

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 668 210**

21 Número de solicitud: 201830216

51 Int. Cl.:

A01G 25/16 (2006.01)

A01G 9/24 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

06.03.2018

43 Fecha de publicación de la solicitud:

17.05.2018

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

01.08.2018

Fecha de concesión:

08.11.2018

45 Fecha de publicación de la concesión:

16.11.2018

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA
(90.0%)
Ed. "La Milagrosa" Plaza Cronista Isidoro
Valverde, s/n
30202 CARTAGENA (Murcia) ES y
UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ (10.0%)**

72 Inventor/es:

**MOLINA MARTÍNEZ, José Miguel;
NICOLÁS CUEVAS, Juan Antonio;
PARRAS BURGOS, Dolores y
RUIZ CANALES, Antonio**

74 Agente/Representante:

TEMIÑO CENICEROS, Ignacio

54 Título: **SISTEMA DE TELEGESTIÓN MODULAR DEL ESTADO VEGETATIVO DE CULTIVOS Y DE SU CONSUMO DE AGUA Y NUTRIENTES**

57 Resumen:

Sistema de telegestión modular del estado vegetativo de cultivos y del consumo de agua y nutrientes de los mismos, donde se controla el riego de las plantas del cultivo, y se analizan y miden variables como la evapotranspiración, la conductividad del suelo, la salinidad y nutrientes en el agua, o la evolución del crecimiento del cultivo, con lo que se puede determinar el consumo hídrico y de los nutrientes de los cultivos, y adecuar la frecuencia y cantidad de la fertirrigación a las demandas del cultivo, además permite también la supervisión remota del estado del cultivo mediante cámaras; donde el sistema dispone de un recipiente de muestras de agua lixiviada independiente, un recipiente modular con sondas para el análisis de nutrientes, y donde todos los datos se envían, en tiempo real y de forma telemática, a una unidad electrónica de control remoto.

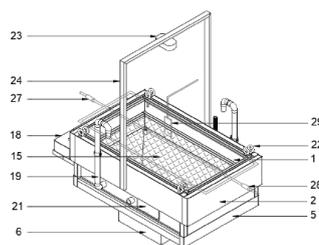


FIG.1

ES 2 668 210 B2

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

SISTEMA DE TELEGESTIÓN MODULAR DEL ESTADO VEGETATIVO DE CULTIVOS Y DE SU CONSUMO DE AGUA Y NUTRIENTES

Campo de la invención

5

La presente patente tiene por objeto un sistema de telegestión modular a través de una unidad de control electrónica que gestiona el riego y los fertilizantes aportados durante el riego a los cultivos, para lo cual se miden y se analizan variables como la evapotranspiración, la conductividad del suelo, la salinidad y nutrientes en el agua de riego y de drenaje, así como

10 la evolución del crecimiento aéreo y radicular del cultivo, permitiendo, de este modo una gestión integral del cultivo.

15

El sistema encuentra aplicación en el sector de las técnicas de regadío, de fertilización y de tratamiento de la contaminación ambiental. De forma particular, el sistema permite determinar el consumo hídrico y de nutrientes de los cultivos en explotaciones agrícolas, y adecuar la frecuencia y cantidad de la fertirrigación a las demandas del cultivo, optimizando el consumo de agua y nutrientes, y, evitando la contaminación ambiental por exceso de sales y nutrientes. Por tanto, el campo de aplicación al que va dirigida la presente invención es el sector de la agricultura, y más concretamente se engloba dentro de los dispositivos y sistemas de gestión

20 del estado de cultivos a través de una unidad electrónica de control del riego y análisis de diferentes variables como la evapotranspiración o evolución del crecimiento de dichos cultivos.

20

Estado de la técnica

25

Es conocido dentro del sector de la agricultura que, en las regiones áridas y semiáridas, la creciente competitividad por los recursos hídricos está causando importantes problemas de abastecimiento que afectan principalmente a ese sector. Además, las predicciones sobre los efectos de cambio climático en estas regiones auguran un progresivo empeoramiento de la situación actual. Por tanto, uno de los objetivos prioritarios en el manejo y gestión de los recursos hídricos destinados al riego, debe ser el desarrollo e incorporación de nuevas tecnologías que permitan una mayor eficiencia del uso del agua y un menor consumo de agua para el abastecimiento de los cultivos.

30

30

35

En este sentido, en estas zonas áridas con recursos hídricos limitados, es de suma importancia una gestión eficiente del agua de riego. Debido a la importancia de la agricultura

de regadío, la escasa precipitación y el empleo de aguas salinas, los agricultores deben maximizar la eficiencia de uso del agua de riego y, para este fin, aplicar estrategias y métodos de programación de riego más eficientes que las que aplican actualmente, basándose en medidas directas del contenido de humedad y salinidad de la zona del suelo explorada por las raíces, así como de otros nutrientes del suelo.

Aunque existen diferentes métodos para medir los requerimientos de agua de los cultivos (métodos directos: lisímetros volumétricos, lisímetros de pesada; métodos indirectos), los lisímetros de pesada son los más precisos y fiables, pero no se emplean en explotaciones comerciales debido a su elevado coste. Los lisímetros de pesada son dispositivos que se emplean en técnicas de riego y cultivo con el fin de estudiar las variaciones en peso, drenaje y consumo de agua experimentadas en un cultivo. Los lisímetros más extendidos en el mercado son aquéllos que se utilizan en suelo y requieren de obra civil para su instalación por lo que poseen una cierta complejidad y una considerable inversión económica en su instalación. Además, se trata de instalaciones fijas que no permiten su traslado a otras parcelas.

Los valores que proporcionan los equipos de lisimetría permiten conocer la evapotranspiración del cultivo, aunque para llevar la gestión adecuada del riego y fertilización también es necesario conocer el contenido de sales y nutrientes en el suelo para no disminuir el rendimiento de las cosechas y evitar la contaminación ambiental por exceso de los mismos. Para conocer dichos valores, se pueden utilizar sensores de conductividad eléctrica en el caso de las sales, y sensores de control de los niveles de calcio, potasio y nitratos, en el caso de los nutrientes del suelo de cultivo.

Por otro lado, resulta de gran interés supervisar el estado del cultivo sin necesidad de estar continuamente presente, disponiendo de toda la información recopilada en bases de datos al servicio del usuario. La incorporación de una supervisión visual remota del estado del cultivo, en continuo, permite estudiar la evolución del crecimiento del cultivo y ayudar en la gestión adecuada del mismo estimando la cobertura vegetal mediante técnicas de fotografía digital. Las fotografías se pueden obtener mediante teledetección a través de imágenes satelitales periódicas o vuelos de drones, o directamente a través de cámaras digitales a pie de la plantación. La supervisión precisa de los cultivos mediante técnicas de teledetección exclusivamente no es viable por el coste y la dependencia de otras variables, como las condiciones climáticas, considerándose la utilización de cámaras digitales a pie del cultivo la

opción más económica.

También se conoce lo divulgado en el documento ES2565127 donde se define un dispositivo para la gestión del riego de plantas que comprende un recipiente para el cultivo, medios de pesaje, medios para la recogida de agua drenada, una unidad de control configurada para activar el sistema de riego, electroválvulas para la entrada y salida del agua drenada, medios de cubrición, y un sensor de conductividad. Este documento, aun pudiendo considerarse como el más cercano en el estado de la técnica, tiene una serie de inconvenientes que radican entre otros en que no resuelve el problema de contención de un terreno, no permite la monitorización de los cultivos para obtener datos in situ, ni incorpora medios para minimizar la cantidad de finos en el agua de drenaje; por tanto, no soluciona el problema de control a tiempo real y gestión en remoto de los valores de un cultivo.

Teniendo en cuenta los problemas anteriores, se conocen diferentes divulgaciones, por ejemplo, el artículo "*A Weighing Lysimeter for Evapotranspiration*" de *Dugas et al.* donde se define un lisímetro de pesada que sirve como estructura externa para la contención del terreno que pudieran ser implementadas en sistemas conocidos. Del mismo modo se conocen diferentes divulgaciones, como por ejemplo la patente US2002167587 o el artículo "*Development of a visual monitoring system for water balance estimation of horticultural crops using low cost cameras*" de *Gonzalez-Esquivia J M et al.* donde se definen diferentes nodos de visión artificial que pueden implementarse en una estructura de telegestión de cultivos. Además, se puede considerar que también hay soluciones que permiten minimizar la cantidad de finos en el agua drenada, como por ejemplo lo divulgado en el artículo "*Experimental set-up to continuously monitor water flow and solute transport in unsaturated large weighing lysimeters*" de *Inoue & Shimizu* donde se explica un filtro de decantación constituido por un doble filtro de acero y cerámico para la retención de partículas en lisímetros.

Finalmente, se conoce lo divulgado por la patente WO2010143134, que hace referencia a un sistema de control de riego que comprende una unidad de control activa de riego cuando hay una detección de un cierto nivel de agua previamente predeterminado, donde el dispositivo opera empleando un cultivo sin suelo, por tanto, el cultivo es mediante recipientes, y donde hay sensores para determinar la salinidad del agua drenada de cada recipiente. Esta patente incorpora la solución de poder analizar la salinidad del agua.

Habida cuenta de las soluciones y antecedentes existentes en el estado de la técnica, la

5 presente invención desarrolla un nuevo sistema con el que se soluciona un problema no resuelto por ningún documento existente en el estado de la técnica, que es el de proporcionar de forma continua y en tiempo real, los parámetros de evapotranspiración, salinidad y nutrientes para gestionar y monitorizar de forma remota el riego y el correcto crecimiento de un cultivo.

Descripción de la invención

10 El sistema que a continuación se define en la presente invención consiste en un equipo que registra la entrada y salida de agua y nutrientes, en un volumen de suelo controlado. La cantidad de agua aportada y drenada se obtiene conociendo el peso en continuo; y, aplicando un balance hídrico, se determina los requerimientos de agua del cultivo en cada instante. Dado que durante el tiempo en que se produce el riego, existen dos incógnitas por determinar, es necesario medir la cantidad de agua aportada de forma independiente al registro de peso, 15 para la cual se incorporan caudalímetros de alta precisión. Los nutrientes de entrada y salida se miden mediante sensores incorporados en el equipo que permiten conocer los valores de entrada y salida, obteniendo, mediante un balance, los nutrientes retenidos en el suelo y extraídos por la planta en tiempo real o en el intervalo de tiempo considerado.

20 Todos los valores son registrados in situ y enviados por telemetría hasta un servidor, donde son procesados y puestos a disposición del usuario, permitiendo llevar a cabo la telegestión de todo el proceso. La determinación de la profundidad y el volumen de suelo que ocupan las raíces en cada instante y, por tanto, donde se debe aportar el agua y los nutrientes, se determina mediante algoritmos basados en fotografía digital. Por otro lado, el empleo de las 25 cámaras incorporadas al equipo permite llevar a cabo una supervisión remota del estado vegetativo del cultivo y de las posibles alteraciones que pudieran ocurrir. Además, el sistema permite la extracción de muestras del agua lixiviada para la cuantificación del contenido de nitratos del suelo, el nivel de salinidad, pH, u otros.

30 Los datos se recogen en equipos electrónicos en remoto de adquisición de datos y control (datalogger, autómatas programables, controladores compactos, etc.) programados con los algoritmos que permitan el almacenamiento y transmisión de datos en el tiempo previsto, el cálculo de la evapotranspiración y el control de las electroválvulas. Para ello se utilizan equipos propios desarrollados para tal fin.

35

Se ha de tener en cuenta que, a lo largo de la descripción y las reivindicaciones, el término “comprende” y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas o elementos adicionales. Además, con el objeto de completar la descripción y de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, se presenta un juego de figuras y dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo se representa lo siguiente:

Fig.1.- Muestra una vista axonométrica del ensamblaje de las piezas del sistema de telegestión modular, en tiempo real, del estado vegetativo de los cultivos y del consumo de agua y nutrientes.

Fig.2.- Muestra una vista axonométrica explosionada del ensamblaje de las piezas del sistema: la estructura de soporte del nodo de visión, el recipiente de cultivo, la estructura de contención del terreno circundante y la estructura base, según una realización preferente de la invención.

Fig.3.- Muestra una sección longitudinal explosionada del sistema de telegestión modular, en tiempo real, del estado vegetativo de los cultivos y del consumo de agua y nutrientes de los cultivos, según una realización preferente de la invención.

Fig.4.- Muestra una sección transversal del sistema de telegestión modular, en tiempo real, del estado vegetativo de los cultivos y del consumo de agua y nutrientes de los cultivos, según una realización preferente de la invención.

Para ello, teniendo en cuenta las figuras, la presente invención propone un sistema de telegestión modular, en tiempo real, del estado vegetativo de los cultivos y del consumo de agua y nutrientes, que comprende:

- un recipiente de cultivo (1) que permite la recogida del agua de drenaje, una estructura de contención (2) del terreno circundante, un recipiente de recogida del agua drenada (3) por el recipiente de cultivo; un sistema de pesaje del recipiente de cultivo (8) y un sistema de pesaje (9) del recipiente de recogida del agua drenada por el recipiente de cultivo; una estructura base (5) para la nivelación del sistema y la transmisión de cargas al terreno;
- un recipiente para evacuación (6) del agua drenada procedente del recipiente de cultivo al exterior, y para el achique de las aguas pluviales y de infiltración y un recipiente para la recogida de muestras (7) del agua lixiviada situado en el interior;
- medios de pesaje (8) del recipiente de cultivo situados bajo el recipiente de cultivo (1), de

modo que el peso del recipiente de cultivo descansa sobre ellos;

- una unidad de control electrónica configurada para activar el sistema que permite el riego de la plantación hortícola en el recipiente de cultivo (1) hasta que los primeros medios de pesaje (8) registren una disminución de peso igual al peso del consumo hídrico obtenido. La unidad de control es la misma para todo el conjunto. La disminución y aumento del peso se lleva a cabo mediante células de carga o sensores equivalentes. Durante el periodo de tiempo en el que se produce el riego, la unidad de control mide con un caudalímetro externo la evapotranspiración como la diferencia entre el aumento de peso y la cantidad de agua aportada, y en el caso de que se produzca un riego en exceso, este exceso es detectado por el aumento del drenaje;

- medios de pesaje (9) del recipiente de recogida del agua drenada por el recipiente de cultivo situados sobre una estructura (4) bajo la superficie del recipiente de cultivo, de modo que el peso del recipiente de cultivo cuelga de ellos;

- una válvula motorizada (10) para controlar el vaciado del recipiente de cultivo;

- una válvula motorizada (11) para controlar el vaciado del recipiente de recogida del agua drenada procedente del recipiente de cultivo;

- una micro-bomba (12) de succión de agua sumergible para la extracción de agua del recipiente de recogida de agua drenada (3) al recipiente de muestreo (7);

- la extracción de agua del recipiente de recogida de agua drenada (3) al recipiente de muestreo (7) se puede hacer también por una disposición de depósitos que viertan por gravedad o diferencia de cota;

- un tubo (13) para el vertido del agua lixiviada extraída del recipiente de recogida del agua drenada (3) al recipiente de muestreo (7);

- una válvula motorizada (14) para controlar el vaciado del recipiente de muestreo;

- un filtro de decantación (15) para reducir el contenido de finos que pudieran pasar a través de la lámina geotextil situada en el fondo del recipiente de cultivo. Este filtro se ubica en la salida del agua lixiviada del recipiente de cultivo (1);

- un sistema de nivelación (16) del recipiente de cultivo (1), que consiste en unos tornillos de nivelación regulables en altura;

- un sistema de nivelación (17) de la estructura de contención del terreno circundante, que consiste en unos tornillos de nivelación regulables en altura;

- un recipiente modular (18) con sistema de sondas para la medición en continuo y en tiempo real del agua lixiviada del recipiente de cultivo, donde estas sondas detectan los valores relacionados con los nutrientes como son los nitratos, nitritos, fosfatos u otras;

- unas tuberías (20) para extracción del agua lixiviada del recipiente de muestreo al recipiente

modular del sistema de sondas; donde la extracción puede ser implementada con al menos una bomba, ya sea independiente o compartida, controlada por electroválvulas;

- unas tuberías para la ventilación del interior del sistema (19);

- una ventana de inspección (21) del interior del sistema;

5 - unos estribos removibles (22) para el montaje y desmontaje del recipiente de cultivo y la estructura de contención del terreno circundante;

- un nodo de visión artificial (23) para el seguimiento remoto de la evolución del cultivo y la estructura de soporte (24) del nodo de visión artificial;

10 - una superficie regulable que consiste en un sistema para la adaptación de la profundidad radicular del cultivo;

- un caudalímetro a la entrada del sistema de riego (27) que permite la lectura del caudal sobre el recipiente de cultivo (1);

- un caudalímetro a la salida del sistema de riego (28) que permite la lectura del caudal sobre el recipiente de cultivo (1); y

15 - un sensor de conductividad eléctrica (29) en el interior del recipiente de cultivo, que permite evaluar la salinidad del suelo, enviando la información a un datalogger externo; y

- una unidad de control configurada para activar el sistema del riego un tiempo adicional en función de la conductividad eléctrica del suelo contenido en el recipiente de cultivo (1) detectado por el sensor de conductividad eléctrica (29).

20

Puede haber uno o varios depósitos de muestreo para realizar diferentes análisis del agua lixiviada diferenciando cada uno por periodos de tiempo u otras características. También se destaca que la extracción de agua del recipiente de recogida de agua drenada (3) al recipiente de muestras (7) se puede hacer por una disposición de depósitos que viertan por gravedad o diferencia de cota por medio de una tubería (26). También, como ya se ha adelantado, se da la opción de que la forma de extraer el agua del recipiente de muestreo al recipiente modular del sistema de sondas se pueda hacer por una bomba independiente o una bomba compartida y controlada por electroválvulas.

25

30 El sistema tiene la particularidad de poder proporcionar conjuntamente, a tiempo real y de forma gestionable en remoto, los valores de evapotranspiración, salinidad y nutrientes. Para ello, tal como se acaba de exponer, el sistema incorpora un recipiente de muestras (7) de agua lixiviada separado e independiente, al que se hace llegar el agua de lixiviación desde el recipiente de agua de drenaje (3), y del que se pueden extraer automáticamente muestras
35 para su análisis automatizado en un recipiente modular (18) con sondas, todo ello gestionado

mediante una unidad de control electrónica, con el cual se produce el efecto técnico de permitir una medida continua en tiempo real de los nutrientes presentes en el agua lixiviada combinada con las medidas de peso del recipiente de drenaje necesarias para establecer el balance hídrico. En concreto, los valores de salinidad, temperatura y conductividad eléctrica por medio de los sensores de conductividad eléctrica (29); la evapotranspiración con los medios de pesaje (8) y (9); y los diferentes valores de nutrientes con las sondas del recipiente modular (18), siendo todo gestionado por medio de la unidad de control electrónica. Por lo tanto, el sistema permite obtener de forma continua, y en tiempo real, los parámetros de evapotranspiración, salinidad y nutrientes para gestionar de forma remota el riego del cultivo.

Descripción detallada de una realización preferente de la invención

En las Figuras 1 a 4 se observa una realización preferente de la invención, y a continuación, de acuerdo con dichas figuras se explica un modo de llevar dicha invención a la práctica y su funcionamiento en lo relativo a la cuantificación de la demanda hídrica del cultivo, la cuantificación de los nutrientes, y la supervisión remota del cultivo mediante visión artificial.

El sistema comprende una primera estructura para la contención del terreno (2), un recipiente que contiene una porción de la plantación del cultivo hortícola (1), una estructura base (5) de apoyo con el terreno, y una estructura (24) con un nodo de visión artificial (23). La estructura base (5) contiene una caja abierta en la parte inferior con perforaciones en la superficie del fondo que permite la evacuación del agua drenada procedente del recipiente de cultivo (1), del aumento del nivel freático o de precipitaciones intensas. También incorpora unos medios de pesaje (8) que miden el peso del recipiente de cultivo (1) posicionados en el interior de la estructura para la contención del terreno (2); y medios de pesaje (9) del recipiente de recogida del agua drenada procedente del recipiente de cultivo están constituidos por células de carga o sensores equivalentes.

La cota superior del recipiente de cultivo (1) y la cota superior de la estructura de contención del terreno circundante (4) están al nivel del suelo, quedando enterrados el recipiente de cultivo (1), la estructura de contención del terreno circundante (2), los medios de pesaje (8) del recipiente de cultivo, el recipiente de recogida del agua drenada (3), los medios de pesaje (9) del recipiente de recogida del agua drenada, el recipiente para evacuación (6) del agua drenada procedente del recipiente de cultivo al exterior y el recipiente para la recogida de muestras (7) del agua lixiviada.

Adicionalmente, el sistema comprende un recipiente para la recogida de agua drenada (3) procedente del recipiente de cultivo sostenido con un medio de pesaje por la estructura de contención del terreno. También dispone de una unidad de control electrónica configurada para activar el sistema que permite el riego de la plantación hortícola en el recipiente de cultivo (1) hasta que los primeros medios de pesaje (8) registren una disminución de peso igual al peso del consumo hídrico obtenido y una unidad de control configurada para activar el sistema del riego un tiempo adicional en función de la conductividad eléctrica del suelo contenido en el recipiente de cultivo (1). El sistema dispone a su vez de un filtro de decantación (15) para reducir el contenido de finos que pudieran pasar a través de la lámina geotextil situada en el interior del recipiente de cultivo (1). Este filtro se sitúa a la salida del agua drenada del recipiente de cultivo (1) y soporta una válvula motorizada (10) para controlar su vaciado.

Cara a la definición de los elementos hidráulicos del sistema, este comprende una primera electroválvula (10) configurada para habilitar la entrada del agua drenada por el recipiente de cultivo (1) en el recipiente de recogida del agua drenada procedente del recipiente de cultivo (3), estando la electroválvula en comunicación con la unidad de control; y una segunda electroválvula (11) configurada para habilitar el vaciado del recipiente de recogida del agua drenada (3) procedente del recipiente de cultivo, donde dicha segunda electroválvula (11) de drenaje está en comunicación con la unidad de control; un sistema hidráulico para extraer el agua lixiviada del recipiente de recogida de agua drenada (3) y verterla al recipiente de muestras (7) sin interferir con ningún elemento asegurando la precisión de los datos de los medios de pesaje (9); un sistema de control del agua drenada procedente del recipiente de cultivo (1) al recipiente de drenaje (3) y la gestión del agua lixiviada por este sistema para su evacuación procedente del recipiente de recogida del agua drenada (3) y del recipiente para la recogida de muestras (7); y un recipiente modular (18) con un conjunto de sondas que analizan el agua en continuo y en tiempo real, enviando datos de forma automatizada, y unas tuberías (20) que extraen el agua lixiviada del recipiente de muestras (7).

Adicionalmente, el sistema comprende medios para cubrir superiormente la parte comprendida entre el recipiente de cultivo (1) y el borde perimetral de la estructura de contención del terreno circundante (2); un sistema regulable en profundidad en el interior del recipiente de cultivo (1) que se posiciona según las necesidades radiculares de cada cultivo; y una ventana (21) posicionada en la estructura de contención del terreno (2) para inspeccionar el interior del sistema; permite comprobar visualmente la independencia del

recipiente de recogida del agua drenada (3) por el recipiente de cultivo (1), de modo que no interfiera con otros elementos alterando las medidas obtenidas con el medio de pesaje (9).

En cuanto a la cuantificación de la demanda hídrica del cultivo, los caudalímetros situados a la entrada (27) y a la salida (28) del sistema de riego registran el caudal que atraviesa el sistema riego y envían la información a un registrador de datos, comúnmente denominado dentro del sector tecnológico como datalogger. El recipiente de cultivo (1) se dispone sobre los medios de pesaje (8) cuantificando la variación del peso del terreno de cultivo debido al agua percolada y al agua evapotranspirada, enviando la información a un datalogger. Se utiliza una válvula motorizada (10) para controlar el vaciado del recipiente de cultivo. Para una adaptación a los diferentes tipos de cultivo, el recipiente de cultivo (1) contiene un sistema regulable en profundidad que se posiciona según las necesidades radiculares de cada cultivo. El recipiente de recogida del agua drenada procedente del recipiente de cultivo (3) se dispone colgado de los medios de pesaje (9) cuantificando la variación del peso debida al agua percolada, enviando la información a un datalogger. Se utiliza una válvula motorizada (11) para controlar el vaciado del recipiente de recogida del agua drenada (3) procedente del recipiente de cultivo. A partir de la información enviada al datalogger se determina la evapotranspiración del cultivo. El recipiente para evacuación del agua drenada procedente del recipiente de cultivo al exterior, y para el achique de las aguas pluviales y de infiltración (6), entra en funcionamiento si el agua supera una altura previamente establecida. El agua es extraída a través de la estructura base para nivelación del sistema y transmisión de cargas al terreno (5). Durante la fase de montaje, el sistema de nivelación del recipiente de cultivo (16) permite repartir uniformemente la carga sobre las células de carga o sensores equivalentes. Tras su puesta en servicio, la estructura base (5) permite la nivelación del sistema frente a posibles asientos diferenciales. Los estribos removibles (22) permiten el fácil montaje y desmontaje del recipiente de cultivo (3) y la estructura de contención del terreno circundante (2). La ventana de inspección del interior del sistema (21) permite comprobar visualmente la independencia del recipiente de recogida del agua drenada (3) por el recipiente de cultivo (1), de modo que no interfiera con otros elementos alterando las medidas.

Por otro lado, para la cuantificación de los nutrientes, en el recipiente de cultivo (3) se aloja un sensor de conductividad eléctrica (29) que permite evaluar la salinidad del suelo, enviando la información a un datalogger. El recipiente de recogida del agua drenada procedente del recipiente de cultivo (3) dispone en su interior de una micro-bomba de succión de agua sumergible (12) y un tubo (13) para el vertido del agua lixiviada extraída del mismo al

recipiente de muestras (7) de agua lixiviada . Esta operación se puede realizar también por una distribución de depósitos de forma que puedan verter de uno a otro por gravedad o diferencia de cota. Unas tuberías (25) para extracción del agua lixiviada permite recogerlas para su traslado al laboratorio y su posterior análisis en un laboratorio. Se utiliza una válvula motorizada (14) para controlar el vaciado del recipiente para la recogida de muestras (7) del agua lixiviada. Para una medición en continuo y en tiempo real se acopla un sistema que consiste en un recipiente modular con un conjunto de sondas (18) con las que se analiza de forma automatizada el agua, y unos tubos (20) a través de los cuales se extrae el agua lixiviada del recipiente de muestras (3). Todos los datos son enviados a un datalogger.

10

En cuanto a la supervisión remota del cultivo mediante visión artificial, la estructura de soporte (24) del nodo de visión artificial (23) permite la captura de imágenes del recipiente de cultivo (1). Las imágenes son enviadas a un sistema de adquisición de datos en la nube para realizar la supervisión remota del estado del cultivo, al igual que la unidad de control electrónica comprende algoritmos de visión a partir del tratamiento de imágenes digitales obtenidas para conocer la profundidad radicular del cultivo

15

Se debe tener en cuenta, tal como se ha adelantado con anterioridad, que el datalogger previamente descrito se encuentra comprendido en la unidad de control electrónica, por tanto, desde dicha unidad de control electrónica se puede obtener de forma continua, y en tiempo real, los parámetros de evapotranspiración, salinidad y nutrientes para gestionar de forma remota el riego del cultivo.

20

25

REIVINDICACIONES

1.- Sistema de telegestión modular del estado vegetativo de los cultivos y del consumo de agua y nutrientes, que comprende un recipiente que contiene una porción de la plantación de cultivo (1) hortícola, un recipiente de recogida del agua drenada (3) por el recipiente de cultivo y un filtro de decantación (15) entre ambos; y un recipiente para evacuación (6) del agua drenada para el achique de las aguas pluviales y de infiltración; donde en el recipiente de cultivo (1) y en el recipiente de recogida del agua drenada (3) se disponen respectivamente de unos medios de pesaje (8-9) que junto con unos caudalímetros (27-28) cuantifican la variación del peso del terreno y la cuantificación de la demanda hídrica del cultivo; donde en el recipiente de cultivo (1) se aloja un sensor de conductividad eléctrica (29) que evalúa la salinidad; y donde el sistema dispone de un nodo de visión artificial (23) para el seguimiento remoto de la evolución visual del cultivo, estando el nodo sustentado en una estructura de soporte (24), y una unidad de control en remoto configurada para activar el sistema de riego y que permite el tratamiento de imágenes digitales; en el que el sistema se caracteriza por que además comprende:

- un sistema para extraer el agua lixiviada del recipiente de recogida de agua drenada (3) consistente en una micro-bomba de succión (12) sumergible y un tubo (13) de vertido de dicha agua lixiviada en un recipiente de muestras (7), que es un recipiente independiente;
- un recipiente modular (18) con un conjunto de sondas que analizan en continuo y de forma automatizada los datos de los nutrientes del agua procedente del recipiente de recogida de muestras (7) del agua lixiviada, la cual se extrae por medio de unos tubos (20) que comunican ambos recipientes; y
- donde el sensor de conductividad eléctrica (29), los medios de pesaje (8-9), y las sondas del recipiente modular (18) envían en tiempo real y de forma telemática los datos obtenidos a un datalogger comprendido en la unidad de control electrónica del sistema.

2.- Sistema de telegestión modular del estado vegetativo de los cultivos y del consumo de agua y nutrientes, según la reivindicación 1, que se caracteriza por que el recipiente para la recogida de muestras (7) se encuentra ubicado en el interior del recipiente de evacuación (6).

3.- Sistema de telegestión modular del estado vegetativo de los cultivos y del consumo de agua y nutrientes, según la reivindicación 1, que se caracteriza por que en el recipiente para la recogida de muestras (7) se dispone de unas tuberías (25) para extracción del agua lixiviada que permite recoger muestras para su traslado al laboratorio y su posterior análisis en un

laboratorio.

4.- Sistema de telegestión modular del estado vegetativo de los cultivos y del consumo de agua y nutrientes, según la reivindicación 1, que se caracteriza por que en la extracción del agua del recipiente de muestras (7) al recipiente modular (18) se dispone de al menos una bomba controlada por electroválvulas.

5.- Sistema de telegestión modular del estado vegetativo de los cultivos y del consumo de agua y nutrientes, según la reivindicación 1, que se caracteriza por que el vertido del agua lixiviada en el recipiente de muestras (7) es por gravedad o diferencia de cota.

6.- Sistema de telegestión modular del estado vegetativo de los cultivos y del consumo de agua y nutrientes, según la reivindicación 1, que se caracteriza por que se dispone de una válvula motorizada (14) para controlar el vaciado del recipiente para la recogida de muestras (7) del agua lixiviada.

7.- Sistema de telegestión modular del estado vegetativo de los cultivos y del consumo de agua y nutrientes, según la reivindicación 1, que se caracteriza por que los medios de pesaje (9) del recipiente de recogida del agua drenada (3) que envían la información al datalogger están constituidos por células de carga.

8.- Sistema de telegestión modular del estado vegetativo de los cultivos y del consumo de agua y nutrientes, según la reivindicación 1, que se caracteriza por que la unidad de control electrónica comprende algoritmos programados para el cálculo de la evapotranspiración, el tratamiento de imágenes y la activación del sistema de riego.

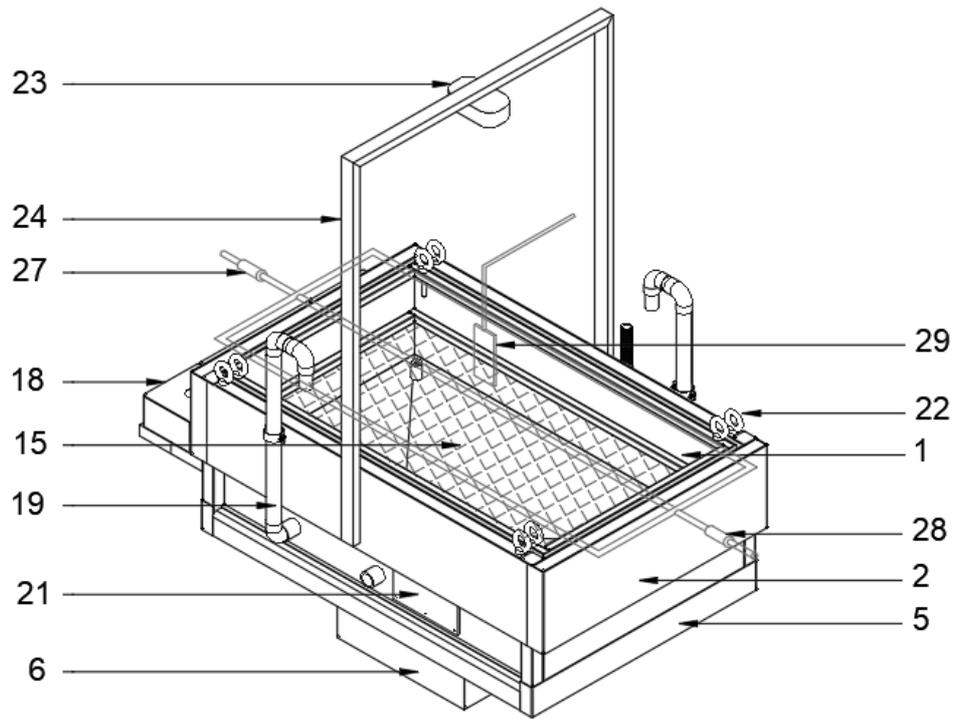


FIG.1

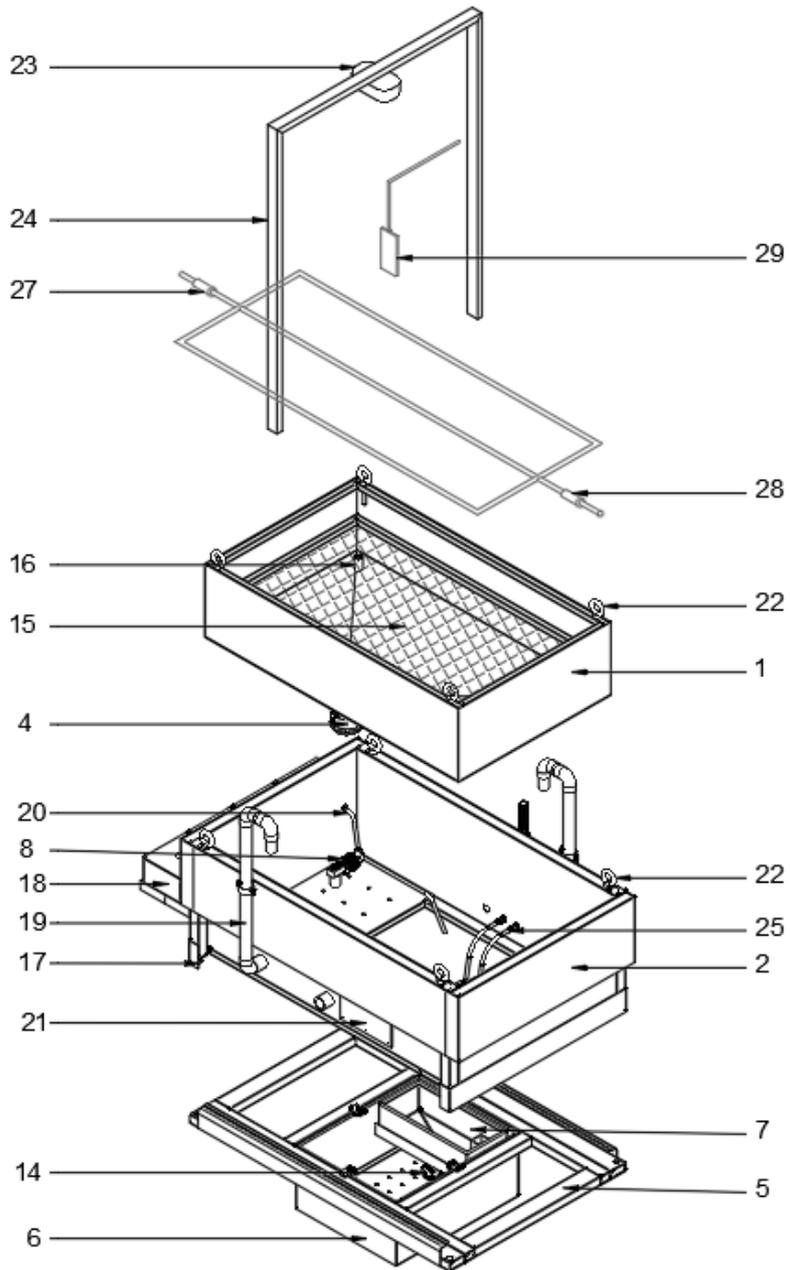


FIG.2

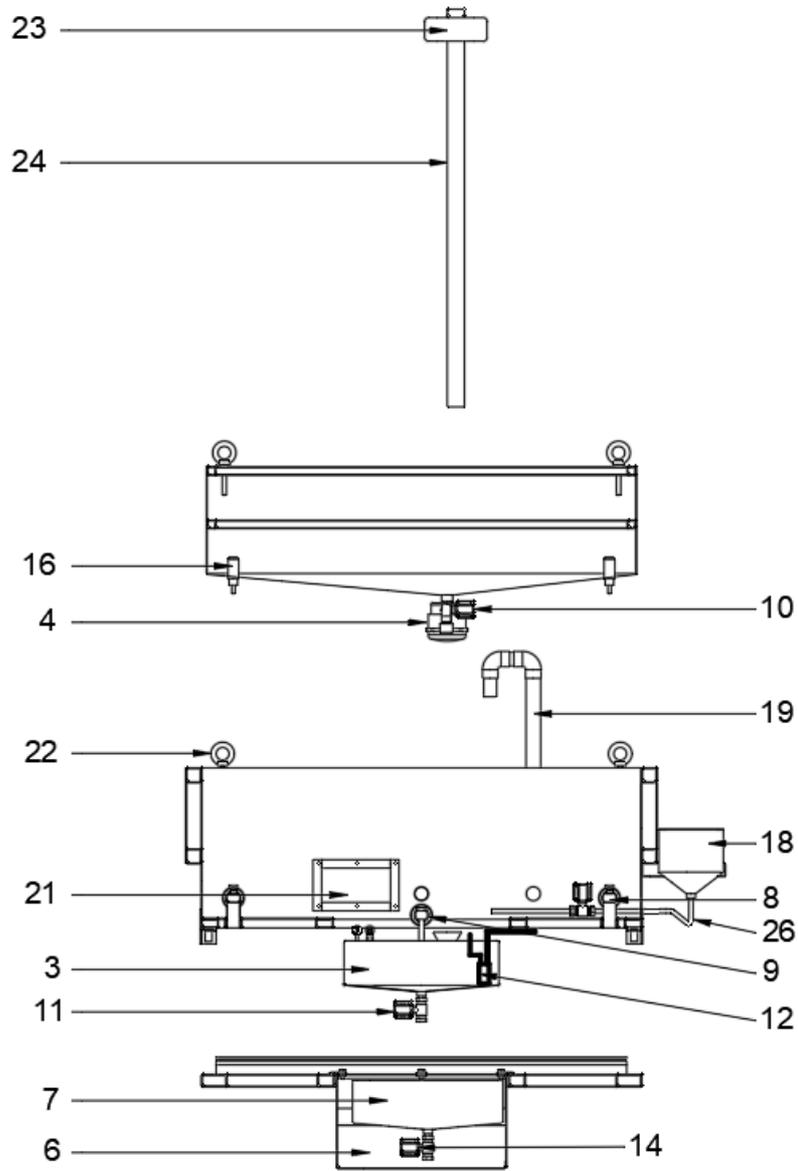


FIG.3

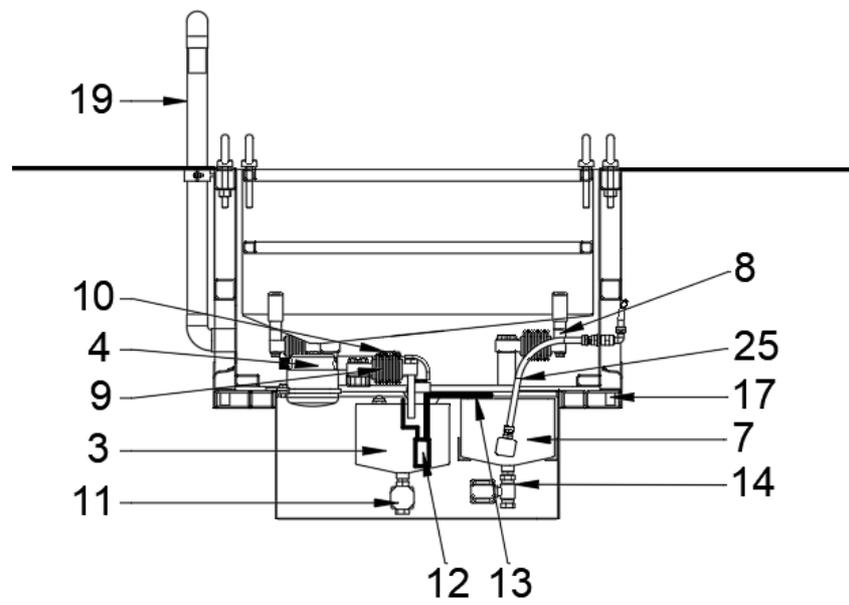


FIG. 4