

DISEÑO DE SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA MEDICIÓN REMOTA DE HUMEDAD EN SUSTRATOS DE SIEMBRAS

Ernesto Rivera Alvarado-Escuela de Ingeniería Electrónica-errivera@itcr.ac.cr

Kevin Solano Araya-Escuela de Ingeniería Electrónica-krasa@gmail.com

Arnoldo Gadea Rivas-Escuela de Ingeniería en Agronomía-agadea@itcr.ac.cr

Por lo general, los sistemas de riego en los cultivos son manejados por mecanismos que requieren de intervención humana para su funcionamiento. El encargado de la siembra evalúa el estado de la plantación y, basado en su experiencia, toma la decisión de activar o desactivar el riego. Dado que el tiempo de irrigación se define de manera subjetiva y sin análisis de datos, los cultivos se exponen a cantidades de agua mayores o menores de la que idealmente requieren, lo que conduce a niveles subóptimos de humedad en la plantación. La humedad es un aspecto fundamental para el desarrollo y crecimiento de las plantas (Largaespada, 2015).

Los sistemas de riego automático o por goteo presentan la misma problemática, dado que no consideran las condiciones reales y específicas del cultivo, sino que son activados por temporizadores o constantemente entregan agua al suelo (Liotta, 2015). Nuevamente,

esto ocasiona que la plantación se exponga a niveles subóptimos de humedad (Largaespada, 2015).

Esta situación se detectó en los invernaderos del Tecnológico de Costa Rica, Campus Tecnológico Local San Carlos, en donde el riego es manejado por temporizadores programados para activarse cada cierto intervalo de tiempo, sin considerar variables ambientales. Idealmente, se debería contar con un sistema capaz de medir la humedad relativa del suelo, y con base en eso, activar o desactivar el sistema de riego (Largaespada, 2015).

Existen soluciones tecnológicas con la capacidad de realizar lo anteriormente expuesto; sin embargo, estas tienen una serie de desventajas que limitan su aplicación práctica: tienen condiciones de operación muy limitadas (permiten medir la humedad únicamente de un tipo de suelo o requieren constante calibración) (Largaespada, 2015). En ocasiones, también, son de alto costo monetario, solo se pueden integrar con sistemas de un proveedor, no funcionan de manera desatendida, y no permiten la toma de datos en tiempo real. (Earth, 2018).

Para solventar esta situación, se desarrolló un esfuerzo conjunto entre la Escuela de Ingeniería Electrónica y la Escuela de Ingeniería en Agronomía, del Campus Tecnológico Local San Carlos, el cual buscaba crear un sistema capaz de

medir la humedad de un sustrato de manera confiable, remota y desatendida. También, para que dicha solución no tuviera las mismas limitaciones de los otros sistemas disponibles en el mercado, debía contar con las siguientes características:

- Poder medir confiablemente la humedad en al menos tres tipos de suelo: suelo común, turba y arena.
- Soportar por largo tiempo exposición al aire libre para poder ser implementado en un cultivo.
- Ser de bajo consumo eléctrico, de manera tal que pueda funcionar por un periodo largo de tiempo de manera desatendida mediante una batería.
- Contar con transmisión inalámbrica. De esta manera, se puede ubicar en zonas alejadas de la plantación, y, también, se pueden acceder los datos recabados de manera remota, sin la necesidad de desplazarse.
- Ser de bajo costo (menos de \$100).
- Mostrar la información de una manera adecuada, que le permita al encargado de la finca tomar decisiones.

Con la finalidad de cumplir los requerimientos anteriormente mencionados, se evaluaron distintas tecnologías de sistemas electrónicos, sensores de humedad, y

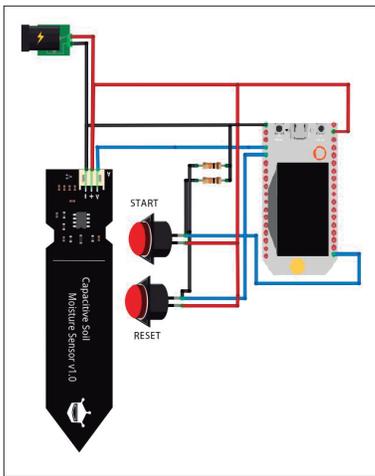


Figura 1. Dispositivo diseñado. Fuente: Elaboración propia.



Figura 2. Sistema de medición de humedad implementado. Fuente: Elaboración propia.

sistemas de comunicación inalámbrica. La valoración y ejecución de pruebas experimentales determinaron que un sistema con un sensor capacitivo de humedad tipo Capacitive Soil Moisture Sensor V1, un microcontrolador de bajo consumo energético ESP32 y un sistema de comunicación inalámbrica HELTEC LORA 32 V2 cumplían los requerimientos deseados para la solución.

Una vez determinadas las partes electrónicas que compondrían la solución, se procedió a diseñar e implementar el dispositivo. En la Figura 1, se muestra el esquema del dispositivo desarrollado.

En la Figura 2 se muestra el prototipo implementado. Dicho sistema cuenta con una carcasa protectora del ambiente, por lo que puede instalarse en una plantación haciendo uso de una base con un cobertor contra la lluvia.

La solución propuesta es capaz de recolectar datos y transmitirlos inalámbricamente a un servidor en la nube, en donde puede ser consulta-

dos desde cualquier dispositivo con acceso a Internet. De esta manera, el encargado de la finca puede acceder en tiempo real a los datos de la humedad en el suelo del cultivo y tomar decisiones acordes, según los datos recolectados.

La visualización correcta e intuitiva de la información juega un papel indispensable en la toma de decisiones (Zhang, 1995). Por esta razón, a la hora de mostrar los datos, se decidió desarrollar una interfaz que muestra el histórico de las mediciones de humedad tomadas, así como el tipo de suelo, y si el nivel de humedad medido es aceptable o si se requiere alguna acción (por ejemplo, activar el sistema de riego). Esto se aprecia en la Figura 3.

De esta manera, fue posible crear un sistema con un precio de \$35 dólares que, de manera confiable, remota y desatendida, identifica y mide la humedad del suelo del cultivo, y que, además, es capaz de recabar datos y mostrarlos a través de una interfaz web para la toma de acciones. Se espera que el bajo costo y las características mencionadas permitan su amplia adopción en distintas actividades agrícolas, especialmente en productores de la Región Huetar Norte, la cual es altamente dependiente de esta clase labores para su desarrollo (Valverde, 2011).

Para trabajos futuros, se piensa incorporar al sistema la capacidad de medir variables biométricas adicionales que permitan identificar si es necesaria la aplicación de fertilizante, plaguicida, o algún otro insumo agrícola, y así maximizar la productividad de la plantación (Ortega, 1999).

Referencias

- EARTH. Trabajando por la accesibilidad de la Agricultura de Precisión en Guanacaste. (2018). Historias EARTH. <https://www.earth.ac.cr/es/feature/making-precision-accessible/>
- Largaespada, K., & Henríquez, C. (2015). Distribución espacial de la humedad y su relación con la textura en un suelo. *Agronomía Costarricense*, 39(3). <https://doi.org/10.15517/rac.v39i3.21814>
- Liotta, M. (2015). Manual de capacitación: riego por goteo. Edición para la UCAR. Unidad para el cambio Rural. https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta_manual_riego_por_goteo.pdf
- Ortega, R., & Flores, L. (2011). Agricultura de precisión: Introducción al manejo sitio-específico. CRI Quilamapu. <http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/42C40288498C96B78525799C0058ED51/%24FILE/AgricPrecisionOrtega.pdf>
- Valverde, J., y Acuña, K. (2011). Desarrollo local en la Región Huetar Norte. https://www.uned.ac.cr/extension/images/ifcmdl/CONTENIDO_2.pdf
- Zhan, P., & Whinston, A. (1995). Business Information Visualization for Decision-Making Support - A Research Strategy. *Proceedings of the First Americas Conference on Information Systems*. <https://surface.syr.edu/istpub/15/>

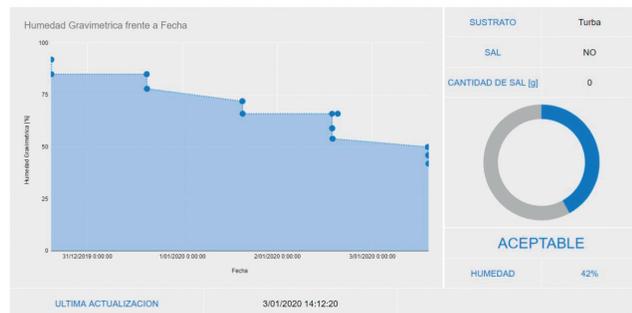


Figura 3. Interfaz web del sistema desarrollado. Fuente: Elaboración propia.