) de reconocimiento óptico ha detectado al menos un contorno, pero en donde ninguna semilla ha sido reconocida en base al perfil de la semilla.

6. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de separación comprende una placa vibratoria (6).

7. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo (4) del brazo robotizado comprende un brazo robótico que está provisto con una boquilla de succión (13) en su extremo.

8. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema está configurado para comparar una imagen grabada después y antes de que el dispositivo (4) del brazo robotizado recoja la semilla separada, en el que la unidad de control está configurada para controlar el dispositivo (4) del brazo robotizado para que recoja una vez más la semilla separada si no hay diferencia suficiente entre las imágenes comparadas, y en el que un ajuste de profundidad correspondiente a la distancia a una base en la que se encuentra la semilla separada se ajusta preferiblemente para dicha recogida repetida de la semilla separada.

9. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un dispositivo de suministro para suministrar las semillas en un recipiente, y en el que la unidad de control se configura preferiblemente para controlar el dispositivo (4) del brazo robotizado para aplicarse al recipiente y para transportar las semillas fuera del

recipiente y al dispositivo de separación (6), y en el que el dispositivo (4) de brazo robotizado comprende preferiblemente un primer dispositivo para recoger la semilla separada y, un segundo dispositivo para aplicarse al recipiente.

5 10. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la memoria está configurada para almacenar un programa de siembra que comprende una correlación entre la información relativa a la taxonomía de las semillas y un patrón de siembra para dicha siembra, y en donde el programa de siembra preferiblemente comprende el número de semillas a sembrar por taxonomía y, en el cual, si este número ha sido sembrado y quedan aún semillas, la unidad de control está configurada para controlar el dispositivo de separación para descargar las semillas restantes.

10 11. Sistema según la reivindicación 10, en el que la unidad de control está configurada para rastrear las posiciones de siembra en las que una semilla con una taxonomía determinada ha sido sembrada, y/o en donde el programa de siembra comprende información sobre las posiciones de siembra en las que una semilla con una taxonomía determinada tiene que ser sembrada, y en el que la unidad de control está configurada preferiblemente para agregar al programa de siembra información sobre las posiciones de siembra en las que una semilla con una taxonomía determinada ha sido sembrada.

15 12. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sustrato de crecimiento está provisto de un identificador, y en el que el sistema preferiblemente comprende una unidad de aplicación de identificador para colocar el identificador sobre el sustrato de crecimiento.

20 13. Sistema según la reivindicación 12, en el que el sustrato de crecimiento comprende un medio de almacenamiento, en donde la unidad de control está configurada para almacenar información sobre las posiciones de siembra en las que una semilla con una taxonomía determinada ha sido sembrada en el medio de almacenamiento.

25 14. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 10-13, en el que el programa de siembra comprende la correlación expuesta para semillas con diferente taxonomía, y/o el sistema comprende además un dispositivo para suministrar a las semillas sembradas una o más sustancias elegidas del grupo consistente en agua, agentes promotores de la germinación, agentes promotores del crecimiento y pesticidas y en donde el programa de siembra comprende, preferiblemente, información de las sustancias por semilla o por taxonomía relativa a cuáles de dichas sustancias deben ser suministradas, y en donde la unidad de control está configurada para controlar el dispositivo para suministrar estas sustancias sujeto a la información sobre la sustancia.

15. Método para sembrar semillas, comprendiendo:

separar una sola semilla en relación al resto de la pluralidad de semillas utilizando un dispositivo (6) de separación;

30 reconocer ópticamente la semilla separada con un sistema (9) de reconocimiento óptico, recogiendo la semilla separada con un dispositivo (4) del brazo robotizado y sembrando la semilla recogida con el dispositivo (4) del brazo robotizado;

el método comprendiendo, además:

35 mover un sustrato de crecimiento de manera gradual, en la que el sustrato de crecimiento comprende una fila de posiciones de siembra transversalmente a una dirección de movimiento del sustrato de crecimiento;

controlar el dispositivo (4) del brazo robotizado para sembrar una semilla cada vez en una posición de siembra de una fila, y, cuando la siembra de la fila se ha completado, conseguir poner en posición la siguiente fila de posiciones de siembra;

40 caracterizado en que durante la siembra de la semilla recogida el dispositivo (4) del brazo robotizado deja caer esta semilla a través de una pluralidad de tubos descendentes (15), en donde los tubos descendentes (15) están dispuestos de tal manera que cada abertura inferior de cada tubo descendente (15) pueda alinearse durante la operación con una posición de siembra respectiva asociada con la misma fila.

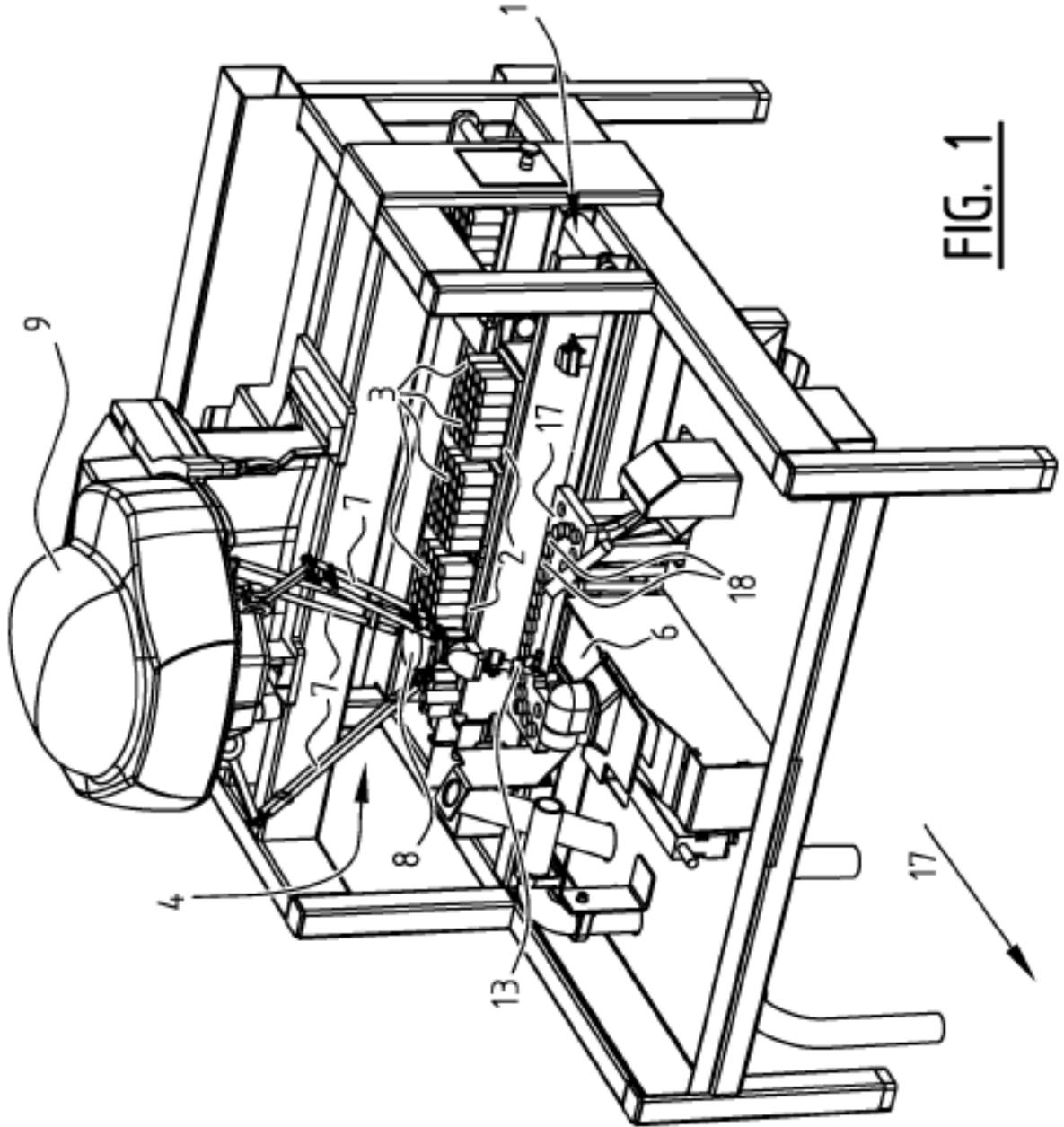


FIG. 1

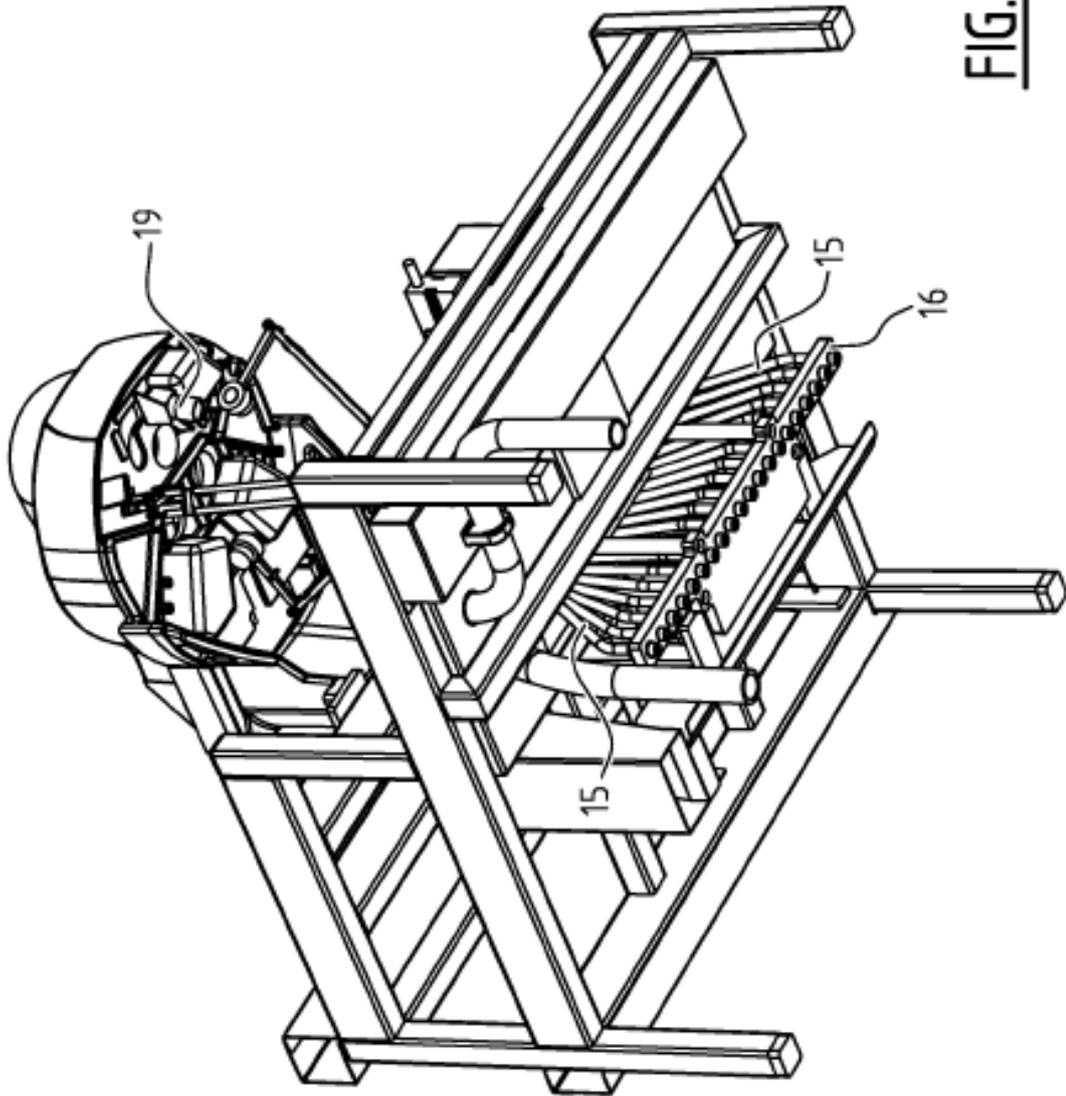


FIG. 2

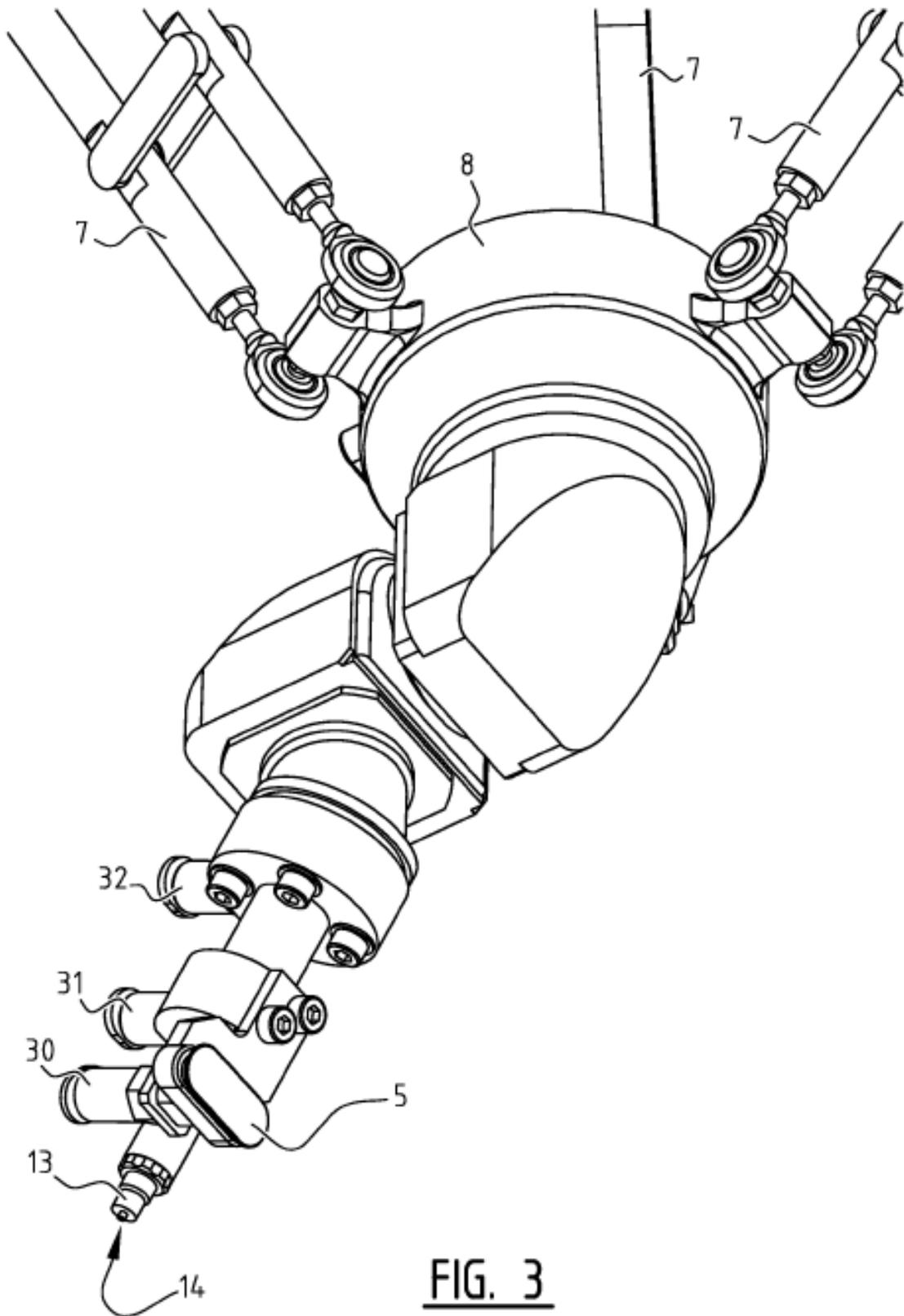


FIG. 3

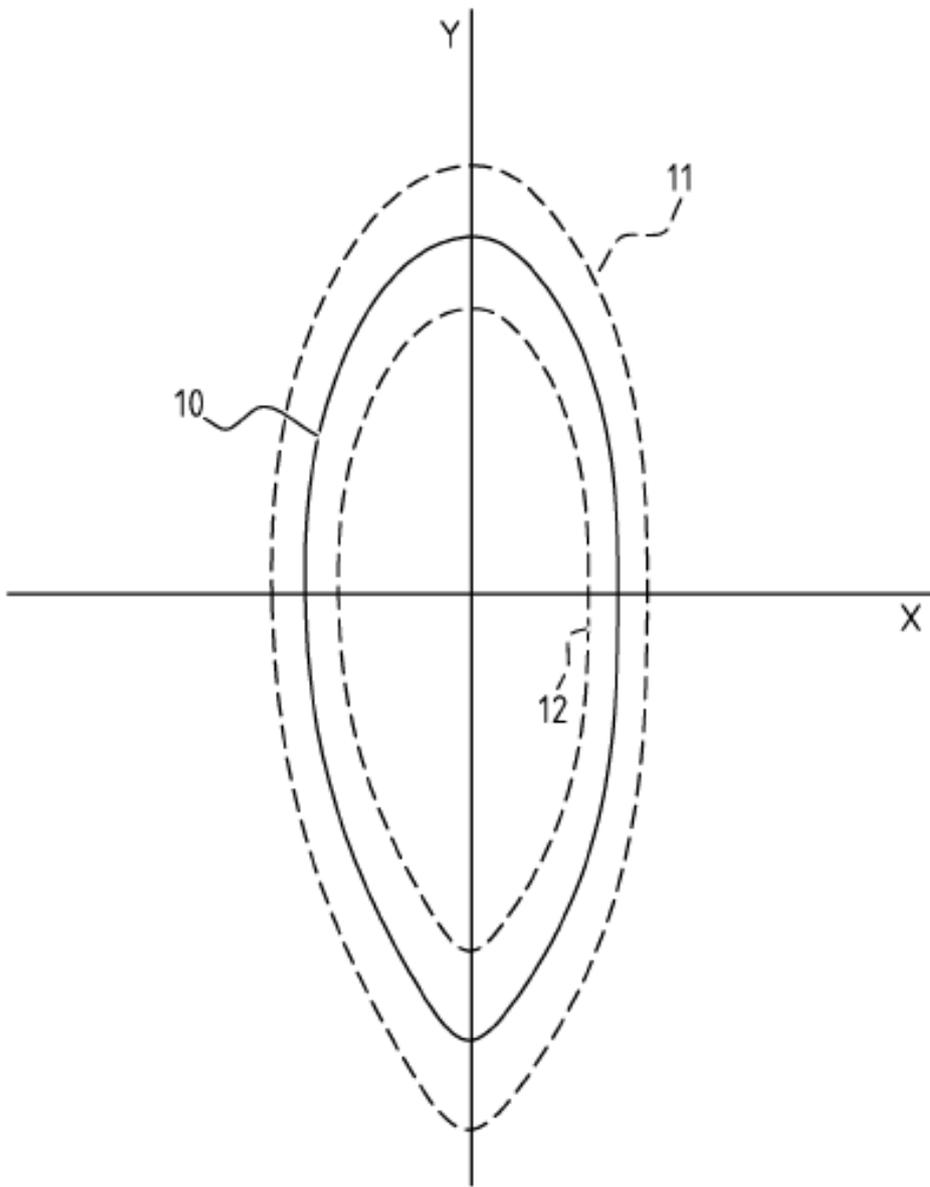


FIG. 4