

## A new patented portable weighing lysimeter for horticultural crops supervision

## La patente de un nuevo lisímetro de pesada transportable para la supervisión de cultivos hortícolas

J.A. Nicolás-Cuevas<sup>\*1</sup>, D. Parras-Burgos<sup>2</sup>, L. Ruiz-Peñalver<sup>1</sup>, J.M. Molina-Martínez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Investigación de Ingeniería Agromónica y del Mar, Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), Paseo Alfonso XIII, 48, 30203 Cartagena. Spain

<sup>2</sup>Departamento de Estructuras, Construcción y Expresión Gráfica, UPCT, C/ Doctor Fleming, s/n, 30202 Cartagena. Spain

\*juan.nicolas@upct.es

### **Abstract**

**In semi-arid regions it is of great importance to know exactly the water and nutrient requirements of horticultural crops. Its knowledge prevents the inefficiency in water use and the contamination of soils, water and crops. A patent of a new portable weighing lysimeter is presented, whose originality comes from its remarkable shape and from its integration into horticultural crops. The complete portable weighing lysimeter consists of several connected modules improving its outputs. After a brief presentation of the state of the art, the new patented lysimeter is described and the modules are shown. A set of agricultural devices have been collected oriented to evaluate the water balance and the soil nutrients. The patented device allows the determination of the water balance, the remote supervision of the crop and a customized evaluation of the soil nutrients of interest to the user.**

**Keywords:** water resources; precision agriculture; soil nutrients; design.

### **Resumen**

**En las regiones semiáridas es de gran importancia conocer con exactitud los requerimientos de agua y nutrientes de los cultivos hortícolas, evitando la ineficiencia en el uso del agua y la contaminación de suelos, aguas y cultivos. Se presenta la patente de un nuevo de lisímetro de pesada transportable, cuya originalidad radica en sus reducidas dimensiones para su integración en cultivos hortícolas. El nuevo lisímetro de pesada transportable consta de varios módulos que permiten mejorar sus prestaciones. Tras una breve presentación del estado del arte, se describe el nuevo lisímetro patentado y se explican los diferentes módulos. En él se unifican un conjunto de dispositivos agrícolas orientados a evaluar el balance hídrico y los nutrientes del suelo. El dispositivo patentado permite la determinación del balance hídrico, la supervisión remota del cultivo y una evaluación personalizada de los nutrientes del suelo de interés para el usuario.**

**Palabras clave:** recursos hídricos; agricultura de precisión; nutrientes del suelo; diseño.

## 1. INTRODUCCIÓN

En regiones semiáridas, la determinación de las necesidades hídricas de los cultivos y sus nutrientes es de una gran importancia. Una correcta gestión del agua y de los nutrientes mejora la eficiencia de los recursos hídricos y evita la contaminación de suelos y aguas subterráneas (1).

Existen diversos dispositivos para estimar la evapotranspiración de un cultivo, entre los que destaca el lisímetro de pesada, al proporcionar los valores más precisos (2). No obstante, estos equipos suelen ser de grandes dimensiones y no incorporan sistemas para el análisis de los nutrientes del agua drenada o la supervisión remota del cultivo.

El objetivo de este trabajo es mostrar la patente realizada que solventa los inconvenientes anteriores, proporcionando una instalación ajustada al cultivo y una evaluación de sus necesidades hídricas y de nutrientes.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Sistema para el balance hídrico

Para la elaboración de la patente tuvo en cuenta lo expuesto en la patente ES2565127 (3), donde se muestra un dispositivo para la gestión del riego de plantas en maceta. Además, considerando los problemas de instalación de los lisímetros de pesada, se revisó el lisímetro propuesto por Dugas (4), utilizando una estructura externa de acero para la contención del terreno.

### 2.2 Sistema para el análisis de nutrientes

Existen soluciones que permiten reducir la cantidad de finos en el agua drenada mediante un filtro de decantación, constituido por un doble filtro de acero y cerámico para la retención de partículas en lisímetros (5). Además hay sistemas de control de riego con sensores para determinar la salinidad del agua drenada (6).

### 2.3 Sistema para la supervisión remota del cultivo

Se habían publicado diferentes artículos donde se definían nodos de visión artificial que podían incorporarse en la estructura, permitiendo la supervisión remota del cultivo y la monitorización de la evolución de su estado vegetativo (7,8).

## 3. RESULTADOS

El sistema constó de tres módulos (Fig. 1): A) Módulo para la determinación del balance hídrico mediante un sistema de contención del terreno, con un recipiente para el cultivo hortícola y un recipiente para la recogida de agua drenada. B) Módulo para la recogida del agua lixiviada del recipiente de cultivo con sondas para la medición en tiempo real de los nutrientes. C) Módulo de visión artificial para la supervisión remota del cultivo.

### 3.1 Sistema para el balance hídrico

El módulo estaba formado por un recipiente para la recogida de agua drenada procedente del recipiente de cultivo sostenido mediante un sistema de pesada en la estructura de contención del terreno (Fig. 1-A).

### 3.2 Sistema para el análisis de nutrientes

Los nutrientes de entrada y salida se medían mediante sensores incorporados en el equipo. El sistema permitía la extracción de muestras del agua lixiviada para la cuantificación del contenido de nitratos del suelo, el nivel de salinidad o el pH entre otros. Para la cuantificación de

los nutrientes, en el recipiente de cultivo se alojó un sensor de conductividad eléctrica que permitía evaluar la salinidad del suelo. Se acopló un recipiente modular con un conjunto de sondas con las que se analizaba de forma automatizada el agua, y unos tubos a través de los cuales se extraía el agua lixiviada del recipiente de muestras (Fig. 1-B). Todos los datos eran enviados a un *datalogger*.

### 3.3 Sistema para la supervisión remota del cultivo

El empleo de cámaras incorporadas al equipo permitía llevar a cabo la supervisión remota del cultivo. La estructura de soporte del nodo de visión artificial permitía la captura de imágenes del recipiente de cultivo (Fig. 1-C). Las imágenes eran enviadas a un sistema de adquisición de datos para la supervisión remota del cultivo, que comprendía algoritmos para conocer la profundidad radicular del cultivo.

Los datos se recogían en equipos electrónicos para el cálculo de la evapotranspiración y la gestión de los nutrientes mediante el control de electroválvulas. La unificación de estos sistemas mediante módulos acoplados dio como resultado la patente del trabajo: Sistema modular de gestión remota en tiempo real del estado vegetativo de los cultivos y del consumo de agua y nutrientes (9).

## 4. CONCLUSIONES

En esta comunicación se ha presentado un nuevo lisímetro de pesada transportable para la supervisión de cultivos hortícolas. La invención propuesta resuelve los inconvenientes de otros lisímetros tales como la contención del terreno, la incorporación de medios para supervisar los cultivos y la obtención de datos sobre los nutrientes del agua drenada, en función de las necesidades del usuario.

## 5. AGRADECIMIENTOS

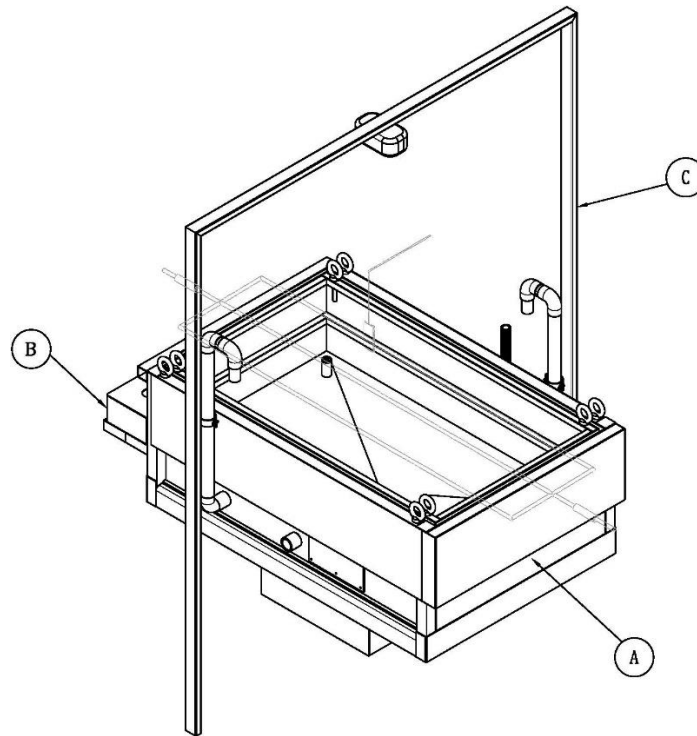
Los autores agradecen el apoyo financiero del Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO) y del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) para la realización de proyectos de investigación. Referencia: AGL2015-66938-C2-1-R. También se agradece la colaboración de la empresa TeleNatura EBT S.L.

## 6. REFERENCIAS

1. Ongley ED. Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos (Estudio FAO Riego y Drenaje-55). GEMS/Water Collab Cent Canada Cent Int Waters. 1997;21-37.
2. López-Urrea R, Martín de Santa Olalla F, Fabeiro C, Moratalla A. Testing evapotranspiration equations using lysimeter observations in a semiarid climate. *Agric Water Manag.* 2006;85(1-2):15-26. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377406000965>
3. García Fernández Pacheco D, Intrigliolo Molina DS, Molina Martínez JM, Ruiz Peñalver L. Sistema de cuantificación del balance hídrico para sistema de riego de plantas cultivadas en maceta. 2016. <http://hdl.handle.net/10317/5507>
4. Dugas WA, Upchurch DR, Ritchie JT. A Weighing Lysimeter for Evapotranspiration and Root Measurements 1. *Agron J.* 1985;77(5):821-5.
5. Inoue M, Shimizu T. Experimental set-up to continuously monitor water flow and solute transport in unsaturated large weighing lysimeters. *Res Pap Annu Rep Arid L Res Center, Tottori Univ.* 1997;1-14.
6. Rothem G. Apparatus for irrigating plants. WO 2010/143134 A1, 2010.
7. Esquivá JM, Oates M, García-Mateos G, Moros Valle B, Martínez J, Ruiz-Canales A. Development of a visual monitoring system for water balance estimation of horticultural crops using low cost cameras. *Comput Electron*

Agric. 2017;141:15–26.

8. González-Esquivá JM, García-Mateos G, Escarabajal-Henarejos D, Hernández-Hernández JL, Ruiz-Canales A, Molina-Martínez JM. A new model for water balance estimation on lettuce crops using effective diameter obtained with image analysis. *Agric Water Manag.* 2017;183:116–22. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377416304620>
9. Molina Martínez JM, Nicolás Cuevas JA, Parras Burgos D, Ruiz Canales A. Sistema de Telegestión modular del estado vegetativo de cultivos y de su consumo de agua y nutrientes [Internet]. Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM); Número de publicación: 2 668 210 Número de solicitud: 201830216, 2018. <http://hdl.handle.net/10317/8605>



**Figura 1.** Vista ensamblada del lisímetro. A) Módulo para la determinación del balance hídrico. B) Módulo para la recogida del agua lixiviada del recipiente de cultivo C) Módulo de visión artificial para la supervisión remota del cultivo.