

MONITORIZACIÓN DEL ESTADO HÍDRICO Y SALINO DEL SUELO ENARENADO EN CULTIVO INTENSIVO DE MELON BAJO PLÁSTICO

M.A. Domene¹, A. Solé-Benet¹, F. Domingo¹,
R.B. Thompson², M. Gallardo² y M.D Fernández³

1. Estación Experimental de Zonas Áridas, CSIC, General Segura, 1, 04001 - Almería.

2. Dpto. de Producción Vegetal, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Almería, 04120 - Almería.

3. Estación Experimental Las Palmerillas, Cajamar, Ctra. Nacional 340, km 416,7 04700 - El Ejido, Almería.

RESUMEN. Entre las posibles mejoras a aplicar en la mayoría de las explotaciones agrícolas estaría la introducción y empleo de sensores que monitorizando el estado hídrico o salino del suelo, permitan optimizar la gestión del riego. Se presentan los resultados, obtenidos en cultivo de melón, utilizando el sensor SBIB-CHS basado en una técnica que denominamos de Puente de Impedancia Auto Equilibrado y estabilizado mediante "Chopping" de bajo coste y no destructivo que permite la determinación del contenido volumétrico de humedad y el contenido salino. El seguimiento del ciclo de cultivo se realizó desde el 24-Abril (41 DDT) hasta el 11-Junio (99 DDT). El análisis de los datos revela que es posible establecer tendencias generales en cuanto al uso agronómico de dicho sensor, poniendo de manifiesto períodos de riegos excesivos o períodos de riegos deficitarios. En cuanto a la variabilidad observamos que es un sensor muy sensible a pequeñas variaciones del contenido de humedad volumétrica y de la conductividad eléctrica del suelo lo cual puede resultar de interés para analizar sistemas muy dinámicos como es un bulbo de humedad de un gotero.

Palabras clave: *humedad volumétrica del suelo, conductividad eléctrica del suelo, SBIB, melón, conductividad eléctrica de la solución del suelo, fertirrigación.*

INTRODUCCIÓN

La horticultura intensiva se ha desarrollado enormemente durante las últimas décadas en el litoral almeriense, donde la superficie invernada alcanza en la actuali-

dad las 25000 Ha (Flores, 2000). En un 80% de invernaderos se cultiva sobre suelo enarenado (Reca et al., 1999). La mayor parte del agua de riego procede de acuíferos, los cuales son incapaces de soportar la creciente demanda de agua, lo que está provocando su sobreexplotación y procesos de intrusión de agua salina.

Es bien conocida la importancia de medir la humedad del suelo, q , para investigaciones aplicadas en Agricultura en general y para Horticultura en particular en donde un riego no adecuado puede resultar en una pérdida del recurso o en una creciente salinización del suelo, entre otros factores. De todos los métodos disponibles en el mercado, que van desde las recientes sondas basadas en la constante dieléctrica, ϵ , del suelo (sondas capacitivas y TDR), hasta las clásicas sondas de neutrones, de rayos gamma, bloques de yeso o nylon, tensiómetros, psicrómetros, etc. son las primeras las que despiertan mayor interés por parte de científicos, técnicos y usuarios.

En relación con este conjunto de métodos basados en la medida de ϵ del suelo, presentamos los primeros resultados aplicados a la Horticultura de un sensor basado en un puente de impedancia autoequilibrado y estabilizado mediante 'chopping' (SBIB-CHS, self balanced impedance bridge, chopped stabilized) que se desarrolló (Vidal, 1994; Vidal et al., 1996) para registrar variaciones tanto espaciales como temporales de θ en volúmenes pequeños de suelo, en situaciones contrastadas. Es un sensor de fácil instalación y coste moderado que se ha utilizado ya en suelos de monte semiáridos (Puigdefábregas et al., 1996; 1998; 1999; Cantón et al., 2001), pero nunca se había probado su utilidad en Agricultura bajo riego.

Este sensor se basa en la medición de la impedancia eléctrica compleja, Z , entre dos o más electrodos inmersos en el suelo que sirve como dieléctrico de separación y tiene la ventaja de determinar simultáneamente el contenido volumétrico de agua θ y su conductividad eléctrica (CE) (Vidal et al, 1996).

MATERIAL Y METODOS

En un invernadero (a dos aguas tipo asimétrico, de cubierta plástica de 630 m²) con fines experimentales de la Estación Experimental Las Palmerillas perteneciente a Cajamar (Caja Rural de Almería y Granada), situada en el término municipal de El Ejido, Almería, se instalaron un total de 24 sensores SBIB distribuidos en 2 grupos de 6 SBIB a tres profundidades, 7, 17 y 27 cm, y otros 2 grupos a 7 y 17 cm, sin la profundidad de 27 cm debido a la gran cantidad de piedras existentes que podían falsear los datos, en un suelo enarenado. Este medio de cultivo es utilizado en más del 80% de la horticultura de Almería y consiste en la aportación de una capa de tierra de cañada con alto nivel de arcillas de aproximadamente 20 cm de espesor, generalmente de textura franco-arcillosa (López, 1994), una capa de estiércol de unos 5 Kg·m⁻², dando un espesor de 2 cm aproximadamente, y por último, una capa de arena de playa de unos 10 cm de espesor que sirve como acolchado. Los sensores, por duplicado, se enterraron en sentido horizontal tras la apertura de las correspondientes zanjas, equidistantes unos 8 cm (Fig. 1) medidos horizontalmente de un gotero y del cuello de una planta.

Los sensores se conectaron de forma permanente a *data loggers* de bajo costo (HOBO, Onset Corporation, USA) durante 3 meses registrándose θ , CE y temperatura del suelo cada 30 minutos. Periódicamente (una o dos semanas) se vaciaron los data logger directamente a un PC portátil a través del software *BoxCarPro*.

Previamente los sensores SBIB se habían calibrado con disoluciones de mezclas de tricloroetileno ($\mu=9$) y metanol ($\mu=34$) en diferentes proporciones volumétricas para abarcar un amplio rango de constantes dieléctricas equivalentes a θ de 7.4% a

47%, más arena seca (0%). Asimismo se validaron dichas medidas mediante el método gravimétrico (Vidal et al., 1996).

Los sensores utilizados en este trabajo pertenecen a una serie desarrollada como prototipo, con unas dimensiones de 193 mm de longitud total. La caja que encierra los componentes electrónicos tiene 9 cm de largo por 6 cm de ancho. La punta de cobre mide 8 cm de longitud (Fig.2). En la actualidad se está trabajando en la miniaturización del sensor.

El material vegetal utilizado fue melón tipo Galia y la siembra se llevó a cabo en semillero el 5-Febrero-2000 y su transplante tuvo lugar el 4-Marzo-2000, con una densidad de plantación de 1.3 plantas m^{-2} (1.5 m de distancia entre líneas y 0.5 m entre plantas).

Para validar el contenido salino se utilizaron sondas de succión (modelo 1900 de Soil Moisture Co., Santa Barbara, California) en cada parcela colo-

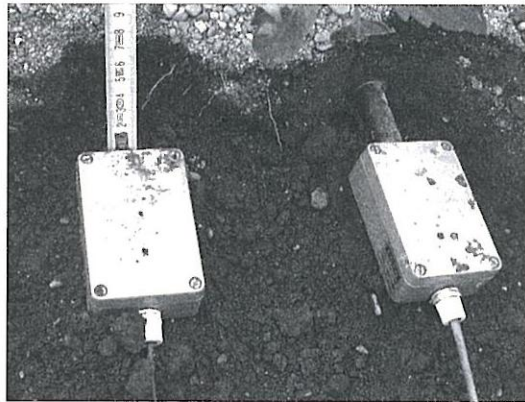


Figura 1. SBIB superficiales a 7 cm.

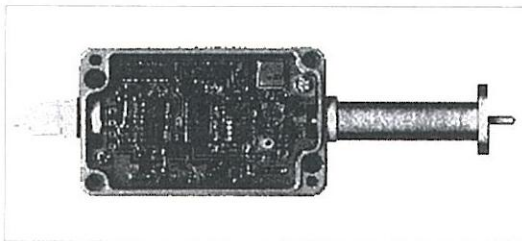


Figura 2. Prototipo de la sonda como las utilizadas en el trabajo.

casadas a una profundidad de 10 cm. Para el análisis del extracto se utilizó un conductivímetro (Múltiple P3 PH/LF, WTW, Alemania) con una frecuencia de muestreo de 15 días. Los datos obtenidos fueron comparados con los de las sondas SBIB, transformando su medida de CE del suelo a CE de la solución del suelo, mediante las ecuaciones descritas por Rhoades et al. (1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 3 podemos observar la evolución de la humedad volumétrica del suelo medida en continuo desde el 24-Abril (41 DDT) hasta el 11-Junio (99 DDT). El