

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 940 833**

21 Número de solicitud: 202131053

51 Int. Cl.:

A01D 46/253 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

11.11.2021

43 Fecha de publicación de la solicitud:

11.05.2023

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

11.09.2024

Fecha de concesión:

24.10.2024

45 Fecha de publicación de la concesión:

31.10.2024

73 Titular/es:

**RIESGO IGLESIAS, Luis Manuel (100.0%)
C/ La Lila, 27 - Piso 7º A
33002 OVIEDO (Asturias) ES**

72 Inventor/es:

**MENÉNDEZ DÍAZ, Agustín;
GARCÍA CORTÉS, Silverio;
RIESGO IGLESIAS, Luis Manuel y
RIESGO FERNÁNDEZ, Pedro**

74 Agente/Representante:

FANJUL ALEMANY, José

54 Título: **EQUIPO Y PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS, MEDIDAS Y REGISTROS DE PARÁMETROS FOTOGRAMÉTRICOS, FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL GRADO DE MADUREZ DE UNA FRUTA**

57 Resumen:

El equipo y procedimiento de toma de muestras, medidas y registros de parámetros fotogramétricos, físicos y químicos del grado de madurez de una fruta del presente invento, comprende un brazo de captura tubular en conexión con un dispositivo de análisis de muestras, un soporte sobre el que se sitúa un dron de carga y donde se asegura un dispositivo de análisis de muestras, el cual a su vez comprende un sistema de bloqueo, un sistema de corte, un sistema de extracción, un sistema de bombeo, un sistema de sensores físico-químicos y un sistema del cono de filtrado. De modo que, por medio de un procedimiento asociado, el equipo de la invención obtiene todos los parámetros indicados anteriormente directamente de la fruta ubicada en el árbol sin recolectar.

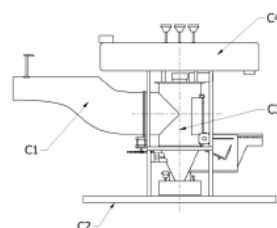


Fig.1A

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

DESCRIPCIÓN

EQUIPO Y PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS, MEDIDAS Y REGISTROS DE PARÁMETROS FOTOGAMÉTRICOS, FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL GRADO DE MADUREZ DE UNA FRUTA

5

OBJETO DEL INVENTO

La presente invención se refiere a un equipo formado por un dispositivo electromecánico de toma de muestras y medidas situado sobre un dron de carga, que permite registrar la información relevante del estado de maduración de un fruto
10 de forma semi-automática y sucesiva. El dispositivo toma las muestras de los frutos del árbol, orientando las mismas con su pedúnculo hacia la parte superior y procediendo a su sección por un plano meridional. Sobre la muestra inicial y sobre la muestra seccionada, se realizan una serie de registros fotogramétricos para definir con precisión la geometría de la cubeta peduncular y de la cubeta ocular del fruto,
15 así como la realización de test químicos (PH, grado de acidez y grado de azúcar), y test físicos (temperatura y dureza).

La invención resulta de aplicación en aquellos sectores implicados en el análisis y muestreo automático en explotaciones frutícolas, control fotogramétrico, instrumentación y sistemas de control químico y medio ambiental. La aplicación se
20 ha desarrollado de forma específica para explotaciones de manzana ligados al sector de producción de sidra tradicional asturiana, pero su ámbito de aplicación se extiende a todo tipo de frutos cuasi-esféricos de consistencia y morfología similar al de una manzana que no tengan hueso duro.

El fin último es establecer una herramienta de muestreo sistemático y semi-
25 automático que permita realizar un análisis individual del grado de maduración de los frutos de cada árbol en una explotación frutícola. El sistema desarrollado para tal fin facilita la toma de las muestras en altura de una forma rápida y efectiva, especialmente en aquellas explotaciones de gran tamaño, o que se desarrollen en terrenos abruptos que no tengan fácil acceso usando maquinaria agrícola
30 convencional.

ESTADO DE LA TÉCNICA

En el desarrollo de las explotaciones frutícolas, las labores de mecanización se han introducido en todo el proceso productivo, desde el registro de las condiciones meteorológicas, el control fitosanitario y de plagas, la calidad del suelo, el riego, el

5 abono, la fertilización de las explotaciones, así como en la propia recolección y procesamiento posterior de los frutos. Ejemplos de robots especializados en este sentido pueden encontrarse en <https://www.futurefarming.com>. Dentro de este ámbito pueden destacarse, tratamientos fitosanitarios en cultivos desarrollado en el proyecto *RHEA* (Pérez-Ruiz et al, 2015) en la Universidad de Florencia, donde se

10 incorpora el uso de sensores, la robótica especializada. A modo de ejemplo se desarrollan dispositivos electromecánicos agrícolas como Oktopus (Nobili Inc.) con un tanque y un ventilador centrífugo, que automatizan las labores de fumigación.

En las labores previas a la recolección, el muestro de frutos y la estimación del punto óptimo de maduración constituyen un elemento básico, que condiciona notablemente

15 la viabilidad de las explotaciones. La introducción de sistemas aeronaves no tripuladas o la mejora de la mecanización, ha tenido una notable importancia. Se pueden automatizar muchas estas labores que antes se realizaban de forma manual, sobre todo en explotaciones de notable extensión y de difícil acceso (<https://www.futurefarming.com/tech-in-focus/drone-harvesting-yes-you-can/>).

20 Los drones son vehículos no tripulados con capacidad de vuelo estacionario y omnidireccional, han venido aplicándose a labores de muestreo de las masas arbóreas, así como en tratamientos con pesticidas. También han sido utilizado como método de recolección de la producción agrícola. En muchos casos se usan aeronaves no tripuladas como drones de carga, sobre los que se disponen distintos

25 dispositivos ópticos (cámara fotogramétricos, sensores multiespectrales, de infrarrojos, scanner 3d, Lidar, etc). Como ejemplo puede citarse el conocido en el sector como “*Agroday drone*” un sistema innovador usando drones para usos agrícolas, y que optimiza todo el proceso de aplicación de fertilizantes. Desarrollado por Astrakhans University’s en su centro Advanced Technologies in Electronics and

30 Robotics Center. El dispositivo no recolecta la fruta sino que se interviene directamente sobre los árboles y plantas para facilitar su crecimiento. Básicamente hacen registros fotográficos con luz natural, con infrarrojos, o multiespectrales de la superficie exterior de los frutos, pero no recolectan muestras ni realizan cortes al fruto para analizar su interior.

Respecto al grado de maduración del fruto, está determinado por la morfología del fruto y por su grado de crecimiento. Estas propiedades del fruto se definen a partir de sus características superficiales (dimensiones, forma, color y textura), así como a la morfología de sus elementos como son su cubeta peduncular, su cubeta ocular, el corazón y la ubicación de las semillas dentro del fruto. Otra serie de parámetros como la dureza de la pulpa y de la piel, el contenido en azúcares, el grado de acidez y el PH, son valores determinantes para definir el grado de maduración de los frutos. Para ello existen especificaciones muy precisas dentro de cada tipo de fruto (a modo de ejemplo los parámetros establecidos por el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario del Principado de Asturias, también conocido por las siglas SERIDA ()) (<http://www.serida.org/pdfs/4071.pdf>). En este trabajo están claramente definidos las características morfológicas de los frutos a partir de la cubeta peduncular y de la cubeta ocular, para el caso de las manzanas, y define claramente los niveles de PH, de acidez o de azúcares que tiene cada una de las variedades de manzanos autóctonos de Asturias.

Otros organismos como el Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida Sidra de Asturias (<https://sidradeasturias.es/normativa-general/>), establece claramente las 71 variedades de manzana susceptibles de ser consideradas aptas para la elaboración de sidra con Denominación de Origen. Para asegurar que solo se usen estas variedades, establece un meticuloso control del proceso productivo, desde la producción de la manzana seleccionada con identificación geográfica, los tratamientos fitosanitarios, la recogida en las plantaciones, la elaboración, y el embotellado en los lagares (<https://sidradeasturias.es/wp-content/uploads/2020/07/pliego-dop-sidra-de-asturias.pdf>).

Este tipo de especificaciones muy claramente establecidas para la manzana pueden extenderse con sus características específicas, a otro tipo de frutas: naranjas, limones, limas, ciruelas, kiwis, higos, etc. tales como las establecidas por el Consejo Regulador de la I.G.P CÍTRICOS VALENCIANOS Identificación Geográfica Protegida (IGP) (<https://www.citricosvalencianos.com/>).

Las técnicas de muestreo y clasificación, no usan solamente imágenes convencionales sino también emplean sensores físicos y químicos (humedad, temperatura, calidad de aire, etc.). *AirRobot GmbH & Co. KG* (www.airrobot.com) ha desarrollado drones de carga con sensores de alta precisión. En todo caso los análisis se basan en técnicas fotogramétricas con sensores de video en color de luz

diurna, sensores de video en blanco y negro, fotografías digitales de alta resolución, o cámaras de imagen térmica por infrarrojos. No disponen de dispositivos específicos para hacer análisis de azúcares o de dureza, ya que no han incorporado diseños que permitan capturar la fruta y analizarla en detalle seccionándola en el
 5 dispositivo mecánico acoplado al dron.

El trabajo desarrollado por la empresa israelí *Tevel* han patentado y desarrollado el sistema *Tevel Drone Fruit Picker* (<https://www.dronesinsite.com/drone-news/tevel-drone-fruit-pickers/>). Su desarrollo está centrado en la recolección automática de la producción final. Desarrollan distintos dispositivos para capturar la fruta, pero en
 10 ningún momento cortan o seccionan el fruto, ni realizan análisis químicos sobre el mismo. En la patente (*Tevel Aerobotics Technologies Ltd 2018*) reclama un vehículo autónomo no tripulado para el cosechado y la selección (dilución) para el cosechado. Implementa una barra vertical acoplada al dron, con una pinza en su extremo que tiene un sensor de presión en sus garras y también una cámara en su final. Para las
 15 labores de selección, al final del brazo se puede acoplar una sierra de corte circular. En algunas aplicaciones el brazo es articulado.

Otra patente con distinto nombre US2019/0166765 A1 (*Tevel Aerobotics Technologies Ltd 2019*) pero prácticamente mismo contenido que (*Tevel Aerobotics Technologies Ltd 2018*). *Tevel Aerobotics Technologies Ltd. 2018. Device, system*
 20 *and method for harvesting and diluting using aerial drones, for orchards, plantations and green houses, issued August 17, 2018.*

El sistema dispone de un aparato fotogramétrico para identificar el fruto en el árbol, y aunque va montado sobre un dron, este se une mediante un cable de alimentación a una unidad robotizada en tierra, donde deposita y cuantifica la fruta recolectada. Por
 25 este motivo no es un sistema adecuado para el muestreo de grandes extensiones de plantación, donde se tenga que acceder a zonas con terrenos desnivelados, y de difícil acceso.

La patente US20170094909A1 - Method and Apparatus for Harvesting Produce - Google Patents (no date). Available at:
 30 <https://patents.google.com/patent/US20170094909A1/en> (Accessed: 28 May 2021), se centra más en la caracterización espacial del muestreo sobre el árbol. No secciona ni analiza en detalle el estado de maduración de los frutos.

La patente US4109314A - Automatic fruit analyzer - Google Patents (no date). Available at: <https://patents.google.com/patent/US4109314A/en> (Accessed: 28 May 2021), está centrado en diseñar un aparato para analizar el jugo de los frutos, pero no indica cómo se captura en la explotación dichos frutos.

- 5 La patente WO2018033922A1 desarrolla un método de recolección - Device, system and method for harvesting and diluting using aerial drones, for orchards, plantations and green houses - Google Patents (no date). Available at: <https://patents.google.com/patent/WO2018033922A1/en> (Accessed: 28 May 2021). En esta patente se da más importancia a la geolocalización de un dron o varios
10 drones sobre el árbol o dentro de un invernadero para proceder al muestreo.

En la patente US 10555460 B2 (Amrita Vishwa Vidyapeetham et. al. 2016) un dron está equipado con un brazo con una cámara en su extremo que recopila información y dispone de un mecanismo de corte que produce la caída del fruto al suelo para su recogida. En todo caso sobre la misma no se realizan ensayos de muestreo físico-
15 químicos. Se usa fundamentalmente para recolección, no como muestreo.

La patente US2016/0307448 A1 (Bee Robotics Corp. 2016) reclama un dron híbrido (multicóptero-dirigible) para labores agrícolas en general que requieren gran capacidad de carga para la dispersión de fertilizante y la realización de tratamientos fitosanitarios.

- 20 La patente US 2017/0094909 describe un dron para la recolección y comprende un medio de corte usando una motosierra y una cámara de visualización y control de las maniobras necesarias.

La patente US No. 748850 (Automatic fruit analyzer 1976) se refiere a un analizador automático de fruta en cuanto a su calidad y estado. Se trata de un instrumento de
25 laboratorio capaz de medir PH, peso, y algún otro parámetro.

En el mismo campo del análisis agrícola existe la patente (Miresmailli 2019) se refiere a un dispositivo de control y comunicación para sensores (sin especificar) de tipo fisiológico, químico y de análisis de superficie. Está concebido como un dispositivo de mano o montado en plataforma móvil (sin especificar) para el análisis
30 de la salud de cosechas. Miresmailli. 2019. Multi - sensor platform for crophealth monitoring, issued 2019.

La patente (Fabio Augusto Coella 2019) se refiere a un sistema desde dron para el sangrado de árboles productores de látex. Tiene un brazo estimulador de la secreción y trazador de surcos. Fabio Augusto Coella. 2019. Sistema e processo para automatização da extração de látex por meio de veículos não tripulados e seu uso na heveicultura de precisão para produção de borracha natural, issued 2019.

Un compendio de métodos para la cuantificación a distancia en tiempo real de rasgos de cítricos en huertos o plantaciones puede consultarse en (Ali and Imran 2021). Dichos rasgos son medidos mediante sensores alojados en dispositivos móviles terrestres, habitualmente instalados en brazos articulados. Ali, Ansar, and Muhammad Imran. 2021. "Remotely Sensed Real-Time Quantification of Biophysical and Biochemical Traits of Citrus (Citrus Sinensis L.) Fruit Orchards – A Review." Scientia Horticulturae. Vol. 282. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110024>.

Trabajos similares pueden encontrarse en Bee Robotics Corp. 2016. Hybrid Airship-drone farm robot system for crop dusting, planting fertilizing and other field jobs, issued 2016. y en Google Patent. 2019. System and method for mapping and building database for harvesting-dilution tasks using aerial drones - Google Patents, issued 2019. <https://patents.google.com/patent/US20190166765A1/en>. Están más centrado en labores de fumigación y en el diseño de bases de datos para facilitar la maniobrabilidad de los drones de carga.

Por todo ello, y a tenor de lo anteriormente expuesto, el equipo y el procedimiento de toma de muestras de la presente invención resuelve de forma totalmente diferente a los registros señalados, la toma de muestras, medidas y registros de una fruta recolectada en el árbol en función de los parámetros fotogramétricos, físicos y químicos que indican el grado de madurez de una fruta.

Para ello, el equipo de la presente invención comprende una estructura formada por un brazo de captura tubular, un soporte, un dron de carga, un dispositivo de análisis de muestras y un dron de carga; donde además los mecanismos electromecánicos del dispositivo de análisis de muestras está constituido por al menos un sistema de bloqueo, un sistema de corte, un sistema de extracción, un sistema de bombeo, un sistema de sensores físico-químicos y un sistema del cono de filtrado. De modo que por medio de un procedimiento el equipo de la invención obtiene todos parámetros

indicados anteriormente de forma diferente y mejorada a lo conocido hasta la fecha en este sector.

A continuación, se realiza una detallada descripción del invento que completa estas ideas generales introducidas en este punto.

5 DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un equipo que comprende un dispositivo electromecánico para la toma de muestras y el análisis de los frutos de un árbol, para determinar su grado de maduración; el cual va montado sobre un dron de carga, que permite el acceso a la explotación agraria donde se van a recolectar los frutos. En concreto el equipo de la invención está formado por los siguientes componentes:

- Un brazo de captura tubular con forma de canal semi-cerrado provisto de una chuchilla que desprende el fruto del árbol, y lo canaliza su hacia el interior del sistema de análisis y muestreo.
- 15 - Un soporte que permite unir el brazo de captura tubular, un dispositivo de análisis de muestras y un dron de cargas.
- Un dispositivo de análisis de muestras que se compone de un cuerpo cilindro-cónico que sirve de soporte para una cámara que va a realizar el registro fotogramétrico así como de todos los dispositivos electro-mecánicos que permiten orientar, seccionar y analizar el fruto, mediante un sistemas de bloqueo, un sistema de corte , un sistema de extracción y un sistema de bombeo. Este dispositivo de medida dispone de un sistema de cono de filtrado donde se coloca el fruto y que permite mediante flotación, orientar la fruta con su pedúnculo hacia arriba. Dispone de una cuchilla que secciona el fruto, procediendo con la cámara fotográfica y un sistema de sensores físico-químicos a la toma de muestras. Las muestras obtenidas de cada fruto corresponden a: imágenes fotogramétricas de la fruta en posición cenital y seccionada meridionalmente, valores de temperatura, dureza, PH, grado de acidez, y contenido en azúcares. Por otra parte, el dispositivo de análisis de muestras cuenta con un mecanismo de expulsión de la muestra, que de forma automática expulsa el fruto del cuerpo interior del dispositivo de análisis de muestras y lo pone en condiciones de analizar otro fruto.
- 20
- 25
- 30

- Un dron de carga (con capacidad de vuelo estacionario y omnidireccional que permite ubicar, mediante maniobras de pilotaje convencional, el fruto sobre un brazo de captura tubular, para su correcta recolección y muestreo.

En una realización preferida, el dron de carga ha de ser de chasis cerrado para recolectar el fruto sin que las ramas del árbol interfieran con unas hélices del dron de carga. El sistema de muestreo ha de ser manejado desde el dron usando unos sensores GPS y la cámara frontal del mismo, pero una vez capturada la fruta dentro de dispositivo de análisis de muestras, el registro fotográfico y tratamiento de las muestras será automático. El dron de carga en una realización preferida, ha de disponer de antenas GPS y de un sensor de altura, para determinar las coordenadas georreferenciadas del árbol y la altura a la que se encuentre el fruto a estudiar. La toma de la misma se realiza mediante maniobras de pilotaje convencional del dron de carga, forzando que la chuchilla del brazo de captura tubular corte el pedúnculo de la fruta, y esta se deslice por gravedad al interior del dispositivo de análisis de muestras.

El dispositivo de análisis de muestras tiene una parte superior cilíndrica y una parte inferior cónica donde se aloja la fruta una vez desprendida del árbol. Para evitar que inicialmente dicha fruta pueda salir del dispositivo de análisis, se dispone de una palanca de bloqueo. Esta palanca de bloqueo está bloqueada por un tope a modo de un tetón situado en la parte superior de la chuchilla del sistema de corte. Cuando dicha cuchilla de corte se desplaza al interior del dispositivo de análisis y realiza la sección de la fruta en dos mitades, la palanca de bloqueo queda libre del tetón y puede girar libremente entorno a la articulación de una bisagra. Esto permite que puedan extraerse sucesivamente del interior del dispositivo de análisis de muestras las dos mitades de la fruta muestreadas.

En otra realización preferida, para realizar la orientación de la fruta se emplea un cono de filtrado a modo de decantador, que se asienta interiormente sobre el cono inferior del dispositivo de análisis. Dicho cono de filtrado permite que la fruta no se obture ni quede atrapada. Por la parte inferior del cono de filtrado se introduce agua mediante un sistema de bombeo, de forma que se produce la flotación natural de la fruta que quedará por gravedad en posición vertical, es decir, con el pedúnculo hacia la parte superior y el ojo hacia la parte inferior. Posteriormente, el agua introducida se expulsa y la fruta quedará convenientemente orientada dentro del cono de filtrado. Las aperturas del cono de filtrado impiden que la fruta haga de tapón facilitando la

circulación del agua. Por otra parte, dicho cono de filtrado estará convenientemente graduado con marcas concéntricas circulares espaciadas regularmente. Una vez realizadas las fotos desde la parte cenital del dispositivo de análisis de muestras, por fotogrametría podrá obtenerse fácilmente el tamaño calibrado de la fruta usando
5 dichas marcas graduadas.

La placa de bloqueo está articulada solamente en su extremo superior a modo de bisagra. La chuchilla que secciona la fruta dependiendo de la posición de avance, permite liberar el giro de la articulación de la bisagra. Inicialmente cuando la cuchilla está dentro de la guía y fuera del cuerpo cilíndrico y fuera del cono de decantación,
10 impide que el fruto que se introduce por el brazo de captura tubular, salga por inercia fuera del cono de filtrado del dispositivo de análisis. Posteriormente cuando la cuchilla entra dentro del cuerpo cilíndrico, y del cono de decantación, se libera el giro de la bisagra de la palanca de bloqueo. En este momento, las dos mitades de fruta seccionada quedan en condiciones de ser extraída. Para ello, una vez seccionado el
15 fruto, sus restos son extraídos del dispositivo de análisis de muestras mediante la pinza extractora. Esta pinza realiza su movimiento circular punzonando el fruto (en su totalidad o parcialmente en cada una de sus mitades) y lo extrae girando en sentido contrario. Dispone de una punta que punzona el fruto y que gira solidariamente con la pinza junto con el brazo, usando para ello la articulación de
20 bisagra. Por otra parte, dicha bisagra tiene un parte fija que hace de tope, facilitando el desprendimiento de fruto una vez que el fruto está fuera del dispositivo de análisis de muestras.

El sistema de flotación se compone de un depósito de agua situado en la parte inferior del dispositivo de análisis. Esta unido mediante un tubo interior central que
25 conecta la parte inferior del depósito con el cono de filtrado. En una ejecución preferente se compone de un compresor de aire que inyecta aire a presión en la parte superior del depósito y produce que el agua pase del depósito al cuerpo inferior del cono cilíndrico inferior del dispositivo de análisis, inundando el cono de filtrado. Esto hace que el fruto quede en flotación y sometido a la acción de la
30 gravedad, y el fruto se dispondrá de forma natural con la zona del pedúnculo hacia arriba y la zona del ojo hacia abajo. Mediante la electroválvula situada en la parte superior del depósito, se libera la presión del aire inyectado, con lo que la presión atmosférica hará que el agua retorne lentamente al depósito, dejando apoyada y encajada la fruta en posición vertical dentro del cono de filtrado.

En posición cenital del cuerpo del dispositivo está ajustada una cámara fotográfica digital, con un flash angular tipo led que permite la toma de muestras fotográficas del fruto convenientemente orientado en posición vertical.

5 El cono de filtrado es un elemento con ranuras de forma cónica que permite el paso del agua y facilita el centrado de la fruta evitando que esta haga efecto tapón sobre la superficie cónica del dispositivo. Para ello cuenta con cuatro ranuras verticales cerradas que facilitan dicho proceso, e igualmente cuenta con dos ranuras verticales abiertas enfrentadas que lo secciona por su parte superior, facilitando el espacio suficiente para que la atraviese la cuchilla que secciona la fruta.

10 Por otra parte, el dispositivo de análisis de muestras permite seccionar la fruta y volverla a reflotar para realizar una fotografía del plano de sección meridional del fruto. Los planos meridionales son los formados por los planos que pasen por la línea definida por el centro del ojo y el centro del pedúnculo de un fruto. Esta fotografía del fruto seccionado por su plano meridional tiene marcados de forma
15 precisa la forma y dimensiones de su cubeta peduncular y su cubeta ocular. Para ello el cuerpo de la cuchilla consta de un filo de corte que secciona por completo la fruta en su avance. Dicha cuchilla cuenta con un sistema de accionamiento mediante un motor eléctrico y una polea dentada. Los dientes de dicha polea se ajustan a la tira de orificios calibrados, actuando como un sistema de cremallera que
20 desplaza radialmente la posición de la cuchilla entrando en el cono de filtrado del dispositivo y cortando la fruta. La forma del filo de la cuchilla y su ajuste a través del cono de filtrado, permite un corte limpio manteniendo la fruta acuñada sobre la superficie cónica interior del cono de filtrado, evitando que la fruta se deslice o cambie de posición.

25 El dispositivo de análisis físico-químico se compone de una guía móvil en forma de cremallera para cuatro sondas que se mueven en paralelo hasta contactar con la fruta seccionada a través de cuatro tubos que conectan con la parte interior del cuerpo del dispositivo y que también atraviesan el cono de filtrado. Por cada uno de estos conductos se colocan los siguientes sensores: un sensor de pH y de
30 temperatura, un penetrómetro formado por un dinamómetro que punzona la fruta y permite determinar su grado de dureza, un sensor de azúcar para medir los grados brix, y un sensor de acidez para medir el porcentaje de ácido málico. El movimiento de dicho dispositivo de análisis físico-químico se realiza a partir de un motor eléctrico y de un sistema de cremallera convencional. A partir de las fotografías, y de los

datos físico-químicos de los sensores citados puede determinarse el estado de maduración del fruto.

En una realización preferida, el dispositivo de análisis de muestras es un sistema semi-automático pilotado a través de los controles del dron de carga, por lo tanto, podrán repetirse o descartarse alguno de los pasos, en función de la metodología adoptada por el técnico para la toma de las muestras.

En otra realización preferente, se añade al agua del depósito una disolución química que actúa como marcador del grado de azúcares en la fruta. De esta forma las fotografías registradas de la sección meridional del fruto, muestran el corte del fruto teñido por dicho marcador, estableciendo un indicador cualitativo de la distribución de azúcares y de grado de madurez del fruto.

En cuanto a la aplicabilidad del equipo de la invención y de su procedimiento asociado aquí propuesto, indicar lo siguiente:

- La invención resulta de aplicación en aquellos sectores implicados en el análisis y muestreo automático en explotaciones frutícolas, control fotogramétrico, instrumentación y sistemas de control químico y medio ambiental.

- El equipo incorpora un dispositivo para la toma de muestras semi-automático a través de un brazo de captura tubular montado sobre un dron de carga que no precisa de la supervisión continua de un operario para realizar la toma de muestras, ni necesita aterrizar para realizar los test físicos y químicos. El dispositivo de análisis registra de forma automática: colección de fotos calibradas, posición GPS, altura de la muestra, así como el registro digital de cada uno de los sensores físicos y químicos.

- El sistema propuesto va montado sobre un dron de carga que trabaja fácilmente en altura y en zonas de terreno abruptas de forma que permite hacer un recolección más sistemática y periódica de las muestras. Esto no es posible con otro tipo de sistemas montados sobre vehículos o robots agrícolas. El dron de carga facilita notablemente el acceso a frutos de las partes altas del árbol, especialmente cuando la plantación frutícola se desarrolla en terrenos desnivelados y/o rocosos.

- La invención facilita la toma de muestras para analizar el estado de maduración de los mismos y establecer un registro documental que permita establecer el momento óptimo de recolección de los frutos en grandes explotaciones.

Su operatividad permite obtener información de zonas extensas a un coste reducido y en menor tiempo.

- Dicho sistema se considera adecuado para el registro de explotaciones de manzanos dedicados a la producción de sidra natural. De forma periódica, tal y como establece el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario del Principado de Asturias, para el control de explotaciones con Denominación de Origen Protegida Sidra de Asturias, es necesario hacer un seguimiento del estado de los frutos, comprobar que se corresponde a las variedades de frutos autóctonos de Asturias, y elaborar las certificaciones pertinentes. El uso del equipo de muestreo aquí propuesto puede agilizar y abaratar noblemente estas labores.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

De la figura 1 a la figura 17 se representan los componentes principales que configuran el equipo de toma de muestras, medidas y registros de los parámetros que definen el grado de madurez de una fruta del presente invento, que son al menos:

- Un brazo de captura (C1) tubular;
- Un soporte (C2);
- Un dispositivo de análisis de muestras (C3), el cual está formado por un cuerpo cilíndrico-cónico y por seis mecanismos electromecánicos agrupados en seis sistemas, que son:
 - Un Sistema de bloqueo (S1);
 - Un Sistema de corte (S2);
 - Un Sistema de extracción (S3)
 - Un Sistema de bombeo (S4);
 - Un Sistema de sensores físico-químicos (S5); y
 - Un Sistema del cono de filtrado (S6).
- Un dron de carga (C4).

En la figura 1A y en la figura 1B se muestra respectivamente una vista en alzado y una vista en isométrico de la distribución de cada uno de los componentes que conforman el equipo de la invención. En estas figuras se representa la disposición estructural del equipo de la invención, el cual está formado por el brazo de captura

(C1), el soporte (C2), el dispositivo de análisis de muestras (C3) y el dron de carga (C4).

En la figura 2A y en la figura 2B se representan dos vistas diferentes del brazo de captura (C1) tubular del equipo de la invención. El brazo de captura (C1) es tubular y se compone por un tubo (3) con forma curva que tiene en su parte superior una
 5 abertura en forma de canalón por el que se canaliza la fruta; cuenta en su extremo con una cuchilla (1) sobre un soporte (2), que permite cortar el pedúnculo de la fruta y arrancarlo del árbol; y además tiene un aro (4) en su extremo inferior que permite unir el conjunto del brazo de captura (C1) con el cuerpo del dispositivo de análisis de
 10 muestras .

En la figura 3 se ilustra una vista axonométrica del soporte (C2), el cual tiene dos funciones que son la de permitir el montaje de un dron de carga (C4) y la de asegurar el cuerpo del dispositivo de análisis de muestras. El soporte (C2) se compone de un bastidor (9), en forma de cruz sobre el que se colocan todos los
 15 componentes del dron de carga; cuatro brazos descendentes interiores (10) que se fijan a un anillo del dispositivo de análisis de muestras; unos brazos descendentes exteriores (8) que están unidos por un travesaño de refuerzo (6), sobre el que se apoyan una placa cuadrada perforada (7) que permite fijar unos sensores físico-químicos (no representados) y un motor de accionamiento (no representado); y dos
 20 patines de aterrizaje (5) que conforman la base del conjunto del dron de carga.

En la figura 4A y en la figura 4B, se ilustran dos vistas axonométricas del bastidor del cuerpo del dispositivo de análisis de muestras (C3) en una perspectiva posterior y frontal respectivamente, y donde se representa dicho dispositivo desprovisto de sus mecanismos internos. Tal y como se representa en estas figuras 4A y 4B, el cuerpo
 25 del dispositivo de análisis de muestras (C3) se compone por un cuerpo cilíndrico-cónico configurado por un tubo cilíndrico vertical (14) y un tubo cónico donde el tubo cilíndrico vertical (14) tiene intersectado un tubo cilíndrico horizontal (13) del mismo diámetro, con un aro (12) donde se une el conjunto del dispositivo con el brazo de captura del equipo; y donde el tubo cónico hace las veces de decantación de la fruta
 30 mediante un cono de decantación (15) dentro del que se aloja un filtro metálico ranurado (no representado) que conforma un sistema de cono de filtrado.

Por otro lado comentar que, en las figuras 4A y 4B también se muestra que el tubo cilíndrico vertical (14) tiene una tapa superior con una abertura, donde se dispone de un orificio a través del cual se coloca el eje visual de una cámara fotográfica (no representada); y un anillo (11) donde se coloca una caja de control (no representada)

5 con las conexiones, componentes eléctricos y controladores electrónicos de unos motores (no representados), así como de un compresor de aire, una electroválvula y unos disparadores electrónicos de una cámara fotográfica (no representados en estas figuras).

En la figura 5 y en la figura 6, se ilustra una vista anterior y una vista posterior

10 respectivamente del cuerpo del dispositivo de análisis de muestras (C3), donde se muestran los mecanismos electro-mecánicos que permiten el corte y la toma de muestras del equipo del invento. De modo que, estos mecanismos configuran unos sistemas que son un sistema de bloqueo (S1), un sistema de corte (S2), un sistema de extracción (S3), un sistema de bombeo (S4), un sistema de sensores físico-

15 químicos (S5) y un sistema de cono de filtrado (S6).

En las figuras 7A y 7B se muestran los componentes que configuran el sistema de bloqueo (S1), donde se ilustra respectivamente una posición de bloqueo y una posición de desbloqueo del dispositivo de análisis de muestras (C3). El sistema de bloqueo (S1) está situado en el tubo vertical (14) del cuerpo cilíndrico-cónico del

20 dispositivo y está formado por una palanca de bloqueo (S1.1), que evita que la fruta salga por inercia del cuerpo del dispositivo de análisis de muestras (C3) cuando es capturada del árbol; y una articulación (S1.2) que hace las veces de bisagra de la palanca de bloqueo (S1.1) para facilitar la expulsión de la fruta una vez fotografiada, cortada y muestreada.

En la figura 8A se muestran los componentes que configuran el sistema de corte (S2) del dispositivo de análisis de muestras (C3), y en la figura 8B se muestra en detalle una cuchilla (S2.1) del aludido sistema de corte. Tal y como se puede apreciar en las figuras, el sistema de corte (S2) está situado entre el tubo cilíndrico vertical (14) y el cono de decantación (15) del cuerpo cilíndrico-cónico del dispositivo,

30 y está formado por una cuchilla (S2.1) que se desliza por el interior de una guía (16); un engranaje (S2.2) que está ligado con un motor (S2.3) que engrana a modo de cremallera con unas ranuras (S2.1.3) de la cuchilla (S2.1) facilitando el movimiento de esta cuchilla (S2.1), que mediante un filo (S2.1.2) realiza la sección del fruto. Esta

cuchilla (S2.1) además comprende un tetón (S2.1.1) que permite bloquear el movimiento de la palanca del sistema de bloqueo (no representado), cuando la cuchilla está fuera del cono de decantación (15) y del cono de filtrado. Una vez cortada la fruta se desbloquea dicho tetón (S2.1.1), y la palanca del sistema de
 5 bloqueo puede girar para permitir la extracción de la fruta seccionada (no representado).

En la figura 9A se muestran los componentes que configuran el sistema de extracción (S3) del dispositivo de análisis de muestras (C3), y en la figura 9B se muestra en detalle las piezas que conforman brazo extractor (S3.1) del aludido
 10 sistema de extracción. Tal y como se puede apreciar en estas figuras, el sistema de extracción (S3) está formado por un brazo extractor (S3.1), que se fija al tubo cilíndrico vertical (14) del dispositivo de análisis de muestras (C3) por una pieza bisagra (S3.2) que actúa como articulación del giro del extractor; un motor (S3.5) que actúa con el brazo extractor (S3.1), lo que permite al brazo extractor entrar por giro
 15 dentro de cuerpo cilíndrico (14) del dispositivo que mediante unos dientes (S3.4) punzona la fruta por su parte superior para su extracción; un soporte (S3.3) que permanece fijo, y permite pasar por entre medias de su eje al brazo extractor (S3.1) en su giro, logrando de este modo que la fruta se desprenda una vez que está fuera del tubo cilindro (14) del dispositivo de análisis de muestras (C3); y una
 20 protuberancia (S3.6) que establece el tope de giro máximo del brazo extractor (S3.1).

En la figura 10 se representa el sistema de bombeo (S4) del dispositivo de análisis de muestras (C3), mientras que en la figura 11A se representa en detalle los elementos que configuran un depósito (S4.1) que configura el sistema de bombeo (S4) y en la figura 11B se representa una sección de dicho depósito (S4.1). Tal y
 25 como se muestra en estas figuras, el sistema de bombeo (S4) comprende un depósito (S4.1) que contiene inicialmente agua; un compresor de aire (S4.2) con un tubo (S4.4), donde se inyecta aire en la parte superior del depósito (S4.1) a través de un orificio (S4.5), de modo que el aire introducido por el aludido orificio (S4.5) permite que al agua ascienda por el tubo central (S4.6) entrando por la parte inferior
 30 del cono de decantación (15) del dispositivo de análisis de muestras, e inundando el cono de filtrado. Esto produce el flotamiento de la fruta disponiéndose por gravedad su cubeta pendular hacia arriba y su cubeta ocular hacia abajo. El sistema de bombeo (S4) además comprende una electro-válvula de aire (S4.3) en conexión con un conducto (4.7), que permite poner a presión atmosférica el aire inyectado en el

deposito (S4.1), facilitando el retorno del agua por gravedad, dejando orientada la fruta dentro del cono de filtrado.

En la figura 12 se muestran los elementos que configuran el sistema de toma de muestras físico-químicas (S5) del dispositivo de análisis de muestras (C3), el cual comprende unos sensores (S5.2) que son introducidos dentro del cono de decantación (15) del dispositivo para la toma de muestras de la fruta; un motor de sensores (S5.5) que está fijado en la placa cuadrada perforada del soporte del equipo y activa el mecanismo de los sensores (S5.2); un mecanismo de cremallera (S5.4), el cual permite introducir los sensores (S5.2) físico-químicos de contacto a través de unos tubos horizontales (S5.1) situados en el cono de decantación (15) del dispositivo. De forma preferente se emplean cuatro sensores (S5.2) de contacto en que corresponden a un sensor de PH y de temperatura (a), un sensor de dureza (b), un sensor de grado de acidez (c), y un sensor de azúcares (d). En la Figura 12 A se ilustran los sensores fuera de los tubos horizontales (S5.1), los cuales actúan como guías del movimiento de los sensores citados hasta que entran en contacto con la superficie de fruto dentro del cono de filtrado. Otro detalle del invento, es que las conexiones necesarias para el funcionamiento de dichos sensores (S5.2) químicos se disponen dentro de una caja (S5.3). En una aplicación preferente se usa un sensor dinamométrico de punzonamiento de la fruta para realizar el test de dureza.

En la figura 13 se muestran los elementos que configuran el sistema de cono de filtrado (S6) en un plano seccionado parcialmente del dispositivo de análisis de muestras; y en las figuras 14A, 14B y 14C se muestra respectivamente un plano en vista axométrica, un plano en alzado y un plano en planta de la parte interna del sistema de cono de filtrado (S6). Tal y como se ha representado en las figuras, dentro del cono de decantación (15) del dispositivo se encuentra ubicado el sistema del cono de filtrado (S6), el cual actúa como un cono metálico formado por una sucesión descendente de marcas circulares (S6.5) en su cara interna donde se asienta el fruto a muestrear (no representado), dejando pasar el agua de flotación, la cuchilla (S2.1) del sistema de corte y los sensores de análisis físico-químicos. El sistema de cono de filtrado (S6) está formado por los siguientes elementos ranurados: cuatro aberturas (S6.1) para el paso del agua de flotación, dos aberturas verticales enfrentadas (S6.2) que permiten el paso de la cuchilla (S2.1), y cuatro aberturas circulares (S6.3) para el acceso de los sensores químicos. Además, el sistema del cono de filtrado (S6) comprende dos aros de acople (S6.4) situados

perimetralmente en la parte superior e inferior de su cuerpo. Especificando además, que el tamaño del cono de filtrado permite controlar el tamaño de la fruta muestreada, permitiendo ajustar el dispositivo de análisis para tratar distintos tipos de fruto, o analizar el mismo tipo de fruto con distintos periodos de maduración.

- 5 En la Figura 15A y 15B, se muestran dos cortes parciales para ver el interior del cuerpo del dispositivo de análisis de muestras (C3) cuando la fruta (19) es seccionada. En la Figura 15A se muestra la fruta (19) dispuesta en el sistema del cono de filtrado (S6) una vez orientada y previamente a la sección. En la Figura 15B se ilustra la fruta (19) ya seccionada en dos mitades, una vez que la chuchilla (S2.1)
- 10 del dispositivo ha avanzado su posición hasta atravesar completamente el cono de filtrado (S6) por las aberturas verticales enfrentadas. Otro detalle del invento, es que la superficie interior del cono de filtrado (S6), cuenta con una sucesión descendente de marcas circulares, que están grabadas a intervalos de 0.5 cm en la dirección de las generatrices del cono, las cuales se utilizan a modo de escala pre-impresa como
- 15 patrón de referencia para calibrar el tamaño de la fruta, a partir de las fotografías realizadas por una cámara (17) del dispositivo que está en conexión con una caja de control (18).

- Finalmente, en la figura 16A y en la figura 16B, se ilustran respectivamente una vista en alzado y otra vista en planta del dron de carga (C4) posicionado sobre el soporte
- 20 (C2) del equipo del invento. Tal y como muestran estas figuras, el dron de carga (C4) en una ejecución preferente tiene un sistema de vuelo formado por cuatro hélices que están accionadas por unos motores sin escobillas (20) conocidos en el sector como motores "*brushless*", un sensor de altura (21), tres antenas de posicionamiento *GPS* (22), una cámara multiespectral (23), una batería (24), así como un cuadro de
- 25 control (no representado) que contiene todos los elementos electrónicos que manejan el dron de carga (C4).

EXPLICACIÓN DE UN MODO DE FUNCIONAMIENTO DE LA INVENCION

La operatividad del equipo previamente indicado de muestreo y análisis, según una realización preferida comprende las siguientes 12 fases:

- 30 1) El usuario define en el dron de carga (C4) la trayectoria geo-referenciada de los árboles que deben muestrearse. Para ello especifica la sucesión de coordenadas *GPS* donde posicionarse.

- 2) A continuación el operador del dron de carga (C4), identifica de forma visual los frutos a analizar. Procede a realizar la maniobra con su brazo de captura, cortando uno de los frutos del árbol por su pedúnculo y recogéndolo en el tubo (3) con forma curva del brazo de captura (C1) tubular.
- 5 3) La fruta de muestreo recolectada se canaliza por el tubo (3) hasta el sistema del cono de filtrado (S6) en la parte inferior del dispositivo de análisis de muestras (C3). La palanca de bloqueo (S1.1) está fija de forma que evita que dicho fruto pueda salir por inercia del cuerpo del dispositivo de análisis de muestras (C3).
- 10 4) Se inyecta agua desde el deposito (S4.1) en el sistema del cono de filtrado (S6), hasta que la fruta adopta posición vertical. Posteriormente esa agua se evacua del sistema del cono de filtrado (S6) quedando la fruta colocada en posición vertical, es decir con el pedúnculo hacia arriba y el ojo hacia abajo, pero ahora no en flotación sino apoyado sobre el sistema del cono de filtrado (S6).
- 15 5) Se realizan la foto cenital de dicha fruta con la cámara (17) fotográfica registrando en la foto las marcas circulares (S6.5) grabadas en el sistema cono de filtrado (S6), lo que permite deducir con precisión su diámetro por fotogrametría.
- 20 6) La cuchilla (S2.1.) secciona el fruto por su eje vertical pero no realiza su corte en su totalidad. La cuchilla (S2.1) corta la fruta parcialmente dejando una de las mitades fija y acuñada en la parte derecha y otra fija y acuñada en la parte izquierda (se toma el sentido de avance de la cuchilla para marcar la parte derecha e izquierda del fruto). En esta posición el filo de la chuchilla (S2.1.) avanza hasta alcanzar la vertical del eje del sistema del cono de filtrado (S6).
- 25 7) Se activa el mecanismo de muestreo físico-químico o sistema de sensores físico-químicos (S5) que punzona en dos puntos cada una de las mitades fruto (cuatro punzonamientos totales). En una de las mitades se realiza la medición de temperatura y de PH por un sensor de PH y de temperatura (a), y se realiza el análisis de la dureza de la piel usando un durómetro o sensor de dureza (b). En la otra mitad se realizan con sensores de contacto o sensor de azúcares (d) los test de contenido en azúcar y de grado de acidez por medio de un sensor de acidez (d).
- 30 8) Se extrae del dispositivo de análisis de muestras (C3) el sistema de sensores físico-químicos (S5). A continuación la cuchilla (S2.1) avanza dentro del cuerpo del

dispositivo de análisis de muestras (C3), atravesando todo el sistema del cono de filtrado (S6) y dejando la fruta partida en dos mitades totalmente separadas.

9) La mitad izquierda de fruta seccionada es punzonada en su parte superior por el brazo extractor (S3.1). Al girar el brazo extractor (S3.1) con la mitad izquierda punzonada, sale del cuerpo cilíndrico del dispositivo de análisis de muestras (C3) y se desecha al exterior. La cuchilla (S2.1) se retira a su posición inicial quedando en el interior del dispositivo de análisis de muestras (C3) en la mitad derecha del fruto.

10) Vuelve a flotarse esta mitad derecha de fruto inyectando agua desde el depósito (S4.1), para que la mitad derecha del fruto se disponga con su cara cortada perfectamente horizontal. Se realiza una nueva foto cenital con la cámara (17) de dicha sección con lo que registra de forma precisa, tanto la forma de la cubeta peduncular como la cubeta ocular.

11) El dispositivo de análisis de muestras (C3) almacena toma todas las imágenes de la cámara y los datos físico-químicos de la muestra analizada dentro del dron de carga (C4), y los transmite inalámbricamente preferentemente por *wifi* a su sistema de almacenamiento permanente (ordenador portátil), donde proceder a su interpretación y análisis posterior, con el fin de establecer el grado de maduración de la fruta.

12) Vuelve a usarse el brazo extractor (S3.1) para punzonar y extraer esta mitad derecha del fruto del compartimento inferior del dispositivo de análisis de muestras (C3). El procedimiento es similar usando el brazo extractor (S3.1) como se hizo con la mitad izquierda de la fruta. Los compartimentos internos del dispositivo de análisis de muestras (C3) y el sistema del cono de filtrado (S6) quedan vacíos y en disposición de muestrear un nuevo fruto.

En otra realización preferida, podrá omitirse alguna de las fases anteriores, o reiterarlas si fuese necesario en otro orden. Por ejemplo, si el fruto presenta un estado incipiente de maduración puede hacerse solamente una fotografía cenital y el ensayo de dureza, descartando el resto de los ensayos físico-químicos. La sección del fruto puede ser una fase a descartar, o si el tamaño de la fruta así lo aconseja podría repetirse varias veces reduciendo paulatinamente el fruto en mitades. Lo mismo ocurre con la toma de muestras físico-químicas, pueden realizarse u obviarse. Todo dependerá de la metodología del muestreo, que se considere más adecuada en ese momento para determinar el grado de maduración del fruto. En

otro ejemplo, si en el brazo de captura (C1) tubular se depositan dos frutos a la vez, deberá usarse previamente el brazo extractor (S3.1) para expulsar uno de los dos frutos.

En una realización preferida, el accionamiento de todos los mecanismos móviles (motores, poleas, cuchilla, sistema de sensores químicos) se realiza por un sistema de control manejado desde los mandos del dron de carga (C4). Las imágenes fotográficas digitales y los valores de los sensores químicos son almacenados y geoferenciados con las coordenadas *GPS* y con la altura del fruto. En otra realización preferida, dichos datos registrados se transmitirán, usando la “*wifi*” del dron de carga, a la memoria permanente de un ordenador portátil, para su posterior análisis e interpretación.

En una realización más preferida, el circuito eléctrico que acciona los componentes mecánicos del dispositivo de análisis de muestras (C3) ubicados dentro de caja de control (18) se gobernará por un microprocesador *PIC* (*Peripheral Interface Controller*) que registra de manera continua los movimientos de los motores y el disparo de la cámara.

En otra realización preferente, en el caso de que el fruto sea de manzana se añade al agua del depósito (S4.1) una disolución de *Lugol* (disolución de yodo y de yoduro potásico) que actúa como marcador del almidón contenido en la fruta. De esta forma las fotografías registradas de la sección meridional del fruto, muestran el corte del fruto teñido por el *Lugol*, lo que es un indicador cualitativo de la distribución del almidón dentro de la fruta y de su grado de madurez (Test de *Lugol*).

En una realización preferida el dispositivo de análisis de muestras (C3) se ha diseñado para permitir rangos de frutos de tamaños variables entre los 50 mm y los 120 mm de diámetro, pero cambiando el tamaño del sistema del cono de filtrado (S6) pueden tratarse frutos de menor tamaño, manteniendo en su totalidad el diseño del resto de mecanismos del dispositivo de análisis de muestras (C3).

En una realización preferida, en el sistema del cono de filtrado (S6) las marcas concéntricas circulares espaciadas regularmente se dispondrán con una separación de 5 mm (en la dirección de la generatriz interior del cono).

En otra realización preferida el dispositivo de análisis de muestras (C3) podría trabajarse con el dron de carga (C4) aterrizado sobre el terreno y realizar la

introducción del fruto por medios manuales. Sería de aplicación todo relativo a la orientación de la fruta, su seccionamiento para la toma de muestras fotogramétricas, así con la realización de los ensayos químicos. En este caso, se sacrificaría su movilidad y accesibilidad a los frutos en altura. Tendría sentido si es necesario
5 realizar un muestreo específico de gran número de frutos de un determinado árbol, sin cambiar de posición, o fuese preciso recoger el fruto del suelo de forma manual.

En otra realización preferida el dispositivo de análisis de muestras (C3) podría ubicarse sobre un vehículo terrestre motorizado (un tractor agrícola, una cosechadora, etc) en sustitución del dron de carga (C4). En todo caso, esto sería lo
10 adecuado si es necesario realizar un muestreo específico de gran número de frutos, en explotaciones frutícolas bien alineadas y de fácil acceso por vehículos agrícolas terrestres especializados para la recolección.

En otra realización preferida el dispositivo de análisis de muestras (C3) podría sustituirse la cámara (17) fotográfica por un escáner 3D con textura de color que
15 realizase un barrido de escaneo de la fruta entera y/o seccionada, obteniendo una o varias nubes de puntos. Esto permitiría reconstruir la forma tridimensional del fruto entero o de su mitad seccionada. Por otra parte, los escáneres 3D con textura de color van dotados de su propio sistema fotográfico para registrar el color de cada punto, de forma que su uso sería similar al de la propia cámara (17) fotográfica.

20

REIVINDICACIONES

1. Equipo de toma de muestras, medidas y registros de parámetros fotogramétricos, físicos y químicos del grado de madurez de una fruta, que comprende un brazo de
 5 captura (C1), un soporte (C2) , un dron de carga (C4) que está asegurado sobre el soporte (C2) del equipo y un dispositivo de análisis de muestras (C3) que comprende un cuerpo cilíndrico-cónico que está formado por un tubo cilíndrico vertical (14) y un cono de decantación (15) y que comprende unos mecanismos electromecánicos, que son: un sistema de bloqueo (S1), un sistema de corte (S2), un sistema de
 10 extracción (S3), un sistema de bombeo (S4), un sistema de sensores físico-químicos (S5) y un sistema del cono de filtrado (S6);

donde el brazo de captura (C1) está en conexión con el dispositivo de análisis de muestras (C3), y donde en el soporte (C2) se asegura el dispositivo de análisis de muestras (C3); y donde el equipo está caracterizado por que:

15 - el sistema de sensores físico-químicas (S5) del dispositivo de análisis de muestras (C3) comprende:

- unos sensores (S5.2) que son introducidos dentro del cono de decantación (15) del dispositivo de análisis de muestras (C3) para la toma de muestras de la fruta, y donde los sensores (S5.2) son al menos: un sensor de PH y de
 20 temperatura (a), un sensor de dureza (b), un sensor de grado de acidez (c) y un sensor de azúcares (d);

- un motor de sensores (S5.5) que está fijado en la placa cuadrada perforada del soporte (C2) del equipo y activa el mecanismo de los sensores (S5.2); y

- un mecanismo de cremallera (S5.4), el cual permite introducir los sensores (S5.2) físico-químicos de contacto a través de unos tubos horizontales (S5.1) situados en el cono de decantación (15) del dispositivo;
 25

- el sistema de cono de filtrado (S6) del dispositivo de análisis de muestras (C3) está situado dentro de del cono de decantación (15) del cuerpo cilíndrico-cónico del dispositivo, y comprende:

5 unas aberturas (S6.1) para el paso del agua de flotación, unas aberturas verticales enfrentadas (S6.2) que permiten el paso de la chuchilla (S2.1), unas aberturas circulares (S6.3) para el acceso de los sensores químicos, unos aros de acople (S6.4) situados perimetralmente en la parte superior e inferior de su cuerpo, y unas marcas circulares (S6.5) en una sucesión descendente que están situadas en la superficie interior del cono; y

- el dron de carga (C4) comprende:

10 un sistema de vuelo formado por cuatro hélices que están accionadas por unos motores sin escobillas (20), un sensor de altura (21), unas antenas de posicionamiento GPS (22), una cámara multiespectral (23), una batería (24), y un cuadro de control que contiene elementos electrónicos para el manejo del dron de carga (C4).

15 2. Equipo de toma de muestras, medidas y registros de parámetros fotogramétricos, físicos y químicos del grado de madurez de una fruta, según la reivindicación 1, que está caracterizado por que el brazo de captura (C1) es tubular y comprende:

-un tubo (3) con forma curva, que tiene en su parte superior una abertura en forma de canalón donde se canaliza la fruta;

- una cuchilla (1) asegurada sobre un soporte (2), el cual a su vez está fijado sobre el extremo superior del tubo (3); y

20 - un aro (4) situado perimetralmente en la boca del extremo inferior del tubo (3), donde el conjunto del brazo de captura (C1) se une con el dispositivo de análisis de muestras (C3).

25 3. Equipo de toma de muestras, medidas y registros de parámetros fotogramétricos, físicos y químicos del grado de madurez de una fruta, según la reivindicación 1, que está caracterizado por que el soporte (C2) comprende:

- un bastidor (9) sobre el que se colocan todos los componentes de un dron de carga (C4);

-unos brazos descendentes interiores (10) que se fijan a un anillo del dispositivo de análisis de muestras (C3);

5 - unos brazos descendentes exteriores (8) que están unidos por un travesaño de refuerzo (6) con una placa cuadrada perforada (7), donde se fijan unos sensores (S5.5) y un motor de accionamiento de sensores (S5.5) de un sistema de sensores físico-químicos (S5); y

dos patines de aterrizaje (5) que conforman la base del conjunto del dron de carga (C4).

10 4. Equipo de toma de muestras, medidas y registros de parámetros fotogramétricos, físicos y químicos del grado de madurez de una fruta, según la reivindicación 1, que está caracterizado por que el dispositivo de análisis de muestras (C3) comprende:

- un tubo cilíndrico horizontal (13) insertado en el tubo cilíndrico vertical (14) del cuerpo cilíndrico-cónico;

15 - un aro (12) perimetralmente dispuesto en el tubo cilíndrico horizontal (13) donde el conjunto se une con el brazo de captura tubular (C1);

- un orificio situado en una tapa superior del tubo cilíndrico vertical (14) donde se sitúa un eje visual de una cámara (17); y

20 - un anillo (11) entorno al perímetro de la tapa superior del tubo cilíndrico vertical (14) donde se sitúa una caja de control con unas conexiones, componentes eléctricos y controladores electrónicos de unos motores, un compresor de aire, una electroválvula y unos disparadores electrónicos de una cámara (17) fotográfica.

25 5. Equipo de toma de muestras, medidas y registros de parámetros fotogramétricos, físicos y químicos del grado de madurez de una fruta, según la reivindicación 1, que está caracterizado por que el sistema de bloqueo (S1) del dispositivo de análisis de muestras (C3) está situado en el tubo vertical (14) del cuerpo cilíndrico-cónico del dispositivo, y comprende una palanca de bloqueo (S1.1) que está unida a dicho tubo vertical (14) a través de una articulación (S1.2).

6. Equipo de toma de muestras, medidas y registros de parámetros fotogramétricos, físicos y químicos del grado de madurez de una fruta, según la reivindicación 1, que está caracterizado por que el sistema de corte (S2) del dispositivo de análisis de muestras (C3) está situado entre el tubo cilíndrico vertical (14) y el cono de decantación (15) del cuerpo cilíndrico-cónico del dispositivo, y comprende:

- una cuchilla (S2.1) que se desliza por el interior de una guía (16) y comprende un tetón (S2.1.1); y
- un engranaje (S2.2) que está ligado con un motor (S2.3) que engrana a modo de cremallera con unas ranuras (S2.1.3) de la cuchilla (S2.1) que por medio de un filo (S2.1.2) que facilita el movimiento de la cuchilla (S2.1) y realiza la sección del fruto;

7. Equipo de toma de muestras, medidas y registros de parámetros fotogramétricos, físicos y químicos del grado de madurez de una fruta, según la reivindicación 1, que está caracterizado por que el sistema de extracción (S3) del dispositivo de análisis de muestras (C3) comprende:

- un brazo extractor (S3.1) que está fijado al tubo cilíndrico vertical (14) del dispositivo de análisis de muestras (C3) a través de una pieza bisagra (S3.2);
- un motor (S3.5) en conexión con el brazo extractor (S3.1) y que actúa en el giro del aludido brazo extractor (S3.1) introduciéndolo dentro de cuerpo cilíndrico vertical (14);
- unos dientes (S3.4) situados en un extremo del brazo extractor (S3.1);
- un soporte (S3.3) fijo y tiene un eje donde el brazo extractor (S3.1) pasa en su giro; y
- una protuberancia (S3.6) que es el tope de giro máximo del brazo extractor (S3.1).

8. Equipo de toma de muestras, medidas y registros de parámetros fotogramétricos, físicos y químicos del grado de madurez de una fruta, según la reivindicación 1, que está caracterizado por que el sistema de bombeo (S4) del dispositivo de análisis de muestras (C3) comprende:

- un depósito (S4.1) de agua;

-un compresor de aire (S4.2) con un tubo (S4.4), donde se inyecta aire en la parte superior del depósito (S4.1) a través de un orificio (S4.5), de modo que el aire introducido por el aludido orificio (S4.5) permite que al agua ascienda por el tubo central (S4.6) entrando por la parte inferior del cono de decantación (15) del dispositivo de análisis de muestras, e inundando el cono de filtrado; y

- una electro-válvula de aire (S4.3) en conexión con un conducto (4.7), que permite poner a presión atmosférica el aire inyectado en el depósito (S4.1), y facilita el retorno del agua por gravedad dentro del cono de filtrado.

9. Procedimiento de toma de muestras, medidas y registros de parámetros fotogramétricos, físicos y químicos del grado de madurez de una fruta, que se lleva a cabo según el equipo definido en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el procedimiento comprende las fases:

1) definición en el dron de carga (C4) de la trayectoria geo-referenciada de los árboles a muestrear, por medio de la especificación de la sucesión de coordenadas *GPS* de posicionamiento;

2) identificación de los frutos a analizar y maniobra con el brazo de captura (C1) para el corte y recogida del fruto de un árbol por su pedúnculo a través de la cuchilla (1) y del tubo (3) con forma curva respectivamente;

3) canalización de la fruta de muestreo por el tubo (3) hasta el sistema del cono de filtrado (S6) en la parte inferior del dispositivo de análisis de muestras (C3), donde la palanca de bloqueo (S1.1) está fija y evita la salida del fruto del cuerpo del dispositivo de análisis de muestras (C3).

4) inyección de agua desde el depósito (S4.1) en el sistema del cono de filtrado (S6), hasta que la fruta adopta una posición vertical. Posteriormente esa agua se evacua del sistema del cono de filtrado (S6) quedando la fruta colocada en posición vertical y apoyada sobre el sistema del cono de filtrado (S6);

5) realización de una foto cenital de la fruta con la cámara (17) fotográfica para el registro de las marcas circulares (S6.5) del sistema del cono de filtrado (S6) y la obtención de los valores del diámetro de la fruta por fotogrametría; y donde, el procedimiento se caracteriza por que además comprende las siguientes fases:

- 6) sección parcial del fruto con la cuchilla (S2.1) por su eje vertical, donde cada una de las mitades de la fruta fija y acuña en una de las partes del sistema del cono de filtrado (S6) del equipo;
- 7) activación del sistema de sensores físico-químicos (S5) del dispositivo de análisis de muestreo, donde en una de las mitades de la fruta se realiza la medición de temperatura y de PH por medio de un sensor de PH y de temperatura (a) y un análisis de la dureza de la piel por medio de un durómetro o sensor de dureza (b); mientras que en la otra mitad de la fruta cortada, se realizan la medición del contenido de azúcar con un sensor de azúcares (d) y la medición del grado de acidez con un sensor de acidez (d);
- 8) extracción del dispositivo de análisis de muestras (C3) y del sistema de sensores físico-químicos (S5), y realización de un corte total de la fruta en dos mitades por medio de la cuchilla (S2.1) que avanza dentro del cuerpo del dispositivo de análisis de muestras (C3) y atraviesa todo el sistema del cono de filtrado (S6);
- 9) punzonado de una de las mitades de la fruta seccionada por el brazo extractor (S3.1), donde al girar el brazo extractor (S3.1) con la mitad punzonada esta sale del cuerpo cilíndrico del dispositivo de análisis de muestras (C3) y se desecha al exterior; de modo que la cuchilla (S2.1) se retira a su posición inicial, quedando en el interior del dispositivo de análisis de muestras (C3) la otra mitad seccionada del fruto.
- 10) flotación de la mitad seccionada del fruto por la inyección de agua desde el depósito (S4.1), donde se realiza una foto cenital con la cámara (17) para el registro de los datos de la forma de la cubeta peduncular y de la cubeta ocular;
- 11) almacenamiento de las imágenes de la cámara (17) y los datos físico-químicos de la muestra analizada dentro del dron de carga (C4) a través del dispositivo de análisis de muestras (C3), donde los datos son transmitidos inalámbricamente a su sistema externo de almacenamiento permanente para la interpretación y análisis del grado de maduración de la fruta muestreada; y
- 12) punzonado y extracción de la mitad del fruto contenida en el dispositivo de análisis de muestras (C3) a través del brazo extractor (S3.1), y vaciado de los compartimentos internos del dispositivo de análisis de muestras (C3) y del sistema del cono de filtrado (S6).

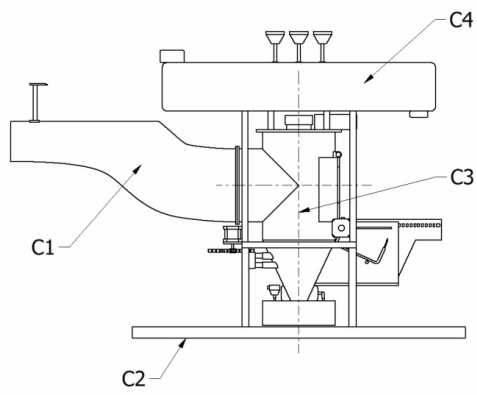


Fig.1A

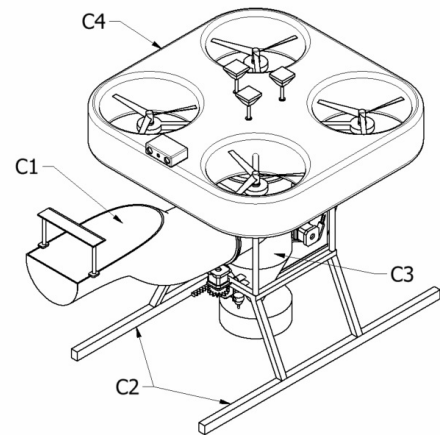


Fig.1B

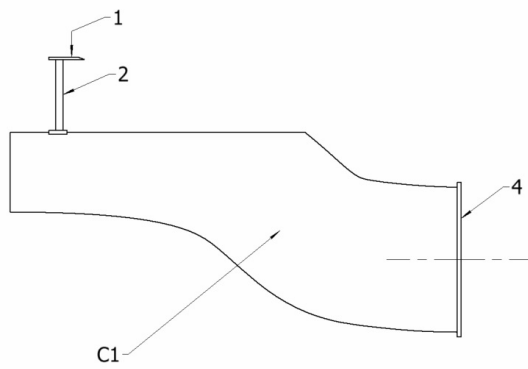


Fig.2A

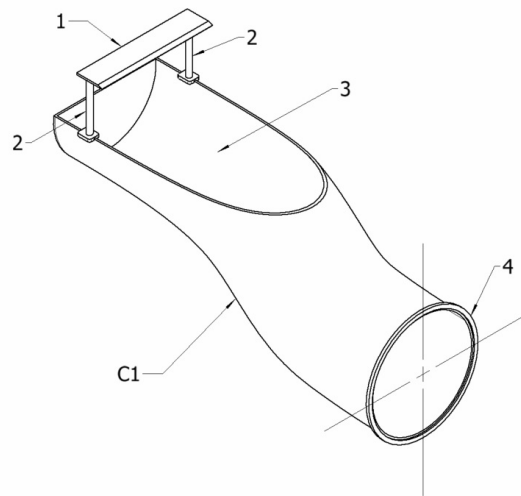


Fig.2B

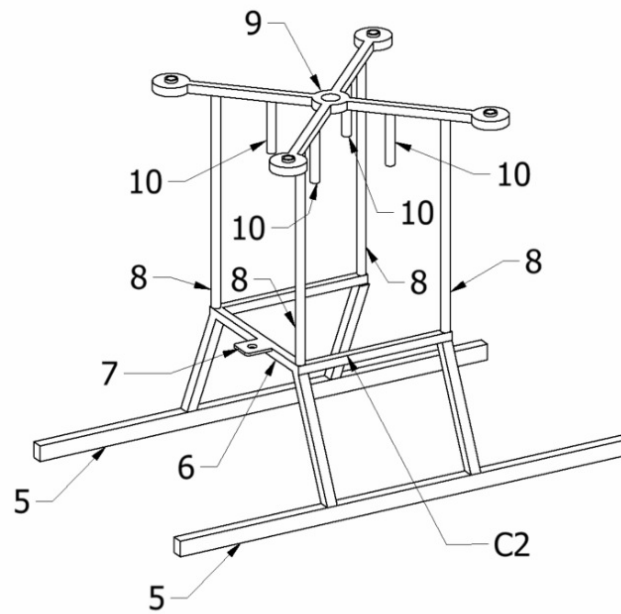


Fig.3

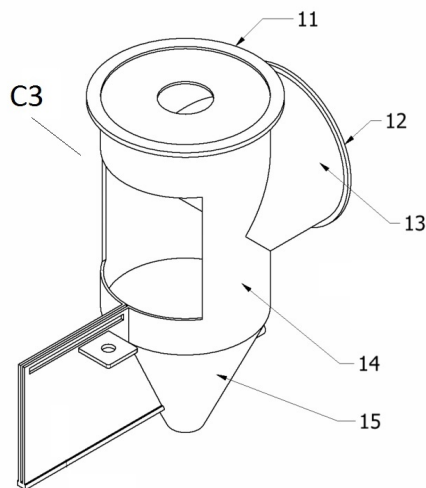


Fig.4A

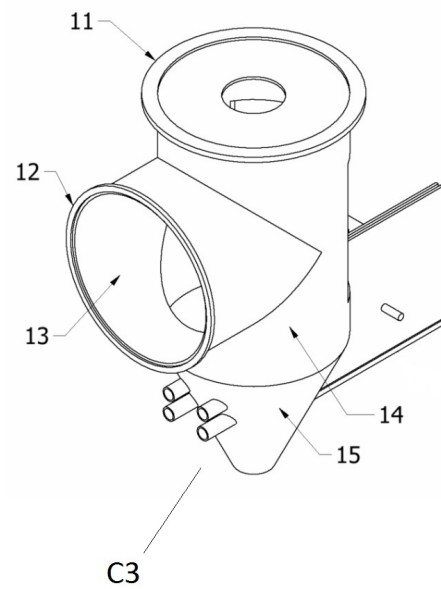


Fig.4B

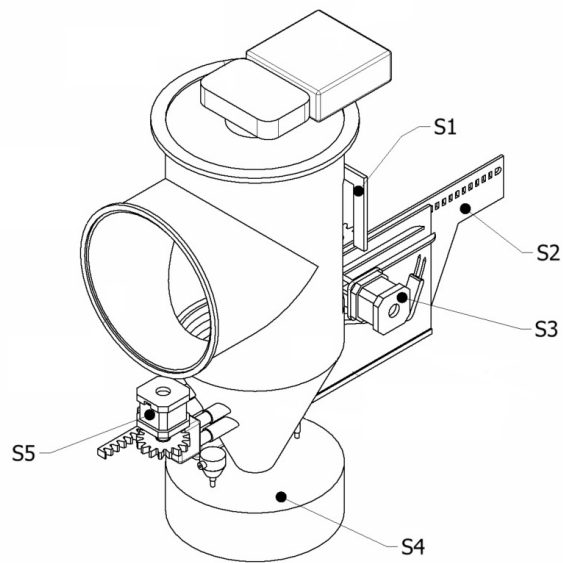


Fig.5

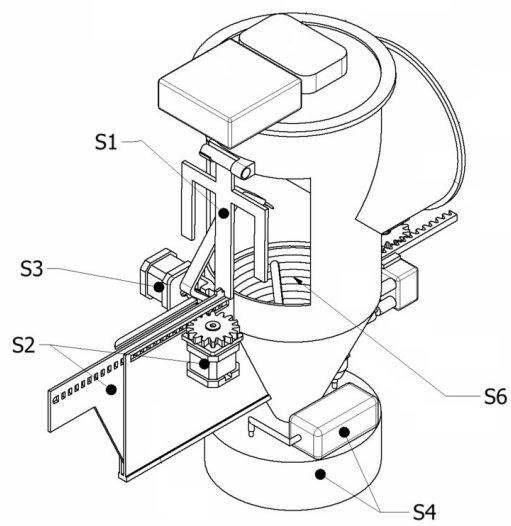


Fig.6

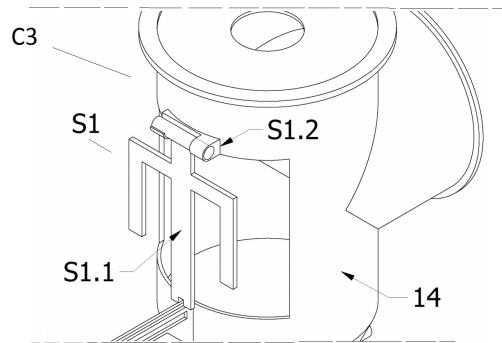


Fig. 7A

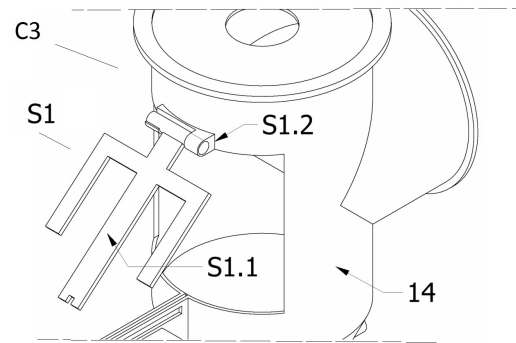


Fig. 7B

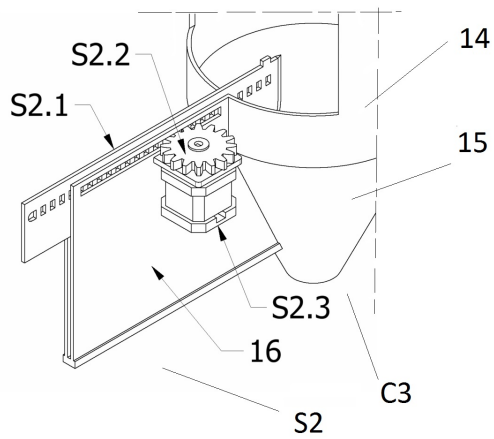


Fig. 8A

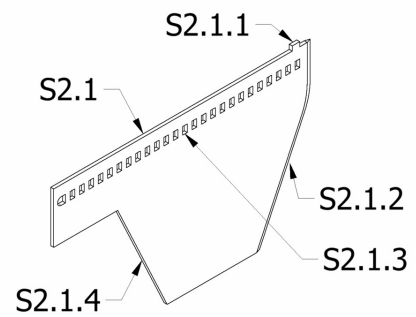


Fig. 8B

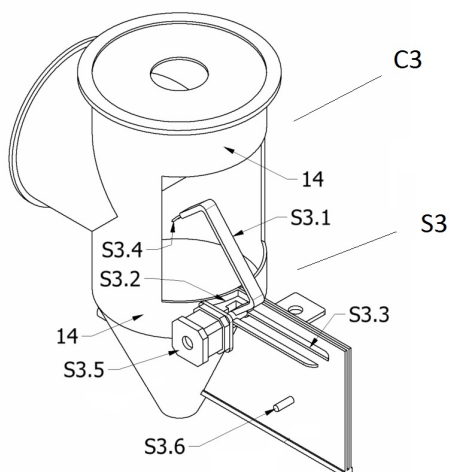


Fig.9A

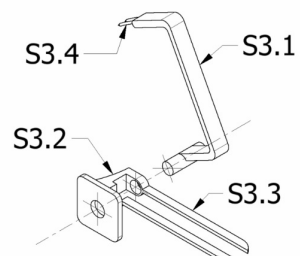


Fig.9B

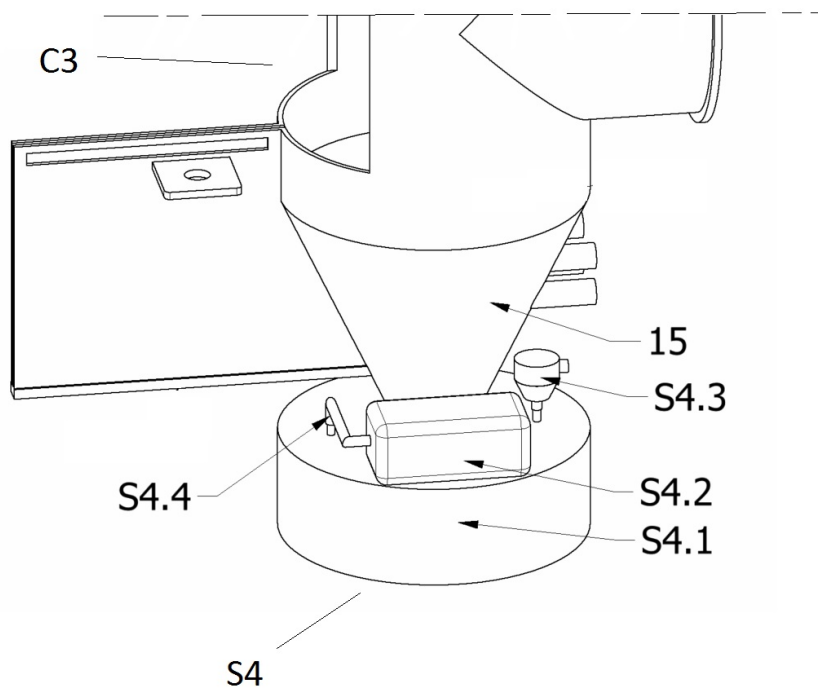


Fig.10

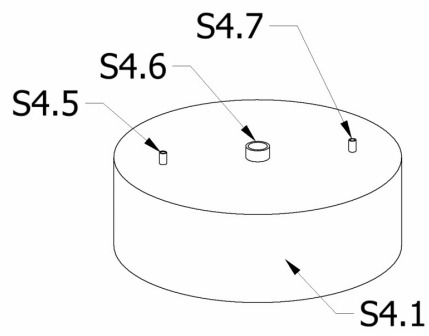


Fig.11A

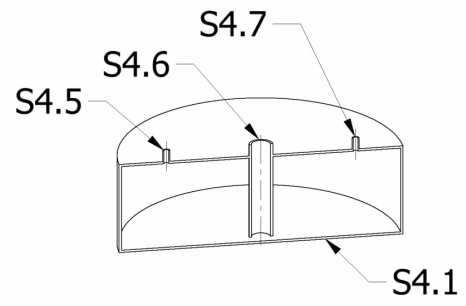


Fig.11B

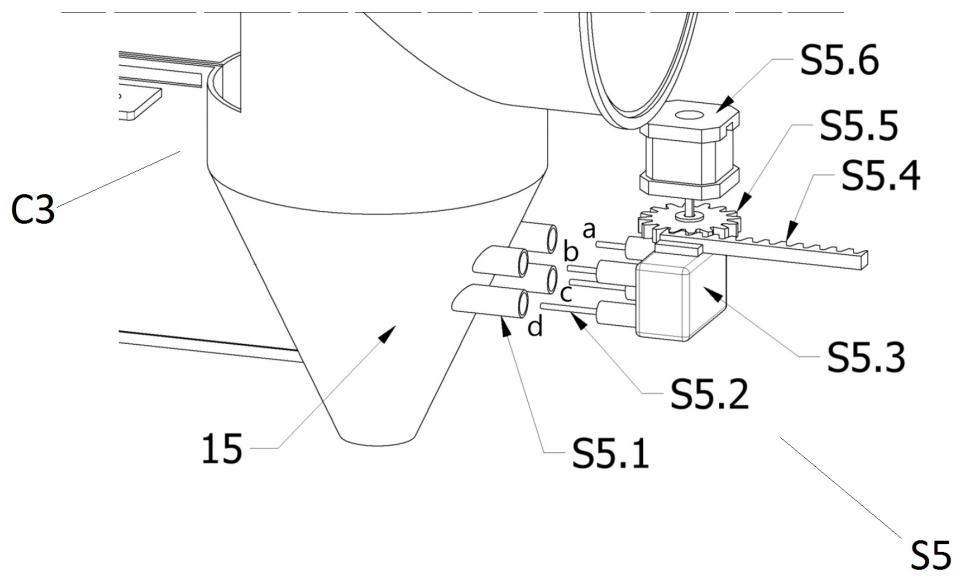


Fig.12

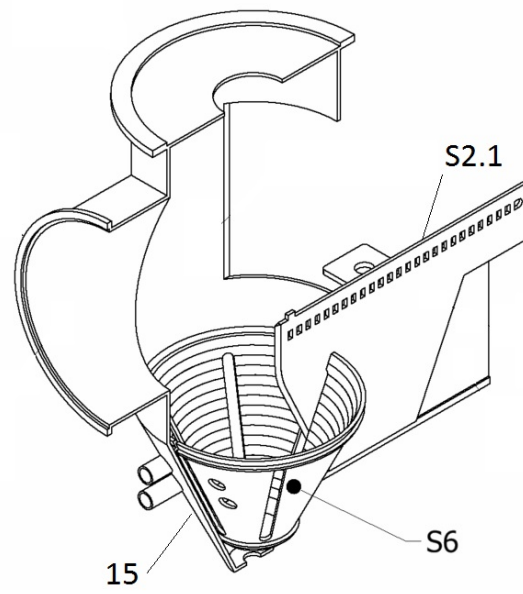


Fig.13

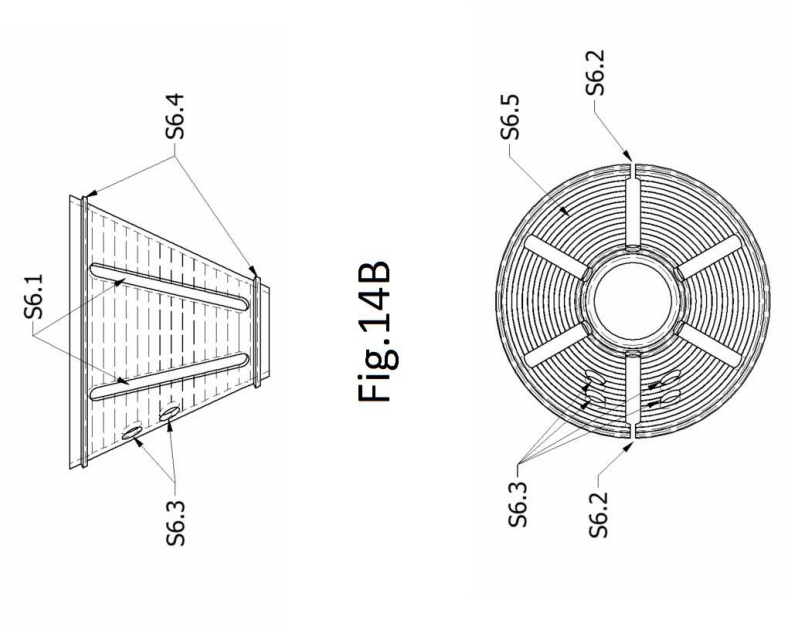


Fig. 14B

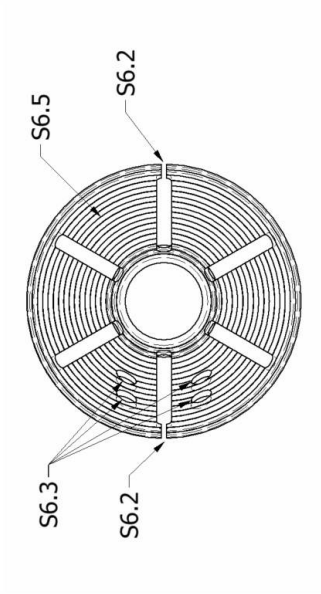


Fig. 14C

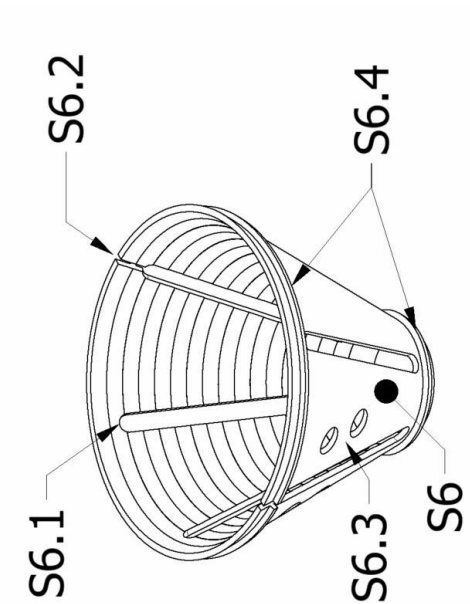


Fig. 14A

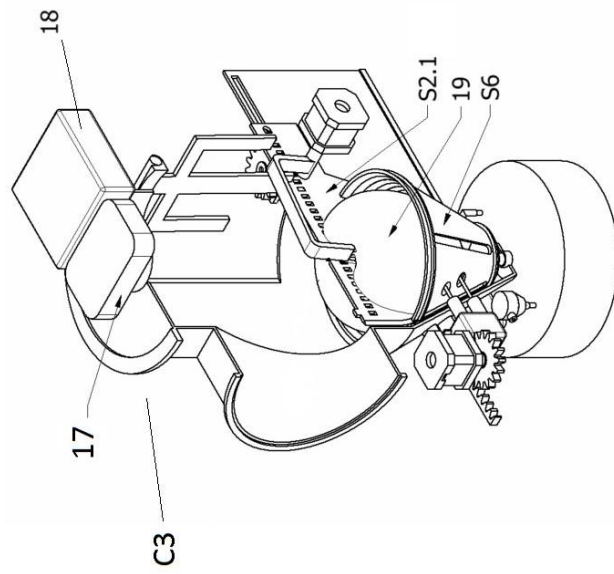


Fig.15B

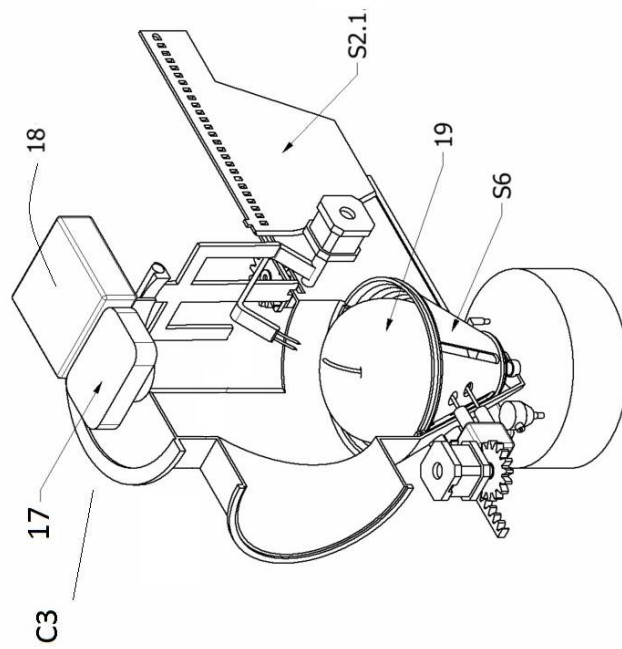


Fig.15A

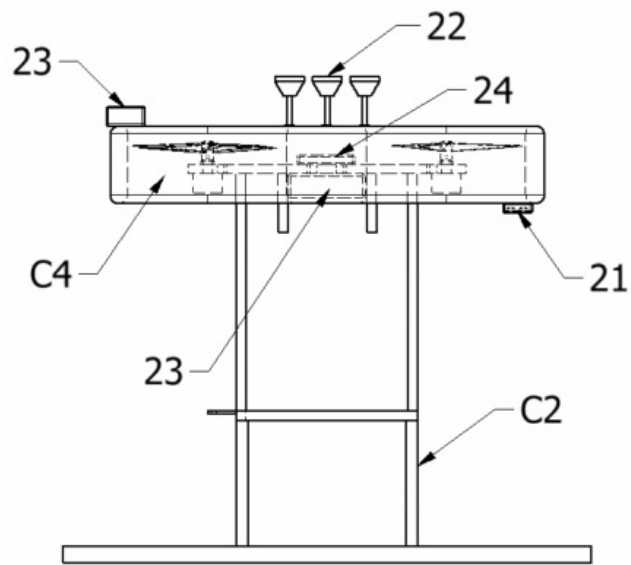


Fig.16A

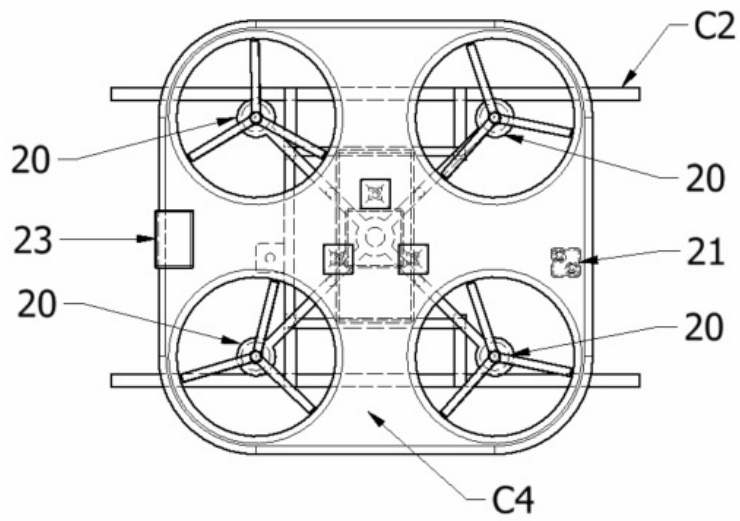


Fig.16B