

Emisión de Datos del Sensor de Humedad “EDANA” para la utilización en diferentes labores Agrícolas

Ericka Picado Mora

Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica
✉ epicadom@estudiantec.cr

David Araya Quesada

Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica
✉ david9aq@estudiantec.cr

Nayeli Ruiz Granados

Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica
✉ naye@estudiantec.cr

James Sibaja Granados

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica
✉ james.sibaja.consultor@iica.int

Resumen

El uso de sensores de humedad del suelo es esencial para conocer la capacidad hídrica de los suelos y con esto establecer tiempos de riego de forma óptima. La Agricultura 4.0. apunta a crear soluciones tecnológicas que establezcan mecanismos de comunicación y transmisión de información al productor, permitiéndole conocer en tiempo real como se encuentra su cultivo y cuáles son sus necesidades hídricas gracias a la implementación del IoT (por sus siglas en inglés Internet de las Cosas). Este proyecto se enfoca en la transmisión de datos del sensor de humedad “EDANA” a partir de lo cual el productor podrá recibir una alerta vía mensaje de texto que le indique cuando activar y/o desactivar el riego de una forma precisa, logrando no solamente satisfacer las necesidades hídricas del cultivo sino también el ahorro del recurso hídrico, a partir de la conexión tecnológica de la información suministrada en campo y la respectiva calibración en función de la zona de trabajo.

Palabras clave: Sensor de Humedad; emisión; IoT; agricultura, tecnología; precisión.

Introducción

La medición del porcentaje de humedad gravimétrica de los suelos desempeña un papel fundamental en el contexto del buen mantenimiento y productividad de los cultivos, dado que permite determinar con un criterio adecuado los tiempos de riego, beneficiando no solamente a los cultivos, sino también, el ahorro del recurso hídrico.

La evaluación de la humedad en los suelos se puede llevar a cabo mediante la implementación de diferentes métodos, directos e indirectos, que comparten un mismo objetivo, la obtención de mediciones precisas de la humedad del suelo. Sin embargo, estos procedimientos se caracterizan por lo extensivo, laborioso y la necesidad de recursos específicos para garantizar su eficacia, ante esto, se torna imperativo explorar alternativas que ofrezcan soluciones eficaces en el contexto agrícola, especialmente en consideración de las posibles condiciones adversas que pueden incidir negativamente en la implementación del riego. [1]

El uso de sensores de humedad se ha convertido en un recurso fundamental para el establecimiento de mejores prácticas de riego dado que permiten conocer en tiempo real las necesidades hídricas del cultivo, y a partir de esto tomar decisiones. Uno de los aspectos de mayor relevancia en la utilización de este tipo de sensores es su capacidad de emisión de datos, facilitando la adquisición de información crucial para la gestión de fincas. Estos sistemas pueden contribuir con el desarrollo e implementación de sistemas de riego automatizados.

Este proyecto se centró en la transmisión de los datos proporcionados por el sensor de humedad capacitivo "EDANA", en respuesta al crecimiento continuo en la integración de tecnología en la agricultura. Es evidente la necesidad de llevar a cabo proyectos que contribuyan al desarrollo de la agricultura 4.0, con el objetivo de lograr resultados eficientes en cuanto al manejo óptimo de los recursos, mejora de la calidad del suelo y optimización de los cultivos.

El presente proyecto fue desarrollado con apoyo de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del Instituto Tecnológico de Costa Rica y del FabLab del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

Metodología

Con el fin de definir la red de transmisión se realizó el análisis de datos presentados por la SUTEL (Superintendencia de Telecomunicaciones), los cuáles permitieron definir la red recomendada para la correcta emisión de los datos del sensor y, además, conocer el tipo de mecanismo por el cual se emitirán los datos.

Se analizaron dos posibilidades, la primera a partir de conexión a internet de un teléfono con el uso de la aplicación Blink, este proceso se llevó a cabo a partir de la programación y ensamblado del sensor, de modo tal que se realizara un envío de alerta en forma de mensaje de texto, con el fin de conocer el momento en que el suelo presenta contenidos de humedad en Capacidad de Campo (CC) y Punto de Marchitez Permanente (PMP), y con esto proceder a la activación del riego. Dada la variabilidad de valores según textura de suelo el sensor debe ser ajustado en cada caso.

Se desarrollaron diferentes procedimientos como, selección de sensores, configuración de plataforma, instalación, calibración del sensor, ejecución de pruebas y la configuración de alertas.

Con el objetivo de proceder con la calibración del sensor se llevó a cabo una relación de datos obtenidos por medio del sensor y los obtenidos de forma práctica en campo y laboratorio, a partir de la aplicación y ejecución del método gravimétrico para la determinación del contenido de humedad, esto permitió obtener una ecuación de mejor ajuste acorde a los datos obtenidos y con un alto nivel de precisión. Todo el proceso de calibración se realizó en la Escuela de Ingeniería Agrícola del Tecnológico de Costa Rica.

Con los valores de humedad se graficaron los resultados del laboratorio y los obtenidos mediante el sensor, mediante la herramienta Excel se encontró la recta de mejor ajuste y su respectiva ecuación, misma que sirvió como ecuación de calibración del sensor.

Para la ejecución de pruebas del sensor se realizaron mediciones en macetas de un invernadero, cuyo suelo cuenta con una textura franca, de esta forma fue posible comprobar el comportamiento de la humedad del suelo a lo largo del tiempo y verificación de la emisión de los datos suministrados por el sensor en el campo de trabajo, así como el factor carga del sensor.

Resultados

Se obtuvieron una serie de resultados que permiten comprobar con certeza que el desarrollo metodológico fue el adecuado para el cumplimiento de los objetivos correspondientes.

A partir del análisis de la accesibilidad tecnológica se logró definir que la línea Claro cuenta con la mejor conectividad, no solo a nivel de la zona en estudio, sino a nivel país, pudiendo generar una comunicación y emisión de datos de calidad. Así mismo, se tomaron en cuenta aspectos económicos y de accesibilidad, pudiendo generar una relación más satisfactoria entre los usuarios.

Esto se comprueba a partir del análisis de la tecnología 4G en el país, donde "Claro" se posiciona como la mejor red de comunicación en la Zona Norte de Cartago, la velocidad de internet ronda entre los 20.5 y 30.0 Mbps. Siendo la opción seleccionada para la emisión de datos vía tarjeta sim en el prototipo 2, que se desarrollará más adelante. Dicha emisión de datos se realizó mediante mensaje de texto dada la facilidad con la que cuenta.

Los resultados de la calibración del sensor se visualizan en la figura 1 donde se muestra el gráfico con la ecuación de mejor ajuste, cuyo coeficiente de determinación es 0.95, representando buena variabilidad de los datos suministrados, dicha ecuación fue la utilizada para la emisión de datos y respectiva programación del sensor.

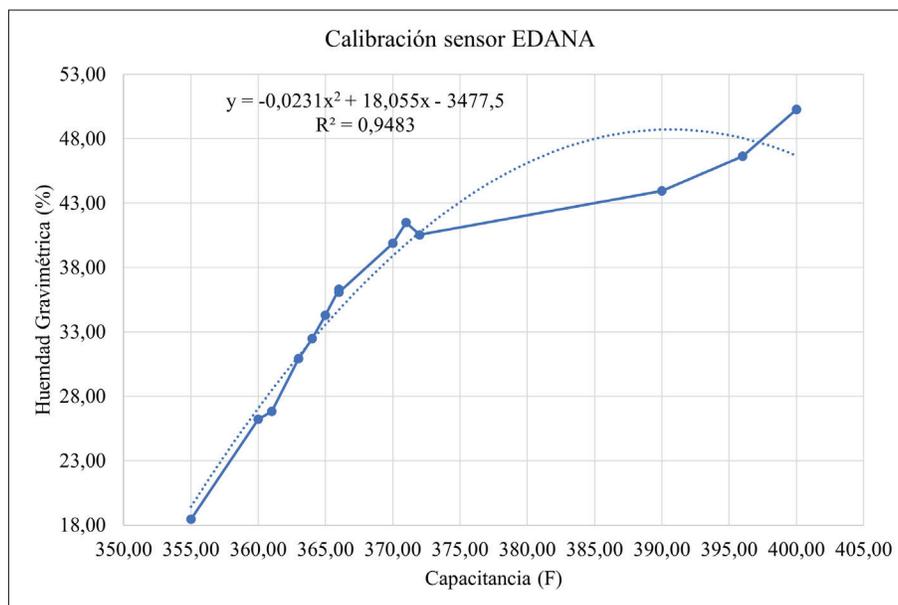


Fig. 1. Calibración del sensor de humedad.

La calibración del sensor de humedad se realizó con base a los resultados obtenidos a partir del muestreo en las macetas del invernadero de la Escuela de Ingeniería Agrícola, por lo que para poder brindar una funcionalidad adecuada del sensor en otros sectores se debe realizar una nueva calibración, dado que la relación de capacitancia y humedad gravimétrica del suelo varía con respecto a la textura.

Tras el análisis de datos y las pruebas de campo, se desarrollaron dos prototipos de comunicación de datos para establecer diferencias y analizar la conectividad correspondiente. El primer prototipo

consistió en la transmisión de datos a través de una placa Arduino ESP32 diseñada para el almacenamiento de variables provenientes de diversos tipos de sensores. Durante este proceso, se estableció el comportamiento del algoritmo correspondiente. Sin embargo, a pesar de las numerosas ventajas que ofrecen las plataformas IoT, estas no están completamente integradas en el entorno laboral, lo que genera un ambiente desfavorable para una herramienta que requiere conexión a internet.

En este sentido, se consideró utilizar la plataforma Blink para visualizar los datos en un visor web. Sin embargo, debido a que es una plataforma de pago y requiere un mayor conocimiento en habilidades de programación, se determinó que no era recomendable para esta actividad. En la figura 2 se muestra la visualización en la plataforma Blink.



Fig. 2. Visor de plataforma Blink.

Ante esto se tomó en consideración emitir los datos vía mensajería de texto, de modo tal que con solamente una tarjeta sim prepago marca Claro y la señal respectiva a la misma el sensor pudiera enviar las alertas correspondientes al usuario.

El segundo prototipo se realizó a partir de la instalación de una tarjeta con módulo GSM, la cual permite la comunicación con una tarjeta sim, a partir de esto se logró crear una herramienta de transmisión de datos que satisficiera la necesidad de los agricultores y cuya señal fuera constante en la mayor parte de las zonas productivas, a partir de esto se procedió a realizar la edición de los mensajes generados por la aplicación, que indican, según los valores de PMP y CC los momentos de riego, con 2 mensajes: "Activar el riego" o "Desactivar el Riego". Dichos valores de PMP y CC, fueron definidos con valores de 346 y 351, en unidades de capacitancia.

En la figura 3 se muestra el ejemplo de alerta emitida por el sensor, en un campo real de trabajo, este mecanismo de aviso es esencial, dado que el productor puede recibir de forma sencilla en su teléfono móvil una alerta para proceder con el riego y cuando se llega a la Capacidad de Campo se le alertará el productor que cierre las válvulas evitando un uso excesivo del recurso.

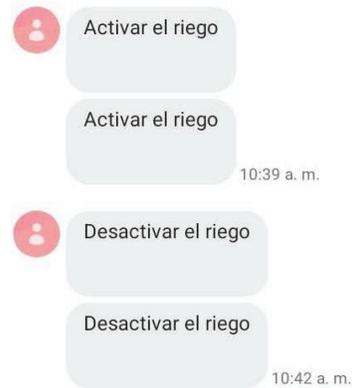


Fig. 3. Emisión de alerta de riego.

En la figura 4 se muestra el prototipo dos en el campo de trabajo.

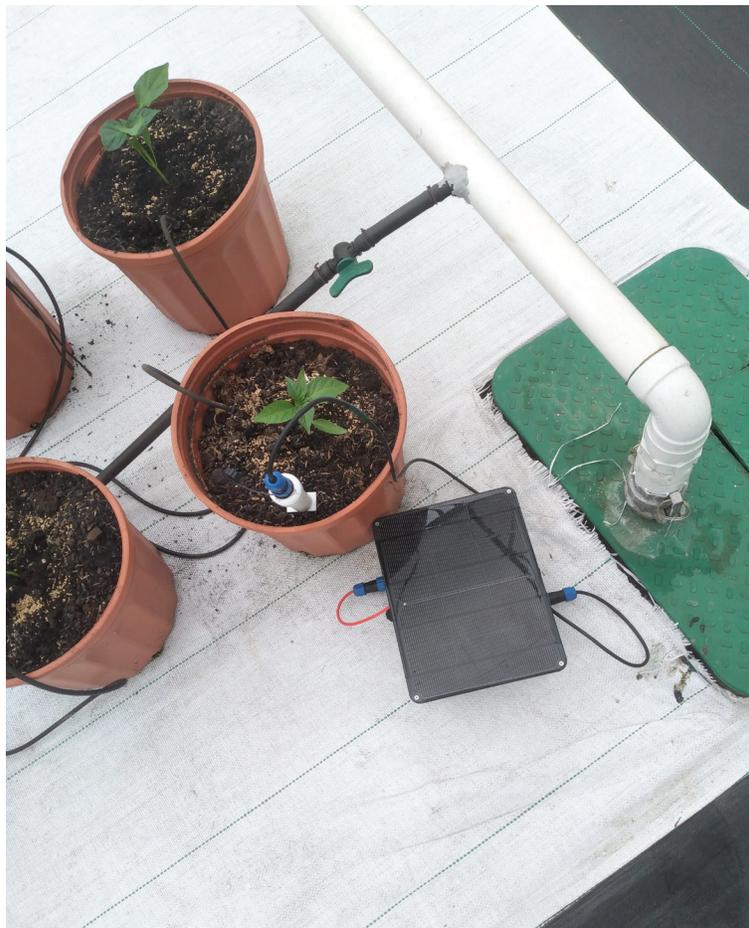


Fig. 4. Sensor de Humedad "EDANA" operando en campo real de trabajo.

Así mismo, es importante considerar que el sensor cuenta con una carga sostenible mediante panel solar, lo que le permite un funcionamiento las 24 horas del día, por lo que el sensor debe encontrarse instalado en lugares con buena radiación solar, para asegurar el funcionamiento continuo.

Conclusiones

La emisión de datos de los sensores de humedad del suelo es esencial para cumplir con las necesidades hídricas del cultivo, además de permitir un ahorro del recurso hídrico. Esta emisión no solo requiere de análisis de programación, sino también de la consideración de las diferentes opciones en cuanto a la red a trabajar que para este caso se definió la red móvil Claro, que, además, presenta un menor costo de operación y servicio logrando una gran factibilidad en la operación del sensor y emisión de los datos suministrados.

Por otra parte, el proceso de calibración es esencial para una correcta ejecución de los resultados, por lo que, al realizar este tipo de procedimiento se debe velar por obtener una representatividad lo más cercana a 1, que garantice al cliente una operación acorde a sus necesidades. Así mismo, la emisión de los datos obtenidos es uno de los procesos de mayor relevancia, ya que es fundamental para el cumplimiento de las necesidades, siempre velando por el uso y aplicación de la agricultura 4.0. Finalmente, la operatividad del sensor por medio de una carga solar logra generar un producto sostenible con el ambiente.

Referencias

- [1] E. Sanchez, , Paola Ruiloba, Paola Ruiloba, , Luis Morales, Luis Morales, and E. Erick, "Calibración de sensor de humedad aplicado a sustrato de fibra de coco comercial comandado por programación en ARDUINO," *Revista de Iniciación Científica*, vol. 5, pp. 92–99, Nov. 2019, doi: 10.33412/rev-ric.v5.0.2392.
- [2] O. S. Velásquez Muñoz, "Desarrollo de un sensor de humedad de suelo para sistemas de riego automatizados," Trabajo de Graduación, Universidad Nacional Agraria, Managua, 2021. Accessed: Nov. 02, 2023. [Online]. Available: <https://repositorio.una.edu.ni/4341/1/tnp33v434.pdf>
- [3] Superintendencia de Telecomunicaciones, "Mapas de Calidad SUTEL," Mapas de Calidad SUTEL. Accessed: Nov. 02, 2023. [Online]. Available: <https://mapas.sutel.go.cr/>
- [4] A. Ojeda Beltran, "Plataformas Tecnológicas en la Agricultura 4.0: una Mirada al Desarrollo en Colombia," *Computer and Electronic Sciences: Theory and Applications*, vol. 3, no. 1, pp. 9–18, Mar. 2022, doi: 10.17981/cesta.03.01.2022.02.
- [5] D. Aranda, A. Tapia, and P. Millan, "Calibración y caracterización de sensores capacitivos de bajo coste para la monitorización de humedad de suelo," in *XLIII Jornadas de Automática: libro de actas: 7, 8 y 9 de septiembre de 2022*, Logroño (La Rioja), Servicio de Publicacións da UDC, 2022, pp. 479–485. doi: 10.17979/spudc.9788497498418.0479.

Sobre los autores

Ericka Picado Mora

Estudiante de Ingeniería Agrícola del Instituto Tecnológico de Costa Rica, desempeñó el rol de coordinadora del proyecto estudiantil. <https://orcid.org/0009-0008-3160-863X>

David Araya Quesada

Estudiante de Ingeniería Agrícola del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Nayeli Ruiz Granados

Estudiante de Ingeniería Agrícola del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

James Sibaja Granados

Ingeniero Eléctrico del FabLab del Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura (IICA), desempeño el rol de asesor del proyecto.