

DOI: 10.26820/reciamuc/7.(2).abril.2023.219-228

URL: <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/1108>

EDITORIAL: Saberes del Conocimiento

REVISTA: RECIAMUC

ISSN: 2588-0748

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Artículo de revisión

CÓDIGO UNESCO: 3310 Tecnología Industrial

PAGINAS: 219-228



Digitalización en el riego 4.0 y la captación de variables climáticas con dispositivos IOT, para optimizar la producción de maíz en un sector de Manabí

Digitization in irrigation 4.0 and the capture of climatic variables with IOT devices, to optimize corn production in a sector of Manabí

Digitalização em irrigação 4.0 e a captura de variáveis climáticas com dispositivos IOT, para otimizar a produção de milho em um setor de Manabí

Diana Ercilia Gallegos Zurita¹; Karen Betzabe Rodriguez Castillo²; Neiser Stalin Ortiz Mosquera³

RECIBIDO: 23/02/2023 **ACEPTADO:** 12/03/2023 **PUBLICADO:** 15/05/2023

1. Magíster en Enseñanza de la Física; Ingeniera en Electricidad Especialización Electrónica y Automatización Industrial; Universidad de Guayaquil, Ecuador; diana.gallegosz@ug.edu.ec;  <https://orcid.org/0000-0002-7319-3443>
2. Ingeniero en Teleinformática; Universidad de Guayaquil, Ecuador; kbetzabe.rodriguez@ug.edu.ec;  <https://orcid.org/0009-0008-4529-3261>
3. Magíster en Gerencia de Redes y Telecomunicaciones; Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones; Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador; neiser.ortizm@ug.edu.ec;  <https://orcid.org/0000-0002-1051-6102>

CORRESPONDENCIA

Diana Ercilia Gallegos Zurita
diana.gallegosz@ug.edu.ec

Guayaquil, Ecuador

RESUMEN

El propósito de este estudio es realizar un prototipo de sistema automatizado que permita el monitoreo, control, almacenamiento de la información y toma de decisiones para el riego, para el manejo eficiente de las variables climáticas que afectan a los cultivos de maíz en un sector de Manabí. Para esto se requiere realizar una investigación bibliográfica y de campo, de tal manera que permita identificar parámetros de las variables que afectan el cultivo de maíz en la zona, luego de esto se debe seleccionar adecuadamente los dispositivos eléctricos y electrónicos para el registro de la medición a controlar, luego se desarrolla un sistema con un servidor para el monitoreo, control y almacenamiento de información obtenida de los sensores, para finalmente validar el prototipo en el sitio. Con el desarrollo de este prototipo de toma de decisiones, se pudo brindar asesoramiento a los agricultores para aprender a gestionar de forma directa y eficaz sus terrenos, por ende, tener mayor asertividad en la producción, lo que lleva a una mejor utilidad en sus cosechas, de manera rentable y sostenible.

Palabras clave: Agricultura 4.0, IOT, Digitalización del Riego.

ABSTRACT

The purpose of this study is to carry out a prototype of an automated system that allows the monitoring, control, storage of information and decision making for irrigation, for the efficient management of climatic variables that affect corn crops in a sector of Manabí. For this, it is required to carry out a bibliographic and field investigation, in such a way that it allows to identify parameters of the variables that affect the cultivation of corn in the area, after this, the electrical and electronic devices must be adequately selected for the measurement record. to control, then a system is developed with a server for monitoring, control and storage of information obtained from the sensors, to finally validate the prototype on site. With the development of this decision-making prototype, it was possible to provide advice to farmers to learn how to manage their land directly and efficiently, therefore, have greater assertiveness in production, which leads to better utility in their crops. in a profitable and sustainable way.

Keywords: Agriculture 4.0, IOT, Digitization of Irrigation.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é realizar um protótipo de um sistema automatizado que permita o monitoramento, controle, armazenamento de informações e tomada de decisões para a irrigação, para o manejo eficiente das variáveis climáticas que afetam a cultura do milho em um setor de Manabí. Para isso, é necessária uma pesquisa bibliográfica e de campo para identificar os parâmetros das variáveis que afetam a cultura do milho na região, em seguida, deve-se selecionar adequadamente os dispositivos eletro-eletrônicos para o registro das medidas a serem controladas, para então desenvolver um sistema com um servidor para monitoramento, controle e armazenamento das informações obtidas dos sensores, para finalmente validar o protótipo in loco. Com o desenvolvimento deste protótipo de tomada de decisão, foi possível prestar aconselhamento aos agricultores para que estes aprendam a gerir as suas terras de forma directa e eficaz, tendo assim uma maior asertividade na produção, o que leva a uma melhor utilidade nas suas culturas, de forma rentável e sustentável.

Palavras-chave: Agricultura 4.0, IOT, Digitalização da Rega.

Introducción

La agricultura no es la excepción en la era de la industria 4.0, procesos de monitoreo y automatización, con el propósito de optimizar la producción agrícola a través de sistemas, asequible para los agricultores.

La falta de acceso a las nuevas tecnologías digitales ha hecho que existan procesos de producción que aún siguen siendo manuales o rudimentarios, por lo que, el término agricultura 4.0 permite llevar a cabo la digitalización en el riego y a la captación de variables climáticas con dispositivos IoT.

En el sector agrícola uno de los principales inconvenientes es el control de las variaciones del clima y la humedad del suelo, afectando significativamente la calidad del producto, lo que conlleva a pérdidas de tiempo y dinero, en consecuencia es importante tener un adecuado sistema de riego que permita proporcionar la cantidad justa en el momento oportuno, para esto se requiere un control y manejo automatizado de variables climáticas teniendo en cuenta los rangos de temperatura y humedad ambiental así como también la humedad de suelo, para las diferentes etapas del cultivo, tales como la germinación de la semilla, nacimiento, crecimiento, floración, polinización, fecundación, engrosamiento y maduración de la mazorca. (CIBIOGEM, s. f., p. ma)

Diversos organismos como la Universidad Internacional de Riego están dedicadas a dar soporte y capacitación para la adquisición de conocimientos básicos del funcionamiento de equipos, usos, requerimientos y gestión de sistemas de riego, a través de un controlador de riego o uno telegestionado, que permitan implementar y dar mantenimiento a los profesionales o jóvenes agricultores, para que estén en capacidad de desarrollar la mejor opción que se adapte al cultivo y permita resolver el problema que tienen los agricultores. (Universidad Internacional de Riego, s. f.)

La digitalización del riego y IoT, permiten mantener bajo control los parámetros de las variables climáticas, debido a que se tiene información en tiempo real, lo que facilita la toma de decisiones al momento de ejecutar el riego y tiene un impacto positivo socioeconómico y ambiental en el uso de los recursos hídricos y energéticos.

La producción agrícola en el Ecuador es extremadamente sensible al cambio climático. El aumento continuo y progresivo de las temperaturas, reduce la producción del cultivo e incrementan la posibilidad de fracaso de las cosechas a corto plazo como el maíz. (Barreno Cuví et al., 2020)

Es por esto que, diversos estudios como (Ortiz Cáceres, 2021) en sus resultados demuestran que la implementación de estos sistemas tienen mejoras significativas en la cantidad y calidad de producto que se obtiene, debido a que se puede manejar la variación de humedad de suelo, humedad y temperatura ambiental, así mismo, el histórico de riego y la lectura de los sensores en tiempo real, de esta manera se pueda visualizar el comportamiento del cultivo a través de herramientas de gestión de la información para el monitoreo.

Por todo lo antes mencionado, el propósito de este estudio es realizar un prototipo de sistema automatizado que permita el monitoreo, control, almacenamiento de la información y toma de decisiones para el riego, para el manejo eficiente de las variables climáticas que afectan a los cultivos de maíz en un sector de Manabí. Para esto se requiere realizar una investigación bibliográfica y de campo, de tal manera que permita identificar parámetros de las variables que afectan el cultivo de maíz en la zona, luego de esto se debe seleccionar adecuadamente los dispositivos eléctricos y electrónicos para el registro de la medición a controlar, luego se desarrolla un sistema con un servidor para el monitoreo, control y almacenamiento de información obtenida de los sensores, para finalmente validar el prototipo en el sitio.

La hipótesis que se planteó fue demostrar que la digitalización del riego con uso del IOT, permite manejar eficientemente las variables climáticas.

Materiales y métodos

Esta investigación indaga los antecedentes bibliográficos del estudio, es de tipo aplicada, en donde se desarrolla un prototipo que da solución al problema identificado, para finalmente validar con el objetivo de mejorar las etapas previas del diseño.

En la etapa de búsqueda de información se identificó los requerimiento y variables a controlar, luego se procede al escoger los dispositivos de hardware y herramientas de software que se necesitan para el diseño y pruebas, posteriormente se pasa a la etapa de diseño más adecuado para las necesidades identificadas, seguido pasamos a realizar pruebas de funcionalidad para analizar el desempeño, finalmente se analiza los resultados para hacer las mejoras pertinentes.

En la etapa inicial, en el afán de búsqueda de información se realizó una encuesta a los agricultores, cuyo objetivo fue caracterizar los cultivos de maíz, en base a la experiencia de los agricultores y la importancia de la tecnología para una mejor producción de maíz en la zona de Las Crucitas, en una finca ubicada en la provincia de Manabí.

La población sujeta a la encuesta fue tomada de los datos de la Corporación Financiera Nacional, en la que dice que 148 personas son productores de maíz en Manabí, con esta información se procedió a determinar la muestra aplicando la Ec. (1), tomando en cuenta una desviación estándar σ de 0.5, con un nivel de confianza Z de 95% equivalente a 1.96 y un error del e de 5% (0.05), se determinó que el número de personas a encuestar es de 107, pero se aplicó un muestreo de tipo intensional debido a que está dirigido a una localización específica, en donde se tomó a toda la población de 20 personas.

$$n = \frac{Z^2 * \sigma^2 * N}{e^2(N - 1) + Z^2 * \sigma^2}$$

Los resultados de la encuesta arrojaron que el manejo de variación de las variables climáticas que más les afecta a sus cultivo son la temperatura ambiental y la humedad de suelo, en cuanto al tipo de riego, se pudo constatar que el 70% de la población sigue siendo manual, en lo que se refiere a la necesidad en el sistema de riego, consideran importante que se lo haga tanto para agua como fertilizante, en cuanto al conocimiento de la tecnología para la digitación del riego y el acceso a esta, mencionan que la falta de políticas de estado a través del Ministerio de Agricultura y Ganadería brinden capacitaciones para la adquisición de conocimientos básicos del funcionamiento equipos, usos, requerimientos y gestión de sistema de riego que permitan implementar y dar mantenimiento, y así tener acceso al uso de la tecnología para la automatización de los sistemas de riego, por otro lado el costo, han hecho que no se automaticen los cultivos en la zona.

Con la información bibliográfica y los resultados de la encuesta se puede realizar un prototipo que se adapte a los requerimientos de los agricultores y de esta manera se pueda dar una solución al problema en cuestión.

Ya con la información recabada se procede a seleccionar los sensores de temperatura y humedad ambiente, humedad de suelo y nivel de agua, actuadores como relés y bomba de agua y Arduino y demás componentes electrónicos adecuados para obtener el registro de mediciones a controlar.

Resultados y discusión

En la Fig.1 se muestra el esquema electrónico de control hecho en Proteus, los dispositivos como: sensor de temperatura ambiente, sensor de humedad de suelo, Arduino nano, fuentes, interruptores, modulo relays bomba de agua, sensor nivel de agua, display LCD.

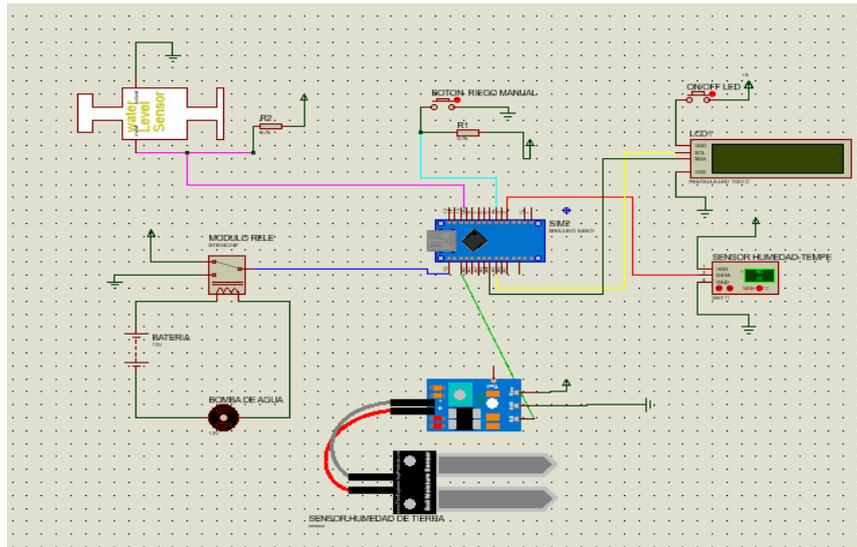


Figura 1. Esquema electrónico de control del prototipo

El sistema de gestión de datos se diseñó en un lenguaje de código abierto PHP usa una herramienta de software libre PhpMyAdmin, destinada a manejar la administración de MySQL en la Web.

Las operaciones que hace el sistema para la lectura de parámetros y toma de decisiones para la irrigación son: 1. Inicio del sistema.

2. Conexión al servidor. 3. Leer parámetros. 4. Grabar parámetros en la base de datos. 5. Pedir parámetros establecidos (humedad, temperatura, humedad del suelo). 6. Mostrar graficas de parámetros en el servidor. 7. Al finalizar las acciones, vuelve a iniciar el proceso (actualización, cada 5 segundos).

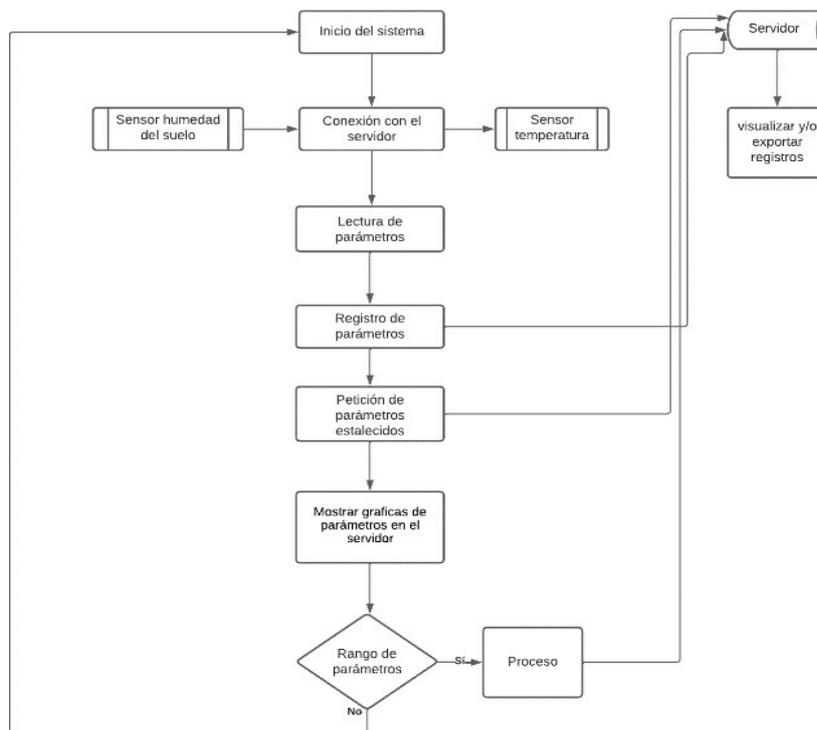


Figura 2. Diagrama de operaciones del sistema

El sistema iniciara realizando las lecturas de las variables por medio de los sensores incorporados, de temperatura y humedad de ambiente, humedad del suelo y nivel de agua, las cuales se mostrarán en la pantalla

LCD, para la toma de decisiones del sistema, serán mediante las lecturas de humedad de suelo (seco o húmedo) y el nivel de agua (alto o bajo), el riego de fertilizante se lo realiza forma manual.

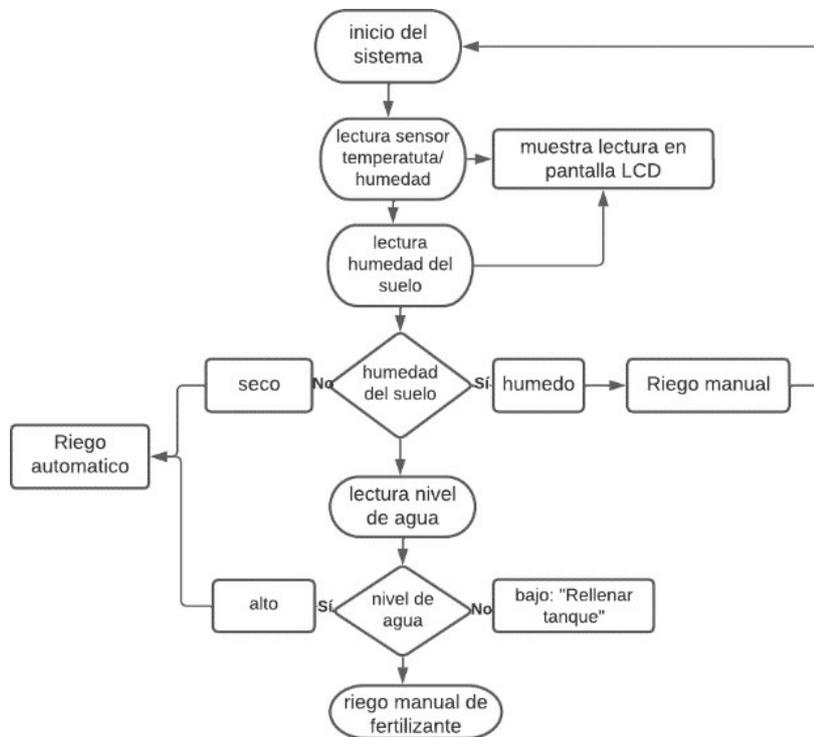


Figura 3. Flujograma de funcionalidad del prototipo de sistema de riego

Para la apertura del riego se realizaría cuando la humedad del suelo esté por debajo de un parámetro establecido en función de la etapa

del crecimiento del maíz y el nivel de agua, para la toma de decisiones del sistema.

Tabla 1. Parámetros de la humedad del suelo

Descripción	Humedad del suelo
Emergencia aceptable	mínimo un 50%.
Permite la germinación	90%
Crecimiento medio	Entre 60% y 70%

La humedad del suelo se encuentra en valores de 0 a 400 (lecturas de 400 y 300, siendo un 60 % y 70% de humedad correcta para

el crecimiento de la misma), se determina que el suelo este húmedo y no se realiza la apertura del sistema de riego, si se desea se

puede realizar la apertura de forma manual, mediante el segundo botón colocado en la parte frontal del prototipo, si se encuentra en valores de 500 a 1023(siendo 50% y 0% de humedad, no correcta para la planta), se considera el suelo seco y automáticamente se realiza la apertura de sistema de riego, de la misma forma no se podrá encender el sistema de riego manual, para la ejecución se

debe constatar el nivel de agua, siendo baja no permite la apertura del sistema de riego, el cual muestra en la pantalla “IMPOSIBLE REGAR” y “RELLENAR TANQUE”, lectura del nivel correcto de agua, permitirá la apertura del sistema de riego.

La cantidad de agua está definida según el tiempo de crecimiento del maíz, esta se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2. Dosis de riego para plantaciones de maíz

SEMANA	ESTADO	N.º RIEGOS	m³
1	Siembra	3	42
2	Nascencia	3	42
3	Desarrollo primario	3	52
4		3	88
5	Crecimiento	3	120
6		3	150
7		3	165
8		3	185
9	Polinización	3	190
10	Fecundación del grano	3	230
11		3	200
12		3	192
13		3	192
14		3	192
15		3	190

Fuente: Adaptado de (Agricultura. El cultivo del maíz. 1a parte., s. f.).

El sensor de temperatura ambiente sirve para monitoreo y registro de los cambios de temperatura, en la Tabla. 3 se muestra las

temperaturas y la descripción para la toma de decisiones.

Tabla 3. Temperatura ambiente para cultivo de maíz

Descripción	Temperatura
La planta muere	4-5 °C
La semilla no germina	Temperaturas inferiores a 10°C
No se dan buenos rendimientos en los cultivos	Alturas superiores a 500 m sobre el nivel del mar.
Temperatura correcta para la germinación	Temperaturas mayores a 10 °C, entre 15 a 20 °C
Temperatura para la fructificación	20 a 32 °C

Las temperaturas superiores a 32 ° C, con baja humedad relativa (y el estrés hídrico), resultan perjudiciales para la floración y la fijación del fruto.

La temperatura mínima media del suelo para la germinación del maíz no debe ser inferior a 10°C, y es imprescindible asegurarse que al menos durante tres días seguidos la temperatura del suelo a 5 cm de profundidad (tomando un promedio de tres mediciones: a las 7 hs, 14 hs y 18 hs) sea 10°C o más, para comenzar la siembra.

Las lecturas realizadas por el prototipo automatizado del sistema de riego son:

- Lectura de la temperatura en grados centígrados (°C) y la humedad del ambiente en porcentaje (%).

- Lectura de la humedad del suelo, el sensor lee de 0 a 1023, 0 determinando el 100% de humedad y 1023 determinando 0% de humedad.
- Nivel de agua para el riego, nivel correcto (alto) o nivel bajo.

La página web muestra las Figuras 4, 5 y 6, se muestran los datos obtenidos mediante las lecturas realizadas por los sensores, datos leídos almacenados en una base de datos y a su vez representados gráficamente en una página web de esta forma poder interpretar de mejor manera su comportamiento y ayuda a una mejor toma de decisiones para el usuario.

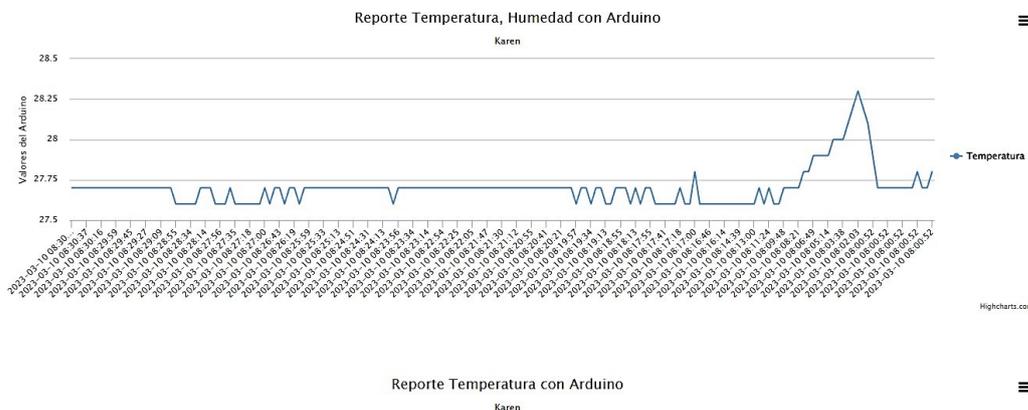


Figura 4. Lectura del sensor de temperatura ambiente



Figura 5. Lectura de humedad de ambiente

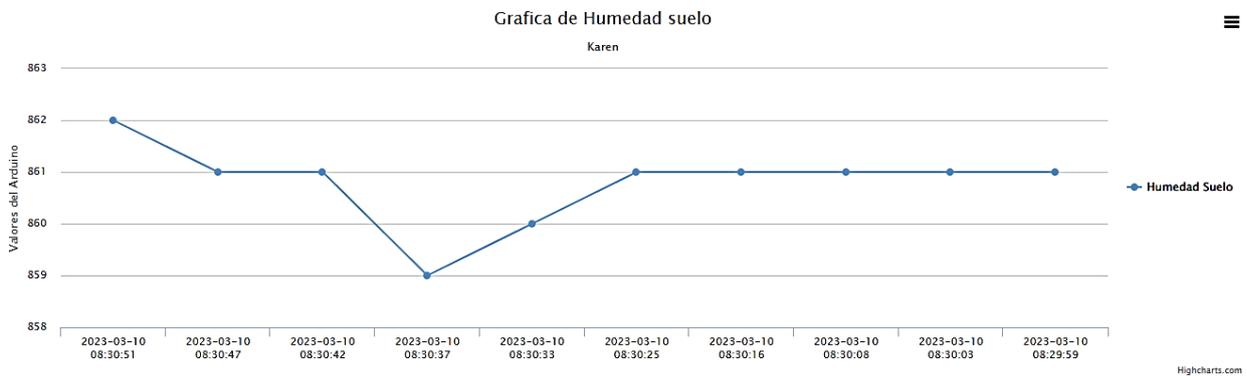


Figura 6. Lectura del sensor de humedad de suelo

En la Fig. 7 se muestra el prototipo, en donde se puede observar:

- Foto led: rojo (encendido en relé de bomba de agua) y verde (parpadea cada 5s, para verificar el riego).
- Sensor de temperatura ambiente.
- Pantalla LCD muestra leyendas como:

(DHT: Temperatura/humedad ambiente y HS: indicadores de nivel de humedad de suelo) Regado automático.

Imposible regar, nivel bajo de agua. Nivel bajo de agua, llenar tanque.

- Botones de control
- El primero botón es de encendido/ apagado del prototipo.
- El segundo botón es de encendido/ apagado del sistema de riego manual.

- El tercer botón en es encendido/ apagado del sistema de riego de fertilizante manual.



Figura 7. Prototipo de control de riego

Conclusión

Con la IOT y la digitalización del riego 4.0 se puede realizar una proyección estimada mediante pruebas de campo, se tendría un aumento del 10% en productividad en la cosecha y se demostró que tienen un mayor potencial del 60% de ahorro de agua.

Por otro lado, se estima recuperar la inversión empleada en el proyecto es en una cosecha, este tiempo establecido cambia dependiendo del tipo de semilla que se siembra, ya que cada semilla tiene su propio ciclo de maduración, en la zona que se llevó a cabo las pruebas tomara seis meses en recuperar la inversión.

Además, con el desarrollo de este prototipo de toma de decisiones, se pudo brindar asesoramiento a los agricultores para aprender a gestionar de forma directa y eficaz sus terrenos, por ende, tener mayor asertividad en la producción, lo que lleva a una mejor utilidad en sus cosechas, de manera rentable y sostenible.

Este tipo de implementaciones contribuiría para aumentar la producción de alimentos, debido a que según un estudio hecho por Instituto de Recursos Mundiales (WRI), en el 2050 el planeta requiere un aumento de 60%, para alimentar a 10000 millones de personas. (World Resources Institute - Wikiwand, s. f., p. world)

En definitiva, con la aplicación del IOT en la Agricultura 4.0 se logró tener una mejor gestión los datos, tener una producción a partir de nuevas herramientas tecnológicas, lo que contribuyen al desarrollo de la economía del País.

Bibliografía

Ayrton Díaz. (24 de marzo de 2021). Grupo Hidráulica. Obtenido de Ventajas y beneficios de los sistemas automatizados de riego: <https://grupohidraulica.com/noticias/2021/03/24/ventajas-y-beneficios-de-los-sistemas-automatizados-de-riego/>

Agricultura. El cultivo del maíz. 1a parte. (s. f.). Recuperado 5 de mayo de 2023, de <https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>

CIBIOGEM. (s. f.). Maíz. gov.mx. Recuperado 24 de abril de 2023, de <https://conacyt.mx/cibiogem/index.php/maiz>

Universidad Internacional de Riego. (s. f.). IoT y Digitalización en Riego 4.0. Universidad de Riego. Plataforma de transferencia de conocimientos e innovación en riego. Recuperado 24 de abril de 2023, de <https://www.universidadderiego.com/project/iot-y-digitalizacion-en-riego-4-0/>

World Resources Institute—Wikiwand. (s. f.). Recuperado 5 de mayo de 2023, de https://www.wikiwand.com/es/World_Resources_Institute



CREATIVE COMMONS RECONOCIMIENTO-NOCOMERCIAL-COMPARTIRIGUAL 4.0.

CITAR ESTE ARTICULO:

Gallegos Zurita, D. E., Rodriguez Castillo, K. B., & Ortiz Mosquera, N. S. (2023). Digitalización en el riego 4.0 y la captación de variables climáticas con dispositivos IOT, para optimizar la producción de maíz en un sector de Manabí. RECIAMUC, 7(2), 219-228. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/7.\(2\).abril.2023.219-228](https://doi.org/10.26820/reciamuc/7.(2).abril.2023.219-228)