

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 738 974**

51 Int. Cl.:

<b>A01G 18/00</b>	(2008.01)
<b>B25J 15/06</b>	(2006.01)
<b>B25J 15/00</b>	(2006.01)
<b>B25J 11/00</b>	(2006.01)
<b>B25J 15/04</b>	(2006.01)
<b>B25J 19/00</b>	(2006.01)
<b>A01G 18/70</b>	(2008.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.08.2015 PCT/CA2015/050790**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **03.03.2016 WO16029299**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.08.2015 E 15836069 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2019 EP 3185667**

54 Título: **Recolector de setas**

30 Prioridad:

**26.08.2014 US 201462041707 P**

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

**28.01.2020**

73 Titular/es:

**VINELAND RESEARCH AND INNOVATION  
CENTRE (100.0%)  
Victoria Avenue North  
Vineland Station ON L0R 2E0, CA**

72 Inventor/es:

**VAN DE VEGTE, JOHN;  
RENFREW, JOHN;  
JANDRISITS, MATTHEW y  
LAU, ROBERT**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 738 974 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

Recolector de setas

5 **Referencia cruzada a solicitudes relacionadas**

Esta solicitud reivindica el beneficio de la solicitud de patente provisional estadounidense con n.º de serie 62/041.707 presentada el 26 de agosto de 2014, cuyo contenido se incorpora en su totalidad en el presente documento como referencia.

10

**Campo**

Esta solicitud se refiere a agricultura, en particular a dispositivos y métodos para recolectar setas de una cama de cultivo de setas.

15

**Antecedentes**

La recolección selectiva de setas implica la recolección estratégica de setas de una cama de cultivo de setas con el fin de maximizar el rendimiento del cultivo. En la actualidad, la recolección selectiva de setas se realiza manualmente en granjas de setas. Las diferencias en el adiestramiento y la experiencia del operario dan como resultado una variación en los resultados de la recolección y reduce el rendimiento de la cosecha. La recolección automatizada de setas proporcionaría una reducción de costes significativa para los productores de setas. Un aspecto importante de la automatización de la recolección de setas es la disponibilidad de un elemento de agarre que pueda agarrar la seta, retirarla del compost, retenerla a través de una operación de corte del pie y finalmente depositarla en una bandeja de envasado. El elemento de agarre no debe producir ningún daño inmediato o latente a la seta. Además, el elemento de agarre debe ser lo suficientemente pequeño como para que no dañe ninguna seta adyacente a la seta que está recolectándose. Finalmente, durante la recolección selectiva para el mercado de setas frescas, se recolectan las setas que oscilan en tamaño entre aproximadamente 15-70 mm de diámetro de sombrero. Por tanto, el elemento de agarre debe poder agarrar un amplio intervalo de tamaños de seta.

30

Ha habido algunos intentos por desarrollar sistemas y dispositivos de recolección de setas automatizados. Por ejemplo, la patente estadounidense 5.058.368 expedida el 22 de octubre de 1991, describe un dispositivo para recolectar setas que usa un elemento de agarre por succión que comprende un elemento de agarre por succión de tipo fuelle con un bloque de espuma porosa interno que se pretende que soporte el sombrero de la seta. Sin embargo, la espuma porosa se llenaría rápidamente con compost de la cama de cultivo de setas alterando de ese modo el flujo de vacío requerido para recoger las setas. La patente estadounidense 5.471.827 expedida el 5 de diciembre de 1995 describe un dispositivo para recolectar setas que usa un elemento de agarre por succión descrito como un fuelle de succión largo. Sin embargo, este diseño del elemento de agarre no proporcionaría rigidez angular y axial suficiente para realizar los movimientos de desplazamiento y rotación necesarios requeridos para retirar una seta de una cama de cultivo. La patente estadounidense 8.033.087 expedida el 11 de octubre de 2011 describe el uso de ventosas disponibles comercialmente para agarrar setas. Sin embargo, a través de pruebas de una variedad de elementos de agarre por succión disponibles comercialmente, se ha encontrado que no funcionan bien para recolectar setas, o bien al producir daño al sombrero de la seta o bien al no poder soportar un intervalo razonable de diámetros de sombrero.

45

En el documento NL 8600887 A se da a conocer un dispositivo de recogida de champiñones para búsqueda automática, retirada y acarreo de champiñones recolectables de una cama de cultivo.

El documento JP 2003 2093394 A da a conocer un aparato de selección de boquillas con un servomotor como accionador, estando montadas una pluralidad de boquillas en la circunferencia externa de un soporte de boquillas, pudiendo rotar el soporte de boquillas alrededor de la línea axial perpendicular a la línea axial de un cabezal de montaje de componentes, pudiendo seleccionarse las boquillas mediante el funcionamiento del servomotor.

50

Sigue existiendo la necesidad de dispositivos y métodos para la recolección automatizada de setas de una cama de cultivo de setas, que reduzcan el daño para los sombreros de las setas y/o que puedan soportar un intervalo comercialmente útil de diámetros de sombrero de setas.

55

**Sumario**

En un aspecto, se proporciona un dispositivo para recolectar setas de una cama de cultivo de setas, que comprende: un brazo robótico configurado para desplegar de manera intercambiable uno de una pluralidad de diferentes elementos de agarre por succión, comprendiendo cada uno de los elementos de agarre por succión una copa de succión que tiene un perfil de tamaño y forma apropiado para agarrar un sombrero de una seta, teniendo el sombrero un perfil de tamaño y forma dentro de un intervalo predeterminado, estando configurado el brazo robótico para colocar el elemento de agarre por succión sobre una seta que va a recolectarse; una fuente de vacío en comunicación de fluido con el elemento de agarre por succión para suministrar presión de aire negativa al elemento

65

de agarre por succión para retener un sombrero de la seta que va a recolectarse en la copa de succión; y, un circuito de control en comunicación electrónica con el elemento de agarre por succión y la fuente de vacío, estando configurado el circuito de control para ajustar automáticamente la presión de aire negativa en el elemento de agarre por succión en respuesta a requisitos de recolección durante un proceso de recolección de setas.

5 En otro aspecto, se proporciona un sistema para recolectar setas de una cama de cultivo de setas, que comprende: el dispositivo de recolección de setas descrito en el presente documento configurado para recolectar setas de la cama de cultivo; una o más cámaras para localizar setas en la cama de cultivo; y, un aparato de control unido operativamente a la una o más cámaras y al dispositivo de recolección de setas, estando configurado el aparato de control para hacer funcionar el dispositivo de recolección de setas para recolectar setas localizadas por la una o más cámaras de la cama de cultivo.

15 Aún en otro aspecto, se proporciona un método de recolección de setas de una cama de cultivo de setas, que comprende: disponer el dispositivo de recolección de setas descrito en el presente documento sobre una seta en la cama de cultivo; determinar cuál de la pluralidad de diferentes elementos de agarre por succión usar para recolectar la seta; desplegar el elemento de agarre por succión determinado sobre la seta; y, suministrar presión de aire negativa al elemento de agarre por succión para retener un sombrero de la seta en la copa de succión del elemento de agarre por succión determinado.

20 El dispositivo, el sistema y el método de recolección de setas permiten la recolección automatizada de setas, incluyendo agarrar las setas, retirar las setas del compost en la cama de cultivo de setas, retener las setas a través de una operación de corte del pie y depositar las setas en una bandeja de envasado. La recolección de setas puede llevarse a cabo a la vez que se reduce el daño inmediato y latente a las setas y se reduce el daño a setas adyacentes a la seta que está recolectándose. El dispositivo, el sistema y el método son particularmente adecuados para la recolección selectiva, más particularmente para la recolección selectiva de setas que tienen diámetros de sombrero dentro de un intervalo de tamaño especificado, por ejemplo diámetros de sombrero en un intervalo de 15-70 mm, especialmente de 20-60 mm. El dispositivo comprende un elemento de agarre de setas que puede agarrar setas eficazmente a lo largo de un gran intervalo de diámetros de sombrero a la vez que se reduce el daño a las setas que están recolectándose.

30 Características adicionales se describirán o resultarán evidentes en el transcurso de la siguiente descripción detallada. Debe entenderse que cada característica descrita en el presente documento puede utilizarse en cualquier combinación con una cualquiera o más de las otras características descritas, y que cada característica no depende necesariamente de la presencia de otra característica excepto cuando resulta evidente para un experto en la técnica.

### 35 **Breve descripción de los dibujos**

Para una comprensión más clara, ahora se describirán realizaciones preferidas en detalle a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

40 La figura 1 representa un diagrama esquemático de un dispositivo de recolección de setas de la presente invención en el contexto de una célula de trabajo de recolección de setas.

45 La figura 2A representa una vista ampliada de una herramienta de extremo de brazo de un brazo robótico que tiene un elemento de agarre por succión intercambiable montado en el mismo.

La figura 2B representa el brazo robótico de la figura 2A con otros tres elementos de agarre por succión almacenados en un bastidor dentro de una envolvente de trabajo del brazo robótico.

50 La figura 3A representa una vista lateral de un elemento de agarre por succión adecuado para recolectar setas con un diámetro de sombrero mayor de 20-30 mm.

La figura 3B representa una vista lateral de un elemento de agarre por succión adecuado para recolectar setas con un diámetro de sombrero mayor de 30-40 mm.

55 La figura 3C representa una vista lateral de un elemento de agarre por succión adecuado para recolectar setas con un diámetro de sombrero mayor de 40-50 mm.

La figura 3D representa una vista lateral de un elemento de agarre por succión adecuado para recolectar setas con un diámetro de sombrero mayor de 50-60 mm.

60 La figura 4A representa una vista en perspectiva de un elemento de agarre por succión adecuado para recolectar setas con un diámetro de sombrero mayor de 20-30 mm.

65 La figura 4B representa una vista lateral del elemento de agarre por succión de la figura 4A.

La figura 4C representa una vista de extremo desde abajo del elemento de agarre por succión de la figura 4A.

La figura 4D representa una vista en sección transversal a través de A-A en la figura 4B.

5 La figura 5A representa una vista en perspectiva frontal ampliada de una herramienta de extremo de brazo de un brazo robótico que tiene un carrusel rotatorio montado de manera rotatoria en el mismo y cuatro elementos de agarre por succión diferentes montados en el carrusel.

10 La figura 5B representa una vista en perspectiva posterior de la herramienta de extremo de brazo del brazo robótico representado en la figura 5A.

### Descripción detallada

15 El dispositivo para recolectar setas comprende un brazo robótico configurado para desplegar de manera intercambiable uno de una pluralidad de diferentes elementos de agarre por succión. El reto a la hora de desarrollar un elemento de agarre por succión para recolectar setas fue crear un diseño que redujera o no produjera daño a una superficie del sombrero de la seta. Tras someter a prueba un gran número de elementos de agarre por succión disponibles comercialmente, se hizo evidente que maximizar el área de superficie de contacto entre el sombrero de la seta y una pared interior de la copa de succión del elemento de agarre por succión a la vez que se minimiza la cantidad de vacío aplicado, era importante para obtener éxito.

20 Para desarrollar copas de succión que maximicen el área de superficie de contacto, se recogieron datos del perfil de tamaño y forma para las setas. Cada seta tiene un diámetro de sombrero mayor y uno menor, siendo el diámetro de sombrero mayor sustancialmente perpendicular al eje longitudinal del pie de la seta y siendo el diámetro de sombrero menor sustancialmente paralelo al eje longitudinal del pie de la seta. Se midieron y se evaluaron el diámetro de sombrero mayor y el diámetro de sombrero menor para secciones transversales de sombreros de setas de 100 setas. Se encontró que las setas que tenían diámetros de sombrero en un intervalo de 15-70 mm pueden clasificarse en de tres a cinco, preferiblemente cuatro, categorías de tamaño basándose en una razón del diámetro de sombrero mayor con respecto al diámetro de sombrero menor. Por tanto, la pluralidad de diferentes elementos de agarre por succión para el dispositivo comprende preferiblemente 3-5 elementos de agarre por succión, más preferiblemente 4 elementos de agarre por succión. Cada uno de la pluralidad de diferentes elementos de agarre por succión comprende una copa de succión que tiene un perfil de tamaño y forma apropiados para agarrar un sombrero de una seta, teniendo el sombrero un perfil de tamaño y forma dentro de un intervalo predeterminado.

35 Para las setas que tienen diámetros de sombrero mayores en un intervalo de aproximadamente 20-30 mm, la razón de diámetro de sombrero mayor con respecto a diámetro de sombrero menor está generalmente en un intervalo de aproximadamente 1,375-1,425, habitualmente cerca de aproximadamente 1,4 (por ejemplo, aproximadamente 1,392).

40 Para las setas que tienen diámetros de sombrero mayores en un intervalo de aproximadamente 30-40 mm, la razón de diámetro de sombrero mayor con respecto a diámetro de sombrero menor está generalmente en un intervalo de aproximadamente 1,425-1,475, habitualmente cerca de aproximadamente 1,45 (por ejemplo aproximadamente 1,456).

45 Para las setas que tienen diámetros de sombrero mayores en un intervalo de aproximadamente 40-50 mm, la razón de diámetro de sombrero mayor con respecto a diámetro de sombrero menor está generalmente en un intervalo de aproximadamente 1,525-1,575, habitualmente cerca de aproximadamente 1,5 (por ejemplo aproximadamente 1,564).

50 Para las setas que tienen diámetros de sombrero mayores en un intervalo de aproximadamente 50+ mm, la razón de diámetro de sombrero mayor con respecto a diámetro de sombrero menor está generalmente en un intervalo de aproximadamente 1,475-1,525, habitualmente cerca de aproximadamente 1,5 (por ejemplo aproximadamente 1,504).

55 Basándose en la razón de diámetro de sombrero mayor con respecto a diámetro de sombrero menor, se desarrolló un perfil de forma óptima de la pared interior de la copa de succión. Basándose además en la razón, se eligió un diámetro exterior de la copa de succión como un compromiso entre maximizar el área de superficie de contacto y garantizar que el diámetro exterior de la copa de succión no se extienda pasado el borde exterior del sombrero de la seta con el fin de reducir el daño potencial a setas adyacentes durante la recolección. Como resultado, se prefiere que la copa de succión de al menos uno de los elementos de agarre por succión tenga una pared interior troncocónica circular derecha. Preferiblemente, las copas de succión de todos los elementos de agarre por succión tienen paredes interiores troncocónicas circulares derechas. Preferiblemente, al menos una de las copas de succión tiene un diámetro de base en un intervalo de aproximadamente 21-24 mm (por ejemplo aproximadamente 22-23 mm), aproximadamente 31-34 mm (por ejemplo aproximadamente 32-33 mm), aproximadamente 41-44 mm (por ejemplo aproximadamente 42-43 mm) o aproximadamente 51-54 mm (por ejemplo aproximadamente 52-53 mm). Más preferiblemente, la copa de succión de un primer elemento de agarre por succión tiene un diámetro de base en

un intervalo de aproximadamente 21-24 mm (por ejemplo aproximadamente 22-23 mm), la copa de succión de un segundo elemento de agarre por succión tiene un diámetro de base en un intervalo de aproximadamente 31-34 mm (por ejemplo aproximadamente 32-33 mm), la copa de succión de un tercer elemento de agarre por succión tiene un diámetro de base en un intervalo de aproximadamente 41-44 mm (por ejemplo aproximadamente 42-43 mm), y la copa de succión de un cuarto elemento de agarre por succión tiene un diámetro de base en un intervalo de aproximadamente 51-54 mm (por ejemplo aproximadamente 52-53 mm).

Las copas de succión comprenden preferiblemente un material flexible, por ejemplo un material elastomérico. El material es preferiblemente de flexibilidad y resistencia suficientes para que la copa de succión pueda formar un sello eficaz con el sombrero de la seta a la vez que se mantiene una robustez apropiada para resistir operaciones a lo largo de un periodo de tiempo prolongado. El durómetro del material depende del material que esté usándose y del grosor de la pared de la copa de succión en vistas a obtener las características deseadas de flexibilidad y resistencia. El material elastomérico comprende preferiblemente un caucho natural (por ejemplo poliisopreno), un caucho sintético (por ejemplo polibutadieno, policloropreno (neopreno), poliisobutileno, estireno-butadieno, etileno-propileno, etileno-propileno-dieno (EPDM), acrilato de etileno, nitrilo (NBR)), un fluoroelastómero (por ejemplo fluoruro de polivinilideno), un polímero de silicona (por ejemplo poldimetilsiloxano, caucho acrílico, poliuretano termoplástico (TPU), polímero de vinilo (por ejemplo policloruro de vinilo (PVC)), y similares. Se prefieren particularmente los polímeros de silicona. Las copas de succión pueden formarse mediante cualquier procedimiento adecuado, por ejemplo impresión 3-D, moldeo por inyección y similares.

El brazo robótico está configurado para desplegar de manera intercambiable uno de la pluralidad de diferentes elementos de agarre por succión en un proceso de recolección. Puede usarse cualquier disposición manejable, que permita que un elemento de agarre por succión se despliegue en lugar de otro. En una realización, cada uno de la pluralidad de elementos de agarre por succión puede montarse de manera liberable en el brazo robótico. El brazo robótico puede estar configurado para sostener un elemento de agarre por succión cada vez. El brazo robótico puede estar configurado para liberar automáticamente uno de los elementos de agarre por succión y montar otro en respuesta a requisitos de recolección durante el proceso de recolección de setas. En otra realización, el brazo robótico puede tener montado en el mismo un carrusel rotatorio en el que pueden montarse la pluralidad de elementos de agarre por succión. El carrusel rotatorio puede hacerse rotar para desplegar el elemento de agarre por succión deseado. Los elementos de agarre por succión pueden montarse de manera liberable en el carrusel para facilitar la sustitución, el mantenimiento y la limpieza y para aumentar la versatilidad del dispositivo de recolección de setas.

Los elementos de agarre por succión pueden montarse de manera liberable de cualquier manera adecuada, por ejemplo con pernos, con un buje roscado en el elemento de agarre por succión, con imanes (por ejemplo imanes permanentes, electroimanes o una combinación de los mismos), y similares. Preferiblemente, los elementos de agarre por succión pueden montarse magnéticamente. Los electroimanes pueden hacer que el cambio de los elementos de agarre por succión sea más fácil simplemente invirtiendo la polaridad en los imanes. Los imanes permanentes pueden reducir el tamaño global de los elementos de agarre por succión y obviar la necesidad de utilizar líneas de alimentación eléctrica. Una herramienta de extremo de brazo del brazo robótico puede estar configurada para incluir un adaptador de montaje diseñado para un modo particular en el que los elementos de agarre por succión van a montarse de manera liberable.

El dispositivo para recolectar setas comprende además una fuente de vacío en comunicación de fluido con el elemento de agarre por succión para suministrar presión de aire negativa (vacío) al elemento de agarre por succión para retener un sombrero de la seta que va a recolectarse en la copa de succión. La fuente de vacío puede ser cualquier dispositivo adecuado para generar un vacío, por ejemplo una bomba de vacío u otro tipo de generador de vacío (por ejemplo un generador de vacío Venturi). En un generador de vacío Venturi, el nivel de vacío generado puede variarse ajustando la presión de aire comprimido que está suministrándose.

Un circuito de control en comunicación electrónica con el elemento de agarre por succión y la fuente de vacío está configurado para ajustar activa y automáticamente la presión de aire en el elemento de agarre por succión en respuesta a requisitos de recolección durante la recolección, particularmente con vistas a minimizar el efecto de vacío de succión en el sombrero de la seta. La presión de aire se ajusta activamente durante la recolección de la seta para reducir el daño al sombrero de la seta a la vez que se proporciona fuerza de agarre suficiente para recolectar la seta de la cama de cultivo. El circuito de control puede medir el nivel de vacío que está suministrándose al elemento de agarre por succión (es decir la presión) y realizar cambios en el nivel de vacío basándose en la medición y en los parámetros de recolección (por ejemplo, el diámetro de sombrero de la seta, el tamaño de la copa de succión). Preferiblemente, la presión de aire se ajusta activamente durante la recolección de una seta para que sea menor que la presión atmosférica en una cantidad en un intervalo de aproximadamente 75-255 mmHg.

Cuando se usa un generador de vacío Venturi, puede enviarse una señal de salida desde la placa de circuito de control a un regulador de presión programable para ajustar el aire comprimido suministrado al generador de vacío. Cuando se usa una bomba de vacío, una señal de salida desde la placa de circuito de control puede controlar un orificio variable en una línea de suministro de vacío o ajustar la velocidad del motor de la bomba de vacío. En otros casos, el circuito de control puede controlar un conjunto de válvula (por ejemplo una válvula de mariposa) en el

elemento de agarre por succión y el conjunto de válvula se ajusta dependiendo de la presión medida para mantener un punto de referencia de vacío. De este modo, el nivel de succión que está aplicándose al sombrero de la seta puede ajustarse en tiempo real según se requiera a través del proceso de recolección.

5 El circuito de control (por ejemplo en una placa de circuito) puede montarse en cualquier ubicación adecuada en el dispositivo o sistema, por ejemplo en un aparato de control para el sistema (por ejemplo un ordenador), en el brazo robótico (por ejemplo en el propio elemento de agarre por succión o en un adaptador para montar el elemento de agarre por succión) y/o en el aparato de generación de vacío. El circuito de control puede estar configurado para la comunicación electrónica con un aparato de control, estando configurado el aparato de control para hacer funcionar el sistema de recolección de setas que incluye el dispositivo.

15 Cabe señalar que la resistencia del vacío usado en la presente invención puede ser considerablemente menor que la resistencia de los vacíos usados en otros sistemas basados en succión. Al incluir una pluralidad de elementos de agarre por succión diseñados específicamente para alojar setas de diferentes perfiles de forma y tamaño, es posible reducir la resistencia del vacío a la vez que se mantiene una capacidad de agarre igual o mejor. Además, el control activo de la presión de vacío basándose en el elemento de agarre por succión particular que está usándose en cualquier momento permite mantener una resistencia de vacío reducida, independientemente del tamaño de la seta que esté recolectándose. Además, el control de presión activo permite cambiar la presión a otras fases del proceso de recolección, por ejemplo la fase de corte o la fase de envasado, garantizando de ese modo que se mantiene la capacidad de agarre apropiada a lo largo de todo el proceso de recolección. La combinación de una pluralidad de diferentes elementos de agarre por succión y control de presión activo conduce a un control mejorado a lo largo del proceso de recolección a la vez que se reduce el daño a las setas durante el manejo.

25 El dispositivo para recolectar setas puede formar parte de un sistema para recolectar setas. El sistema comprende otros componentes incluyendo, por ejemplo, una o más cámaras para localizar setas en la cama de cultivo y un aparato de control unido operativamente a la una o más cámaras y al dispositivo de recolección de setas. El aparato de control puede estar configurado para hacer funcionar el dispositivo de recolección de setas para recolectar setas localizadas por la una o más cámaras de la cama de cultivo. Uno o más sensores (por ejemplo sensores láser) ubicados en el brazo robótico y en comunicación electrónica con el aparato de control pueden usarse para ayudar a localizar setas en la cama de cultivo, particularmente para determinar la altura de las setas objetivo en la cama de cultivo.

35 El sistema puede comprender además una interfaz de usuario para el aparato de control, un suministro eléctrico, una cama de cultivo de setas, una o más estaciones de corte, una o más estaciones para eliminación de raíces y/o pies y un aparato de limpieza para limpiar los elementos de agarre por succión. El aparato de limpieza puede estar configurado para limpiar automáticamente la pluralidad de elementos de agarre por succión. El aparato de control puede incluir una rutina para limpiar un elemento de agarre por succión una vez que se haya superado un número preestablecido de ciclos de recolección. El aparato de limpieza puede comprender, por ejemplo, un cepillo, un paño, un chorro de aire a presión o un chorro de agua a presión. Una realización de un sistema de recolección de setas en el que es útil un dispositivo de la presente invención se describe en una solicitud de patente provisional estadounidense en tramitación junto con la presente de titularidad común USSN 61/985.266 presentada el 28 de abril de 2014, cuyo contenido se incorpora en su totalidad en el presente documento como referencia.

45 En el aparato de control puede implementarse software de control para controlar aspectos del sistema para recolectar setas. Puede proporcionarse comunicación electrónica a través de hilos o de manera inalámbrica. El aparato de control puede comprender, por ejemplo, un ordenador, un dispositivo de salida y un dispositivo de entrada, comprendiendo el ordenador un microprocesador para controlar las operaciones y un medio de almacenamiento electrónico no transitorio para almacenar información sobre las setas y la cama de cultivo y/o para almacenar código ejecutable por ordenador para llevar a cabo instrucciones para implementar el método. El ordenador puede comprender además una memoria transitoria (por ejemplo memoria de acceso aleatorio (RAM)) a la que puede acceder el microprocesador mientras se ejecuta el código. El ordenador puede montarse convenientemente en un panel eléctrico para el sistema. Una pluralidad de aparatos informáticos pueden conectarse entre sí a través de un sistema de red informática y pueden distribuirse geográficamente. Uno o más de los aparatos informáticos en el sistema de red informática puede comprender un microprocesador para controlar operaciones y un medio de almacenamiento electrónico no transitorio para almacenar información sobre las setas y la cama de cultivo y/o para almacenar código ejecutable por ordenador para llevar a cabo instrucciones para implementar el método, y los aparatos informáticos en la red pueden interaccionar de modo que la operación de recolección puede llevarse a cabo automáticamente desde ubicaciones remotas. El dispositivo de salida puede ser un monitor, una impresora, un dispositivo que interactúa con un dispositivo de salida remoto o similar. El dispositivo de entrada puede ser un teclado, un ratón, un micrófono, un dispositivo que interactúa con un dispositivo de entrada remoto o similar. Con un ordenador, los datos (por ejemplo imágenes procedentes de cámaras) pueden visualizarse gráficamente en el dispositivo de salida.

65 El software de control puede estar configurado para gestionar una variedad de funciones en el sistema. El software de control puede comprender, por ejemplo: software de aplicación de visión configurado para procesar datos de imágenes digitales recibidos desde la una o más cámaras para dar información sobre la ubicación y el tamaño de la

seta; software de control de recolección que dicta prioridad de las setas que han de recolectarse; software de dirección de movimiento del robot para proporcionar una secuencia de movimientos que realiza el brazo robótico por cada ciclo de recolección; software de interfaz de operario para ejecutar la interfaz de usuario; y software para otras funciones tales como encender y apagar las estaciones de corte, contar las setas que van a cada bandeja de envasado, etc.

Un controlador secundario para el brazo robótico puede estar configurado para recibir una secuencia de comandos proporcionados por el aparato de control, por ejemplo "mover a la ubicación XYZ", e interpreta estos comandos para dar comandos de robot reales. Por ejemplo, un comando de movimiento tal como "mover a la ubicación XYZ" requiere que el brazo robótico coordine el movimiento de hasta 6 servomotores individuales en un movimiento combinado suave para todo el brazo robótico. El controlador secundario para el brazo robótico puede estar ubicado en cualquier ubicación conveniente, por ejemplo en la misma ubicación que el aparato de control, y el brazo robótico puede estar en comunicación electrónica con el controlador secundario a través de hilos/cables y/o de manera inalámbrica.

El circuito de control también es un controlador secundario y está configurado para controlar la presión de aire negativa en los elementos de agarre por succión. El circuito de control puede medir el nivel de vacío que está suministrándose al elemento de agarre por succión. Un microprocesador del circuito de control puede comparar la medición del nivel de vacío con niveles preestablecidos y comunicarse directamente con la fuente de vacío para ajustar la presión. Por ejemplo, el circuito de control puede comunicarse directamente con una válvula (por ejemplo una válvula de solenoide digital) para ajustar el aire comprimido que está suministrándose a un generador de vacío Venturi. Pueden introducirse puntos de referencia de vacío para diferentes fases del proceso de recolección en la interfaz de usuario. El aparato de control puede pasar electrónicamente estos puntos de referencia al circuito de control, por ejemplo a través de comunicación en serie.

En funcionamiento, el diámetro del sombrero y la ubicación del centroide de una seta en la cama de cultivo de setas se proporciona al brazo robótico mediante la una o más cámaras. En el caso de una sola cámara, la ubicación del centroide se proporciona solamente en coordenadas X-Y bidimensionales. La altura de cada seta objetivo puede determinarse mediante otra cámara o mediante un sensor montado en una herramienta de extremo de brazo del brazo robótico. El brazo robótico puede colocar el sensor sobre la ubicación X-Y de centroide recibida desde la única cámara, de manera que el sensor puede medir la altura del sombrero de la seta. El brazo robótico tiene ahora las coordenadas tridimensionales para recolectar la seta objetivo. Con el fin de maximizar la productividad, se recomienda recolectar todas las setas dentro de una categoría de tamaño común antes de cambiar los elementos de agarre por succión.

El aparato de control emplea el diámetro de sombrero de la seta para garantizar que está montado el elemento de agarre por succión correcto en la herramienta de extremo de brazo del brazo robótico para la seta objetivo que va a recolectarse. Tal como se describió anteriormente, los diferentes elementos de agarre por succión son intercambiables. En una realización, los diferentes elementos de agarre por succión están montados en un bastidor dentro de la envolvente de trabajo del brazo robótico. El brazo robótico puede programarse para intercambiar automáticamente entre elementos de agarre por succión basándose en el diámetro de sombrero de las setas que van a recolectarse. En otra realización, todos los elementos de agarre por succión pueden estar montados en un carrusel instalado en la herramienta de extremo de brazo. El cambio de un elemento de agarre por succión a otro implicaría la rotación del carrusel hacia la posición correcta.

Tras agarrar la seta objetivo, el brazo robótico se mueve a través de un movimiento específico de rotación, desplazamiento y tracción para retirar la seta de la cama de cultivo. El elemento de agarre por succión retiene la seta a través de procesos de transporte, corte de pie y descarga. En una posición de descarga, la fuente de vacío se desconecta. Con el fin de ayudar a garantizar que la seta en el elemento de agarre por succión se transfiera a una bandeja de envasado, puede introducirse una ráfaga de aire comprimido procedente de un compresor de aire independiente, en el elemento de agarre por succión.

Con referencia a la figura 1, se representa una realización de un dispositivo de recolección de setas 3 de la presente invención en el contexto de una célula de trabajo de recolección de setas 1. La célula 1 comprende un armazón 5 en el que están montados componentes de un sistema de recolección de setas 2. El sistema 2 comprende: una bandeja de setas 10 en el que están creciendo setas 12 en una mezcla de crecimiento; una interfaz de usuario 14, en este caso una pantalla táctil, en comunicación electrónica con un controlador 20, en este caso un ordenador montado en un panel eléctrico 21 del sistema 2 en el armazón 5; un brazo robótico 16 en comunicación electrónica con el controlador 20 y configurado para recoger setas 12 de la bandeja de setas 10; una bomba de vacío 22 en comunicación de fluido con el brazo robótico 16 para suministrar presión de aire negativa al brazo robótico 16 y en comunicación electrónica con el brazo robótico 16 para controlar la presión de aire negativa basándose en parámetros de recogida de setas y en el estado del brazo robótico 16; un conjunto de cámara 18 que incluye una cámara digital 17 y luces 19 para proporcionar iluminación estable de la bandeja 10, en comunicación electrónica con el controlador 20 y configurado para tomar imágenes de la bandeja de setas 10; y estaciones de corte primera y segunda 25, 27 configuradas para recibir setas recogidas desde el brazo robótico 16 y luego cortar los pies de las setas recogidas.

En funcionamiento, el ciclo de recogida comienza en primer lugar con la bandeja de setas 10 que se carga sobre una mesa 7 soportada en una parte frontal del armazón 5 donde se captura una imagen digital de la bandeja de setas 10 mediante la cámara digital 18. Con ajustes de recogida predeterminados, el controlador 20 encontrará todas las setas 12 en la bandeja de setas 10 y determinará qué setas 12 recogerá. Mientras que el controlador 20 está encontrando y calculando qué setas 12 debe recoger, la bandeja 10 se mueve a una posición de recogida bajo el brazo robótico 16, y cuando los cálculos están completos, el brazo robótico 16 comienza a recoger las setas seleccionadas con la ayuda del vacío suministrado por la bomba de vacío 22 a un elemento de agarre por succión 30 montado en el brazo robótico 16. El control de la presión de aire negativa en el elemento de agarre por succión 30 se logra controlando la bomba de vacío 22 basándose en mediciones de la presión de aire en el elemento de agarre por succión 30. Un circuito de control para controlar la presión de aire puede estar ubicado en el controlador 20, en el brazo robótico 16 (por ejemplo en el elemento de agarre por succión 30) y/o en la bomba de vacío 22. El brazo robótico 16 transfiere una seta a la primera estación de corte 25 donde se corta el pie de la seta justo por encima de la estructura de raíz de la seta. La estructura de raíz de la seta se recoge en un depósito a través del primer canal 26 para su eliminación. La seta sin la estructura de raíz se transfiere entonces por el brazo robótico 16 a la segunda estación de corte 27 donde se corta el pie de la seta a una longitud especificada en relación con el diámetro del sombrero de la seta. La sección de pie sección se recoge en un depósito separado a través de un segundo canal 28, y el productor de setas puede venderla a procesadores de alimentos que usarán los pies como ingrediente, por ejemplo, en sopas y salsas. La seta cortada puede transferirse entonces por el brazo robótico 16 a un sistema de envasado de setas (no mostrado). El elemento de agarre por succión 30 puede limpiarse con un cepillo 29 ubicado dentro de la envolvente de trabajo del brazo robótico 16 mediante el uso del brazo robótico 16 para pasar el elemento de agarre por succión 30 a través de las cerdas del cepillo.

En la figura 1, el dispositivo 3 para recolectar setas forma parte del sistema de recolección de setas 2, comprendiendo el dispositivo el brazo robótico 16, la bomba de vacío 22 y el circuito de control para controlar la presión de aire negativa en el brazo robótico 16. La figura 2A y la figura 2B ilustran una realización del dispositivo de recogida en el que el brazo robótico 16 tiene un elemento de agarre por succión 30c intercambiable montado en una herramienta de extremo de brazo 41 del brazo robótico 16. El elemento de agarre por succión 30c comprende una copa de succión 31c montada en el elemento de agarre por succión 30c a través de un collar de fijación 32, estando sujetas entre sí dos mitades de collar de fijación 32 con dos pernos 33 para fijar la copa de succión 31c al elemento de agarre por succión 30c. La herramienta de extremo de brazo 41 comprende un adaptador 42 montado en el mismo, comprendiendo el adaptador 42 cuatro imanes de adaptador 43 que se acoplan con cuatro imanes de elemento de agarre 34 (véase la figura 4A para más detalles) para sujetar magnéticamente el elemento de agarre por succión 30c al adaptador 42 y por tanto al brazo robótico 16 en la herramienta de extremo de brazo 41 del brazo robótico 16. El brazo robótico 16 se programa para orientar el elemento de agarre por succión 30c sobre una seta 12c en la bandeja de setas 10, teniendo la seta 12c un perfil de tamaño y forma apropiado para la copa de succión 31c basándose en la información de posición e imagen recogida por la cámara del sistema (véase la figura 1) y un sensor de láser 45, estando montado el sensor de láser 45 en el adaptador 42 en la herramienta de extremo de brazo 41 del brazo robótico 16. El brazo robótico 16 tiene preferiblemente 6 ejes de movimiento. Todas las manipulaciones de la herramienta de extremo de brazo 41, incluyendo la orientación del elemento de agarre por succión 30c y la aplicación de una fuerza de torsión a una seta mantenida por la copa de succión 31c cuando se recolecta la seta de la bandeja de setas 10, se realizan por el brazo robótico 16. Un circuito de control que incluye un sensor de presión para controlar la presión de aire negativa en el elemento de agarre por succión está instalado en una cavidad dentro del adaptador 42.

Una vez que el brazo robótico 16 con el elemento de agarre por succión 30c recolecta todas las setas 12c del perfil de tamaño y forma apropiado para la copa de succión 31c, se programa el brazo robótico 16 para cambiar los elementos de agarre por succión con el fin de recolectar setas de un perfil de tamaño y forma diferente. Con referencia específica a la figura 2B, el brazo robótico 16 puede mover el elemento de agarre por succión 30c a un bastidor 35 configurado para almacenar cuatro elementos de agarre por succión 30a, 30b, 30c, 30d dentro de la envolvente de trabajo del brazo robótico 16. En el bastidor 35, el brazo robótico 16 puede liberar el elemento de agarre por succión 30c. Cuando los imanes de adaptador 43 (o los imanes de elemento de agarre 34, o ambos) son electroimanes, invertir temporalmente la polaridad en los imanes de adaptador 43 (o los imanes de elemento de agarre 34) libera el elemento de agarre por succión 30c para ocupar la posición 36 en el bastidor 35. Entonces, el brazo robótico 16 puede recoger uno de los otros elementos de agarre por succión 30a, 30b, 30d colocando la herramienta de extremo de brazo 41 sobre el elemento de agarre por succión deseado y cambiando de nuevo la polaridad en los imanes. Cuando los imanes de adaptador 43 y los imanes de elemento de agarre 34 son imanes permanentes, el bastidor 35 puede configurarse para recibir y retener el elemento de agarre por succión 30c de tal manera (por ejemplo con una placa ranurada) que una vez que el elemento de agarre por succión 30c se recibe y se retiene en el bastidor 35, un movimiento hacia arriba del brazo robótico 16 con fuerza suficiente rompería la atracción magnética y entonces el brazo robótico 16 estaría libre para recoger uno de los otros elementos de agarre por succión 30a, 30b, 30d.

Todos los elementos de agarre por succión 30a, 30b, 30c, 30d son del mismo diseño excepto por el tamaño del elemento de agarre y las copas de succión. La figura 3A, la figura 3B, la figura 3C y la figura 3D representan las mismas vistas laterales a escala de un elementos de agarre por succión 30a, 30b, 30c y 30d que comprenden las

5 copas de succión 31a, 31b, 31c y 31d, respectivamente, que recolectan las setas 12a, 12b, 12c y 12d, respectivamente. La seta 12a tiene un diámetro de sombrero mayor en un intervalo de aproximadamente 20-30 mm, la seta 12b tiene un diámetro de sombrero mayor en un intervalo de aproximadamente 30-40 mm, la seta 12c tiene un diámetro de sombrero mayor en un intervalo de aproximadamente 40-50 mm, y la seta 12d tiene un diámetro de sombrero mayor en un intervalo de aproximadamente 50-60 mm.

10 En la figura 4A, la figura 4B, la figura 4C y la figura 4D se muestran más detalles de los elementos de agarre por succión con referencia específica al elemento de agarre por succión 30a. El elemento de agarre por succión 30a comprende un cuerpo de elemento de agarre 37 y una copa de succión 31a montada en un extremo distal en el cuerpo de elemento de agarre 37 por medio de un collar de fijación 32, sujetándose dos mitades del collar de fijación 32 entre sí con dos pernos 33. El elemento de agarre por succión 30a comprende además cuatro imanes de elemento de agarre 34 dispuestos alrededor de un extremo proximal del cuerpo de elemento de agarre 37, estando los cuatro imanes 34 configurados para interactuar con cuatro imanes del adaptador en la herramienta de extremo de brazo robótico con el fin de sujetar el elemento de agarre por succión 30a al brazo robótico. Pueden usarse más o menos de cuatro imanes siempre que haya suficiente fuerza magnética para sostener el elemento de agarre por succión 30a al brazo robótico a través de operaciones de recolección. El elemento de agarre por succión 30a comprende además una llave de localizador 49, que está configurada para acoplarse con una ranura de localizador en el adaptador. La llave de localizador 49 y la ranura de localizador ayudan a alinear de manera apropiada el elemento de agarre por succión 30a con el adaptador e impiden que el elemento de agarre por succión 30a se someta a torsión durante las operaciones de recolección. Impedir la torsión ayuda a impedir la separación de los imanes de elemento de agarre 34 de los imanes de adaptador, garantizando de ese modo la sujeción del elemento de agarre por succión 30a al brazo robótico. Los imanes de adaptador pueden ser electroimanes, de modo que la polaridad de los electroimanes puede invertirse para liberar el elemento de agarre por succión del adaptador. Los imanes de adaptador pueden ser imanes permanentes, en cuyo caso puede requerirse una fuerza del brazo robótico o una mediación exterior para separar el elemento de agarre por succión del adaptador. El elemento de agarre por succión 30a comprende además un puerto de vacío 52 en comunicación de fluido con la bomba de vacío del sistema para proporcionar presión de aire negativa a la copa de succión 31a. El puerto de vacío 52 se extiende longitudinalmente a través del elemento de agarre por succión 30a a lo largo del eje longitudinal Z y tiene aproximadamente 6,35 mm de diámetro en el extremo proximal del cuerpo de elemento de agarre 37. El elemento de agarre por succión 30a tiene una longitud L, que tiene aproximadamente 47,4 mm de largo desde el extremo proximal del cuerpo de elemento de agarre 37 hasta una base 39 de la copa de succión 31a. La longitud L de las copas de succión 31b, 31c, y 31d de los elementos de agarre por succión de mayor tamaño mostrados en la figura 3B, la figura 3C y la figura 3D son de aproximadamente 47,80 mm, 51,75 mm y 54,10 mm, respectivamente.

35 Con referencia específica a la figura 4C y la figura 4D, la copa de succión 31a es troncocónica recta y la base 39 tiene un diámetro D de aproximadamente 22,56 mm. El diámetro D de las copas de succión 31b, 31c y 31d de los elementos de agarre por succión de mayor tamaño mostrados en la figura 3B, la figura 3C y la figura 3D tienen aproximadamente 32,56 mm, 42,56 mm y 52,48 mm, respectivamente. La pared interior 38 de la copa de succión 31a forma un ángulo de 45° con un eje longitudinal Z que pasa a través del centro de la base 39 y un vértice imaginario del cono. La copa de succión 31a comprende un material similar al caucho que tiene un durómetro de 26 y tiene aproximadamente 1,5 mm de grosor en la base 39, presentando el grosor una sección decreciente mayor al alejarse de la base 39 formando un ángulo de aproximadamente 5,7°. Una abertura 53 en el vértice de la copa de succión 31a troncocónica tiene aproximadamente 5 mm de diámetro y está alineada con el puerto de vacío 52.

45 La figura 5A y la figura 5B representan una realización alternativa que muestra cuatro elementos de agarre por succión 30a, 30b, 30c y 30d montados en un carrusel rotatorio 60, estando el carrusel 60 montado de manera rotatoria en un adaptador de carrusel 65, que a su vez está montado en la herramienta de extremo de brazo 41 del brazo robótico 16. El carrusel 60 comprende cuatro soportes de elemento de agarre 61a, 61b, 61c y 61d que se extienden en perpendicular desde un eje de rotación del carrusel 60, pudiendo rotar el carrusel 60 alrededor del punto de pivote 62. La rotación del carrusel 60 a través de ángulos de 90° sucesivos configura secuencialmente cada uno de los elementos de agarre por succión 30a, 30b, 30c y 30d en una configuración vertical y orientada hacia abajo, de modo que cada uno de los elementos de agarre por succión 30a, 30b, 30c y 30d puede usarse para recolectar setas de la bandeja de setas. El resto de las manipulaciones de la herramienta de extremo de brazo 41 se realizan por el brazo robótico 16, que tiene preferiblemente 6 ejes de movimiento para orientar y manipular de manera apropiada los elementos de agarre por succión 30a, 30b, 30c y 30d. De este modo, puede lograrse la orientación apropiada de los elementos de agarre por succión 30a, 30b, 30c y 30d en las tres dimensiones espaciales.

60 Los elementos de agarre por succión 30a, 30b, 30c y 30d son los mismos que los descritos en relación con las figuras 3A-3D y las figuras 4A-4D. Los soportes de elemento de agarre 61a, 61b, 61c y 61d están diseñados con imanes de manera similar al adaptador descrito en relación con la figura 2A. Los soportes de elemento de agarre funcionan para sostener los elementos de agarre por succión de manera similar tal como se describió anteriormente en relación con la figura 2A. El carrusel 60 proporciona la ventaja añadida de que los elementos de agarre por succión 30a, 30b, 30c y 30d pueden montarse una vez sin necesidad de desmontar y volver a montar los elementos de agarre por succión cuando va a recolectarse una categoría de tamaño diferente de setas.

*Bibliografía:* El contenido en su totalidad de cada uno de ellos se incorpora en esta referencia.

Janssen JJJ, van Nunen JJH, Giebels MMJL. (1995) Device for the Automatic Selective Harvesting of Mushroom. Patente estadounidense US 5.471.827 expedida el 5 de diciembre de 1995.

5 Rapila T, Kantola J, Rapila T. (2011) Patente estadounidense US 8.033.087 expedida el 11 de octubre de 2011.

Russell TA, Wheeler GC. (1993) Mushroom Harvesting. Patente estadounidense US 5.185.989 expedida el 16 de febrero de 1993.

10 Smits ATMT. (1987) Mechanism to pick cultivated mushrooms. Resumen de la publicación de patente de los Países Bajos NL 8600887 publicada el 2 de noviembre de 1987.

15 Steijvers A, Steijvers J. (1991) Equipment for Selective Harvesting of Mushrooms and Other Related Crops. Publicación de patente internacional WO 91/11902 publicada el 22 de agosto de 1991.

Van Den Top H. (2009) Device and Method for Harvesting Crop and Cropholder. Publicación de patente estadounidense US 2009/0188771 publicada el 30 de julio de 2008.

20 Wheeler GC. (1991) Harvesting of Delicate Produce. Patente estadounidense US 5.058.368 expedida el 22 de octubre de 1991.

25 Las características novedosas resultarán evidentes para los expertos en la técnica tras el examen de la descripción. Ha de entenderse, sin embargo, que el alcance de las reivindicaciones no debe limitarse por las realizaciones, sino que debe darse la interpretación más amplia que sea compatible con la redacción de las reivindicaciones y la memoria descriptiva en su totalidad.

**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo (3) para recolectar setas (12) de una cama de cultivo de setas, que comprende:
  - 5 un brazo robótico (16) configurado para desplegar de manera intercambiable uno de una pluralidad de diferentes elementos de agarre por succión (30), comprendiendo cada uno de los elementos de agarre por succión (30) una copa de succión (31) que tiene un perfil de tamaño y forma apropiado para agarrar un sombrero de una seta (12), teniendo el sombrero un perfil de tamaño y forma dentro de un intervalo predeterminado, estando configurado el brazo robótico (16) para colocar el elemento de agarre por succión (30) sobre una seta (12) que va a recolectarse,
  - 10 una fuente de vacío (22) en comunicación de fluido con el elemento de agarre por succión (30) para suministrar presión de aire negativa al elemento de agarre por succión (30) para retener un sombrero de la seta (12) que va a recolectarse en la copa de succión (31), y
  - 15 un circuito de control en comunicación electrónica con el elemento de agarre por succión (30) y la fuente de vacío (22), estando configurado el circuito de control (20) para ajustar automáticamente la presión de aire negativa en el elemento de agarre por succión (30) en respuesta a requisitos de recolección durante un proceso de recolección de setas.
2. El dispositivo (3) según la reivindicación 1, en el que la pluralidad de elementos de agarre por succión (30) están montados de manera liberable en el brazo robótico (16), el brazo robótico (16) está configurado para sostener un elemento de agarre por succión (30) cada vez, y el brazo robótico (16) está configurado para liberar automáticamente uno de la pluralidad de elementos de agarre por succión (30) y montar otro de la pluralidad de elementos de agarre por succión (30) en respuesta a requisitos de recolección durante un proceso de recolección de setas.
3. El dispositivo (3) según la reivindicación 2, en el que los elementos de agarre por succión (30) pueden montarse magnéticamente en el brazo robótico (16).
4. El dispositivo según la reivindicación 1, en el que la pluralidad de elementos de agarre por succión (30) están montados en un carrusel rotatorio, y el carrusel (60) está montado de manera rotatoria en el brazo robótico (16).
5. El dispositivo (3) según la reivindicación 4, en el que los elementos de agarre por succión (30) están montados de manera liberable en el carrusel (60).
6. El dispositivo (3) según la reivindicación 4 o 5, en el que los elementos de agarre por succión (30) pueden montarse magnéticamente en el carrusel (60).
7. El dispositivo (3) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el circuito de control (20) está montado en un adaptador (42), el adaptador está montado en el brazo robótico (16), estando configurado el adaptador (42) para montar la pluralidad de diferentes elementos de agarre por succión (30) en el brazo robótico (16).
8. El dispositivo (3) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el circuito de control (20) está configurado para la comunicación electrónica con un aparato de control, estando configurado el aparato de control para hacer funcionar un sistema de recolección de setas (2) que incluye el dispositivo (3).
9. El dispositivo (3) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la presión de aire en el elemento de agarre por succión (30) puede controlarse activamente para reducir el daño al sombrero de la seta durante la recolección.
10. El dispositivo (3) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la fuente de vacío (22) comprende un generador de vacío Venturi.
11. Un sistema (2) para recolectar setas (12) de una cama de cultivo de setas, que comprende: un dispositivo de recolección de setas (3) según se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 configurado para recolectar setas (12) de la cama de cultivo; una o más cámaras para localizar setas (12) en la cama de cultivo; y, un aparato de control unido operativamente a la una o más cámaras y al dispositivo de recolección de setas (3), estando configurado el aparato de control para hacer funcionar el dispositivo de recolección de setas (3) para recolectar setas (12) localizadas por la una o más cámaras de la cama de cultivo.
12. El sistema (2) según la reivindicación 11, que comprende además un aparato de limpieza para limpiar automáticamente la pluralidad de elementos de agarre por succión (30) del dispositivo de recolección de

setas (3).

- 5 13. Un método de recolección de setas (12) de una cama de cultivo de setas, que comprende: disponer un dispositivo (3) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 sobre una seta (12) en la cama de cultivo; determinar cuál de la pluralidad de diferentes elementos de agarre por succión (30) usar para recolectar la seta (12); desplegar el elemento de agarre por succión (30) determinado sobre la seta (12); y, suministrar presión de aire negativa al elemento de agarre por succión (30) para retener un sombrero de la seta (12) en la copa de succión (31) del elemento de agarre por succión (30) determinado.
- 10 14. El método según la reivindicación 13, en el que la presión de aire negativa se ajusta activamente durante la recolección de la seta (12) para reducir el daño al sombrero de la seta (12) a la vez que se proporciona fuerza de agarre suficiente para recolectar la seta (12) de la cama de cultivo.
- 15 15. El método según la reivindicación 13 o 14, en el que la presión de aire negativa es menor que la presión atmosférica en una cantidad en un intervalo de 9999,18 Pa - 33997,20 Pa (75-255 mmHg).

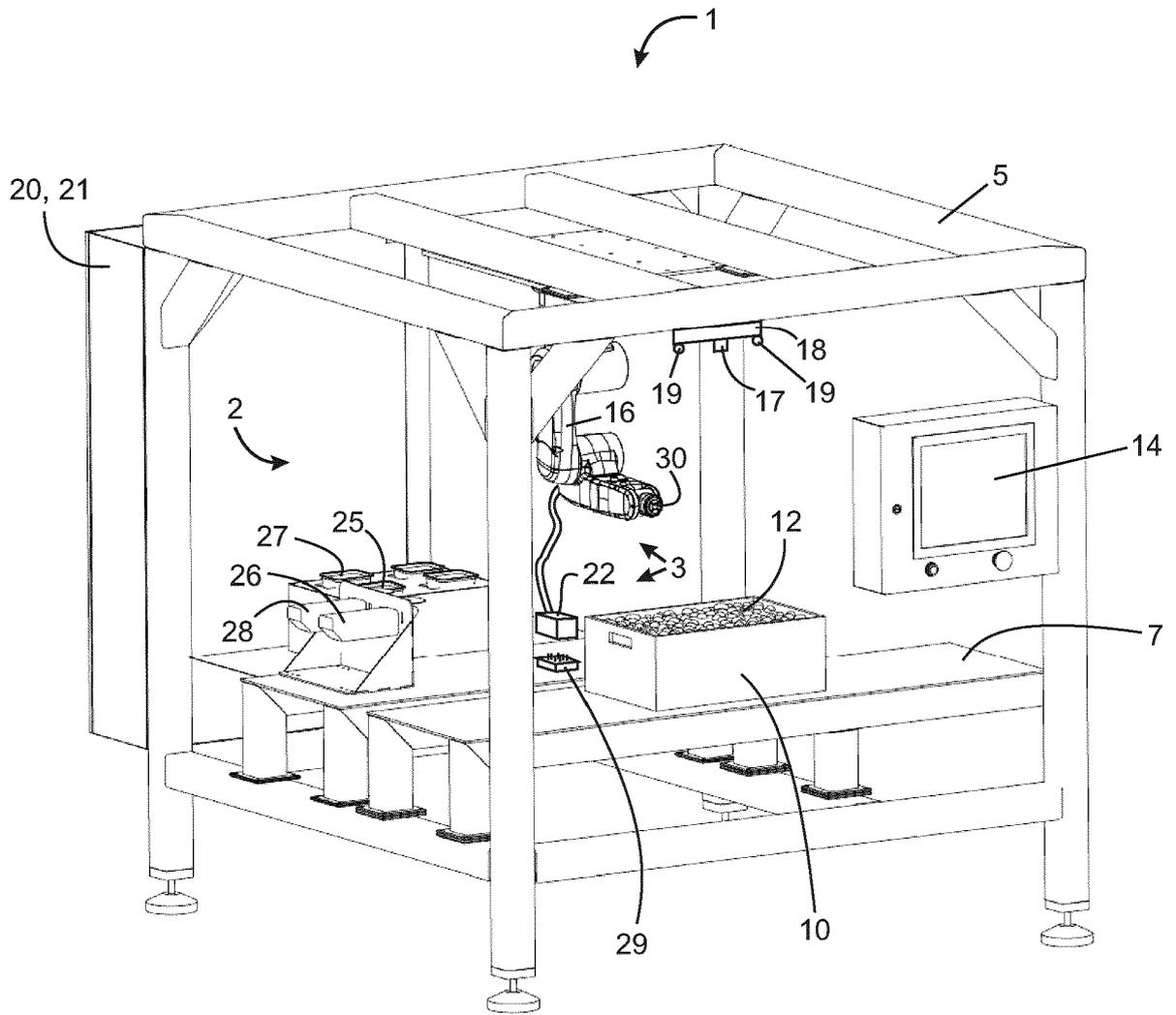


Fig. 1

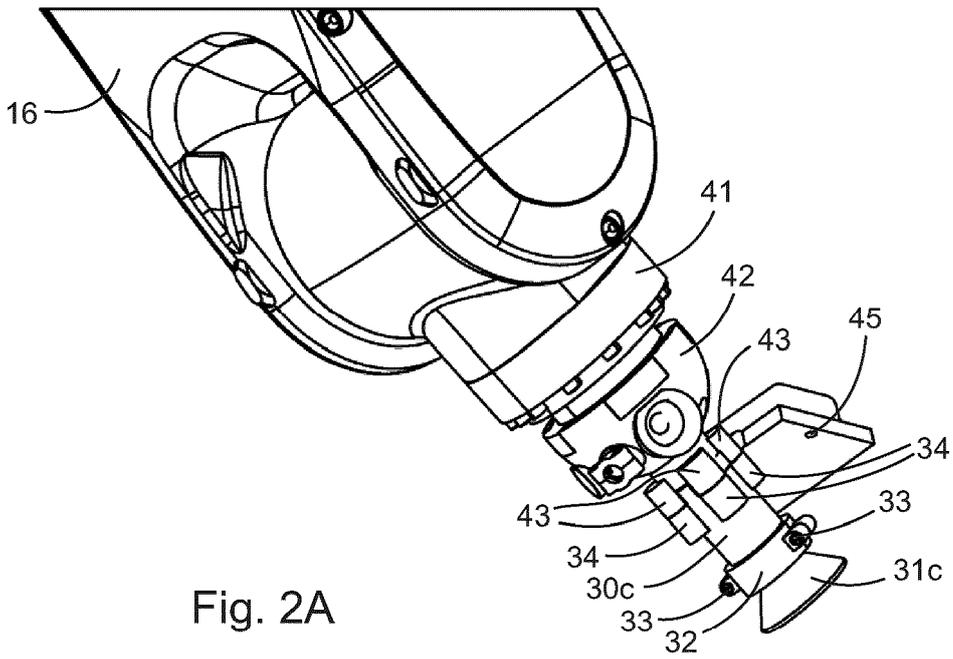


Fig. 2A

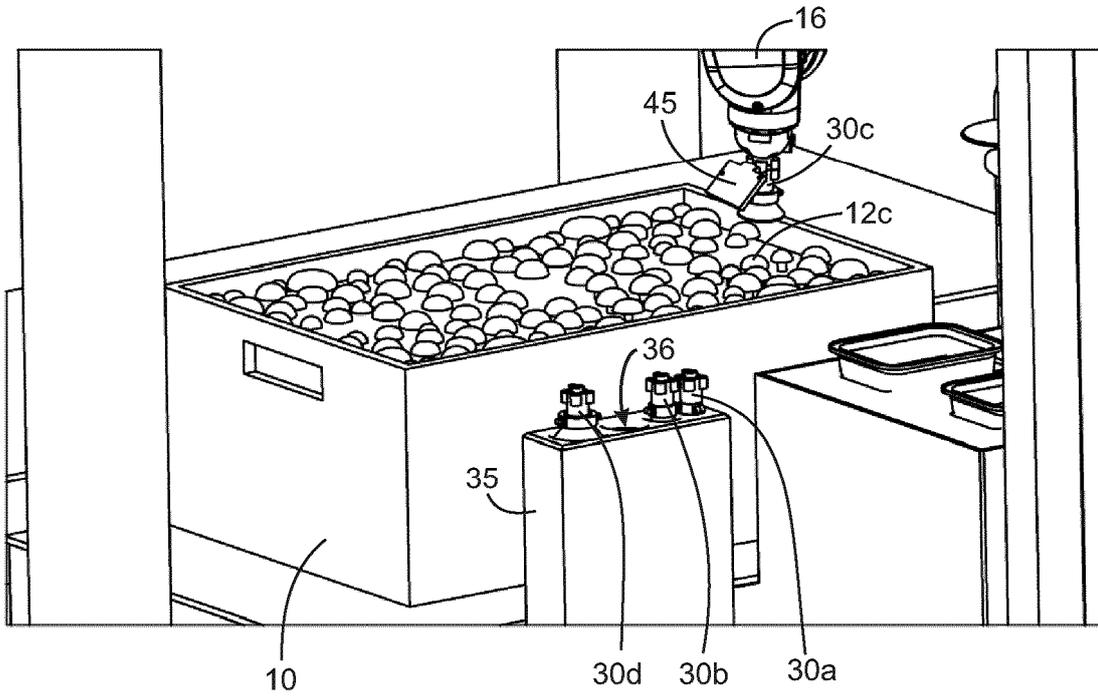


Fig. 2B

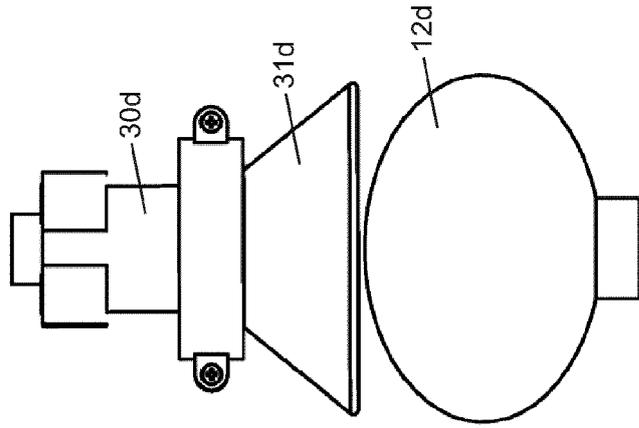


Fig. 3D

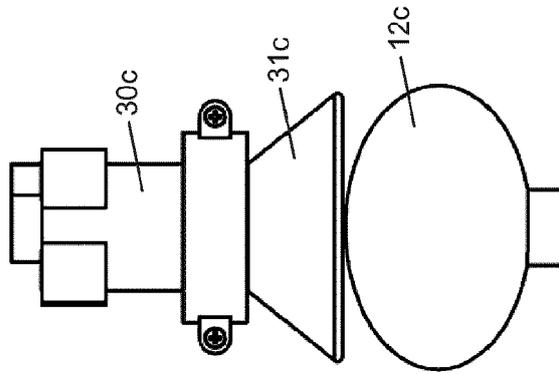


Fig. 3C

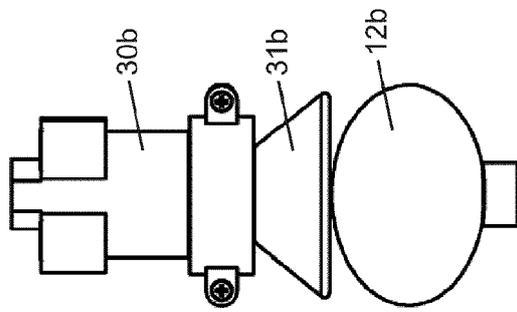


Fig. 3B

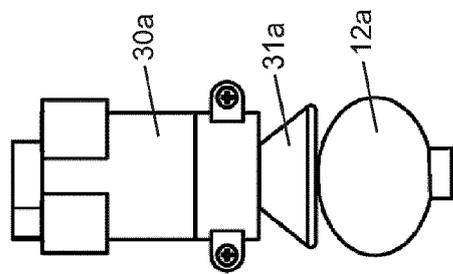


Fig. 3A

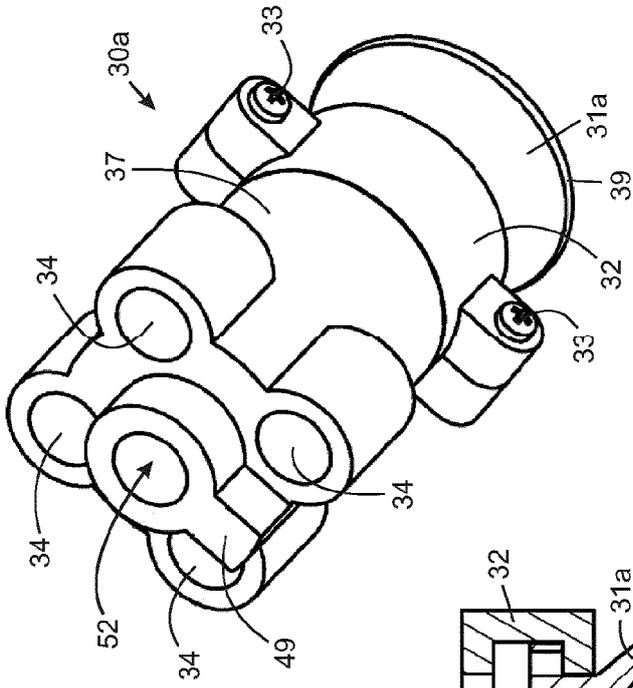


Fig. 4A

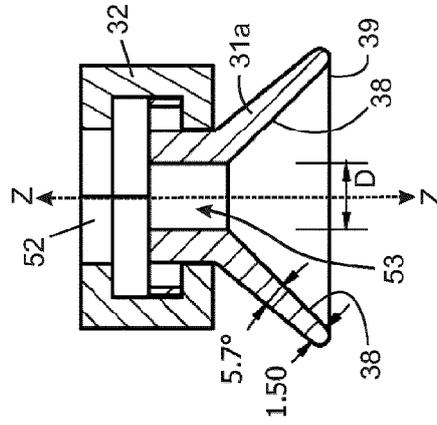


Fig. 4B

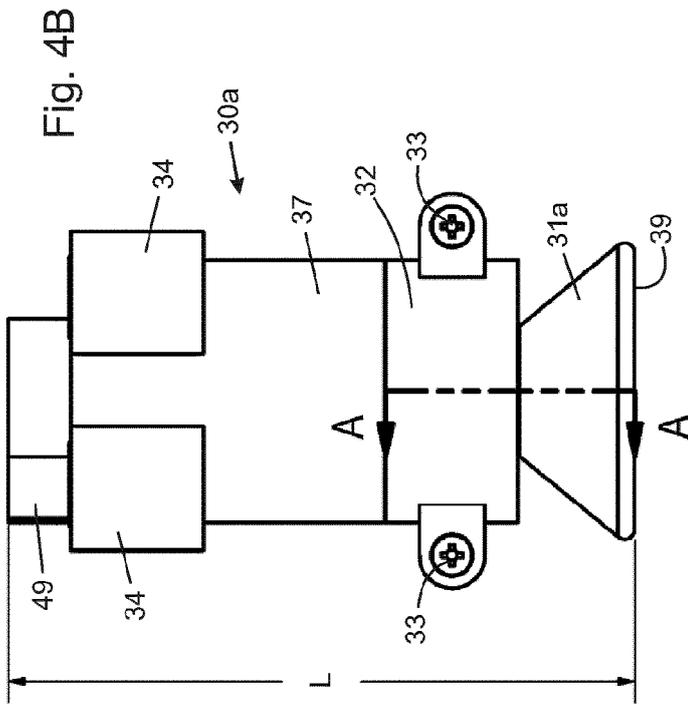


Fig. 4C

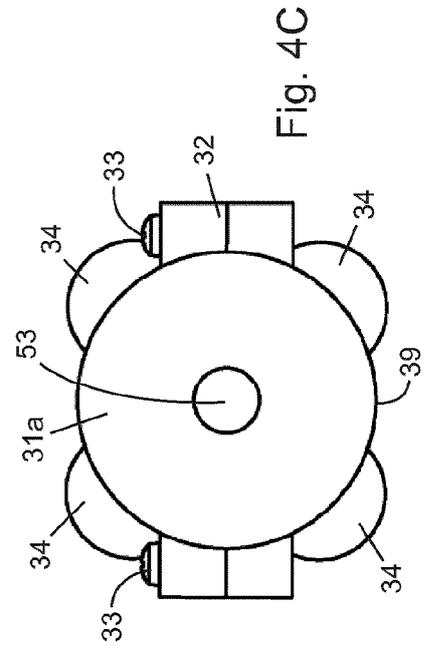


Fig. 4D

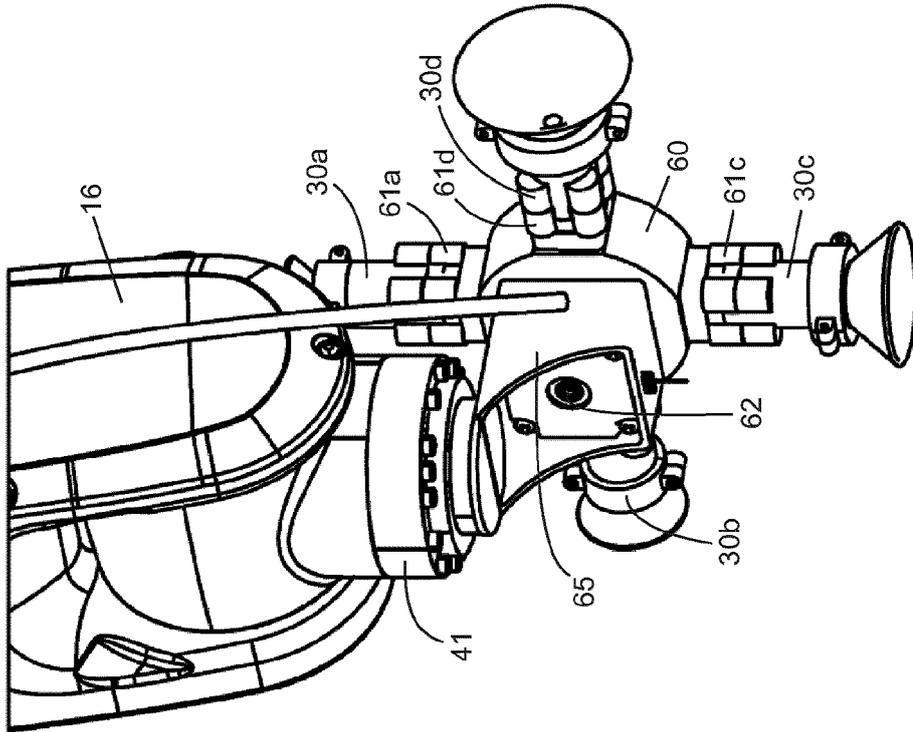


Fig. 5B

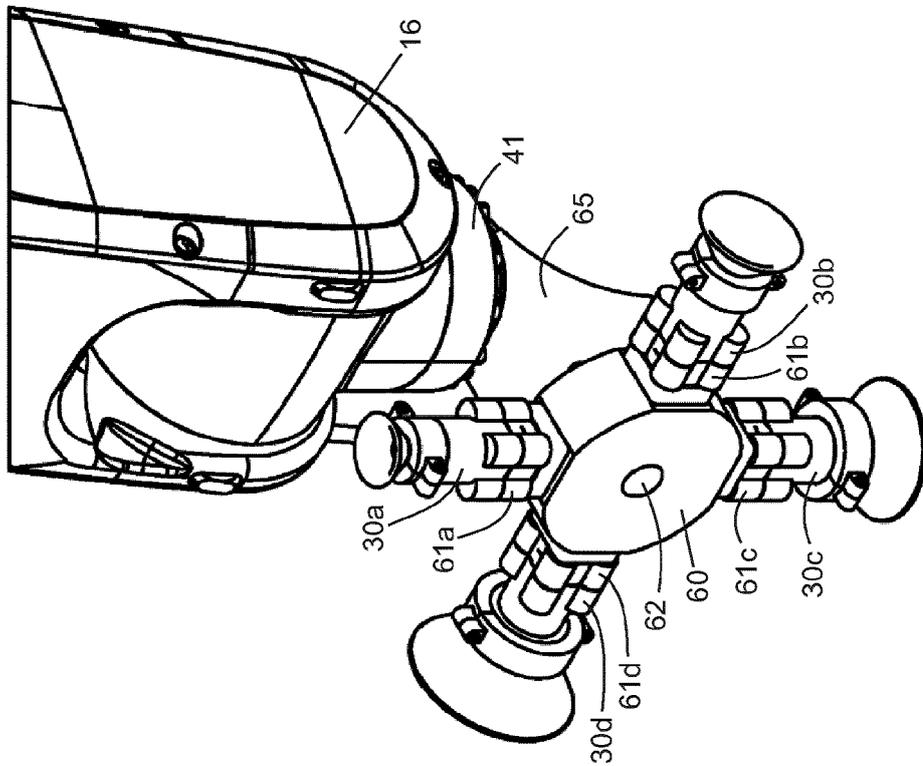


Fig. 5A