



Artículo original/ Original article

Sistema de maceta inteligente basado en IoT para la monitorización automatizada de parámetros de crecimiento en plantas de interior

IoT-Based Smart Pot System for Automated Monitoring of Growth Parameters in Indoor Plants

Jhon Deivi Rojas-Rengifo ¹ ; Lister Bryan Fernández-Mozombite ^{1*} ; Luis Gibson Callacna-Ponce ¹ ; Dick Díaz-Delgado ¹ 

¹ Universidad César Vallejo, Tarapoto, Perú

Recibido: 29/03/2025

Aceptado: 29/05/2025

Publicado: 25/07/2025

*Autor de correspondencia: lfernandezm96@ucvvirtual.edu.pe

Resumen: Este estudio presenta el diseño e implementación de un sistema de maceta inteligente basado en IoT para la monitorización automatizada de parámetros de crecimiento en plantas de interior. El sistema integra un microcontrolador ESP32 con sensores de temperatura, humedad, humedad del suelo e intensidad lumínica, lo que permite la recolección continua de datos en tiempo real. La información es transmitida a una aplicación móvil, donde los usuarios pueden visualizar indicadores de salud de las plantas y recibir notificaciones para el riego y ajustes ambientales. Se desarrolló y probó un prototipo con diferentes especies de plantas de interior durante un periodo de diez semanas, demostrando mejoras en la precisión del monitoreo y en la eficiencia del cuidado de las plantas. Los resultados confirmaron la capacidad del sistema para automatizar procesos de riego, optimizar el uso de recursos y mejorar la toma de decisiones en el mantenimiento.

Palabras clave: agricultura inteligente; automatización; IoT; plantas de interior; sensores

Abstract: This study presents the design and implementation of an IoT-based smart pot system for automated monitoring of growth parameters in indoor plants. The proposed system integrates an ESP32 microcontroller with sensors for temperature, humidity, soil moisture, and light intensity, allowing continuous data collection in real time. The information is transmitted to a mobile application, enabling users to visualize plant health indicators and receive notifications for irrigation and environmental adjustments. A prototype was developed and tested with different indoor plant species over a ten-week period, demonstrating improvements in monitoring accuracy and plant care efficiency. The results confirmed the system's ability to automate irrigation processes, optimize resource usage, and enhance decision-making for plant maintenance. This work contributes to the development of low-cost smart agriculture solutions adapted to urban and indoor environments, promoting sustainable practices through accessible IoT technologies and user-friendly interfaces.

Keywords: automation; indoor plants; IoT; smart agriculture; sensors

1. Introducción

En los últimos años, la integración del Internet de las Cosas (IoT) en la agricultura y el cuidado de plantas ha transformado significativamente la manera en que se monitorean y gestionan los cultivos, tanto en entornos productivos como en espacios domésticos. El desarrollo de dispositivos inteligentes ha permitido automatizar procesos como el riego, el control de humedad y la gestión ambiental, ofreciendo soluciones eficientes y sostenibles frente a los retos del cuidado manual de las plantas. Málaga (2021) diseñó un sistema de riego inalámbrico basado en Arduino y XBee, evidenciando mejoras en la eficiencia hídrica mediante la automatización. De manera similar, Quispe (2021) aplicó IoT y redes de malla para optimizar la calidad del cultivo de quinua, destacando la utilidad de estas tecnologías en la agricultura sostenible.

En el ámbito específico de las plantas de interior, diversas investigaciones han demostrado el potencial de las macetas inteligentes para simplificar el mantenimiento y garantizar condiciones óptimas de crecimiento. Rawal & Gabrani (2020) desarrollaron Smart Pot, un sistema automatizado que integra sensores ambientales y conectividad en la nube para optimizar el riego y monitoreo de plantas domésticas. Asimismo, Guerrero-Ulloa et al. (2023) implementaron el sistema Plantas para la Vida (P4L), el cual emplea tecnologías IoT de bajo costo con el fin de mejorar la salud ambiental y facilitar el cuidado de plantas ornamentales.

A pesar de los avances logrados, todavía persisten desafíos en la adopción de estas soluciones tecnológicas en el entorno doméstico, especialmente en regiones con limitaciones de infraestructura tecnológica y bajos niveles de capacitación digital. Problemas como la accesibilidad económica, la facilidad de uso, la compatibilidad de los sistemas y la necesidad de personalización continúan siendo obstáculos para una implementación masiva de macetas inteligentes. Sin embargo, los resultados obtenidos en estudios previos indican que estas tecnologías son capaces de optimizar el consumo de agua, reducir la dependencia de cuidados manuales y proporcionar información en tiempo real sobre el estado de las plantas, lo que las convierte en herramientas prometedoras para la agricultura urbana y el cuidado doméstico.

En este contexto, la presente investigación se centra en el desarrollo de una maceta inteligente basada en IoT para la monitorización automatizada de parámetros de crecimiento en plantas de interior. El objetivo es proporcionar una solución tecnológica accesible, eficiente y adaptable, que permita mejorar las prácticas de cuidado, optimizar recursos y fomentar la sostenibilidad en el entorno doméstico. Con ello, se busca no solo contribuir al avance del conocimiento en el campo de la agricultura inteligente, sino también ofrecer alternativas prácticas que impacten positivamente en la vida cotidiana de los usuarios y promuevan el uso responsable de la tecnología en beneficio del medio ambiente.

2. Materiales y métodos

Diseño de la investigación

El estudio se desarrolló bajo un enfoque aplicado y un diseño preexperimental, orientado a la construcción de un prototipo de maceta inteligente basada en IoT y a la evaluación de su desempeño en condiciones reales. Se empleó un enfoque cuantitativo que permitió medir tanto parámetros ambientales como la percepción de los usuarios frente al sistema.

Construcción del prototipo

La maceta fue fabricada mediante impresión 3D con filamento PolyLite PETG de 1.75 mm. En su núcleo se integró un microcontrolador ESP32 WROOM-32 Tipo C, alimentado con tres baterías recargables Li-Ion 18650 de 3.7V, gestionadas por un módulo cargador TP4056 con puerto USB-C.

Sensores y adquisición de datos

Se emplearon sensores especializados: DS18B20 para la temperatura del sustrato, sensor capacitivo v1.2 para humedad del suelo y fotoresistencia LDR para la intensidad lumínica. La información fue mostrada en una pantalla OLED 1.3" I2C SH1106 y transmitida a una aplicación móvil desarrollada en Flutter, que permitió la supervisión en tiempo real.

Sistema de riego automatizado

El sistema de riego se controló mediante un módulo de relé de 1 canal de 3.3V, conectado a un dispensador automático de agua. La activación se realizó con base en umbrales de humedad definidos, optimizando el uso de agua de acuerdo con las condiciones detectadas por los sensores.

Unidad de análisis

La unidad de análisis incluyó cinco plantas de interior: *Monstera deliciosa*, *Philodendron hederaceum*, *Calathea orbifolia*, *Ficus elástica* y *Epipremnum aureum*. Estas especies fueron seleccionadas por su uso frecuente en interiores, diversidad fisiológica y disponibilidad en el mercado. Asimismo, participaron 30 usuarios seleccionados por conveniencia, quienes cumplían criterios de inclusión como acceso a dispositivo móvil, disponibilidad para el uso del sistema y disposición a brindar retroalimentación. No se establecieron criterios de exclusión.

Instrumentos y procedimientos de recolección

La información se recopiló mediante dos instrumentos: (a) una ficha de observación semanal para registrar indicadores fisiológicos de las plantas, y (b) un cuestionario tipo Likert aplicado a los usuarios para medir la percepción sobre facilidad de uso, utilidad y satisfacción. La validez del cuestionario se estableció mediante juicio de expertos y su confiabilidad alcanzó un coeficiente Alfa de Cronbach de 0.766, considerado aceptable.

Análisis de datos

Los datos recolectados fueron procesados mediante estadística descriptiva en SPSS v27, lo que permitió sintetizar los indicadores fisiológicos de las plantas y las valoraciones de los usuarios respecto al dispositivo.

3. Desarrollo

Los resultados se presentan de acuerdo con los objetivos específicos propuestos, a partir del análisis de los datos obtenidos durante la fase experimental de diez semanas.

3.1. Identificar las condiciones ambientales (humedad, temperatura y luz) que afectaron la salud de cinco tipos de plantas de interior.

Durante el monitoreo semanal se registraron indicadores fisiológicos clave en cada especie, incluyendo altura, número de hojas emergentes, coloración foliar y nivel de marchitez. Los resultados evidenciaron un incremento progresivo en el crecimiento promedio en altura, pasando de 29 cm en la semana 1 a 235 cm en la semana 10, lo que refleja un desarrollo sostenido y compatible con parámetros de crecimiento saludable en plantas de interior. De forma complementaria, la producción foliar se mantuvo en un rango de 1 a 4 hojas nuevas por semana, mientras que la valoración visual del follaje osciló entre 4 y 5 en una escala de Likert de 1 a 5, lo que indicó adecuada pigmentación y ausencia de síntomas de estrés severo.

El análisis de los datos sugiere que las condiciones ambientales registradas por el sistema IoT, particularmente los niveles de humedad del sustrato y la temperatura, ejercieron una influencia positiva sobre el desempeño fisiológico de las plantas. Estos hallazgos respaldan la hipótesis de que la monitorización automatizada mediante sensores contribuye a mantener un microambiente estable, favoreciendo procesos de crecimiento y reduciendo la incidencia de marchitez.

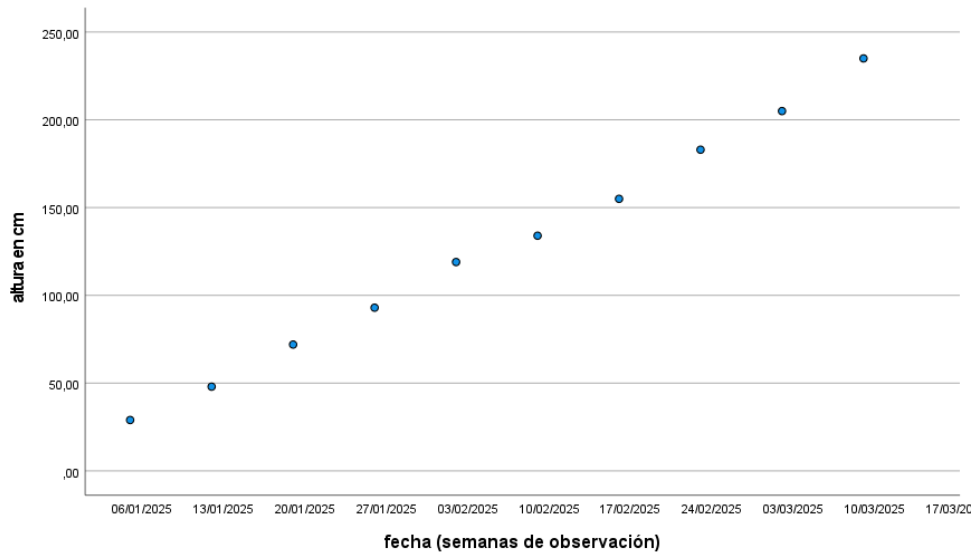


Figura 1. Crecimiento en altura de la Monstera deliciosa durante la evaluación

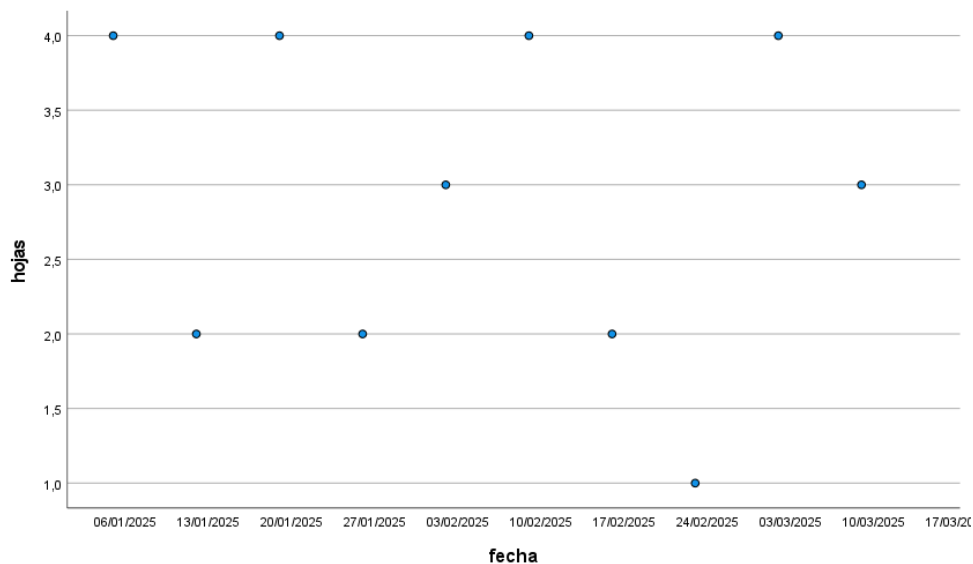


Figura 2. Número de hojas nuevas por semana durante el periodo de monitoreo

3.2. Analizar la capacidad del sistema para monitorear en tiempo real las variables críticas.

El sistema de maceta inteligente permitió el registro en tiempo real de tres variables ambientales, destacando la humedad del suelo y la temperatura ambiente como parámetros principales de control. La lógica de operación del riego automático se basó en un umbral predefinido de 35 % de humedad del sustrato; cuando los valores descendían por debajo de este límite, el sistema activaba el mecanismo de riego, generando un comportamiento cíclico de secado-hidratación que aseguró la disponibilidad hídrica constante para las especies monitoreadas.

En cuanto a la temperatura, el sistema registró un promedio de 23.18 °C, valor considerado óptimo para el rango fisiológico de las plantas de interior seleccionadas, favoreciendo su estabilidad metabólica. Los datos recolectados fueron visualizados simultáneamente en la aplicación móvil y en la pantalla OLED integrada en la maceta, lo que confirma la capacidad de la solución IoT para capturar información precisa y ejecutar decisiones automatizadas en tiempo real, garantizando una supervisión continua del entorno de cultivo.



Figura 3. Pantalla de monitoreo en tiempo real de una maceta inteligente en la app



Figura 4. Prototipo físico de la maceta inteligente con pantalla OLED integrada

3.3. Evaluar cómo el uso del sistema modificó las prácticas de cuidado del usuario mediante la interacción con la app.

A través de un cuestionario tipo Likert aplicado a 30 usuarios, se evaluaron tres dimensiones: uso del riego automático, cambios en prácticas de cuidado y uso de alertas. Los promedios obtenidos fueron: riego automático (3.91), prácticas de cuidado (3.86) y uso de alertas (3.81), todos en una escala de 1 a 5.

Además, se registró el nivel de satisfacción de los usuarios mediante un sistema de valoración con estrellas en la app, cuyos resultados detallados se incluyen en el Anexo 9. En conjunto, los resultados evidenciaron una mejora en las prácticas de cuidado, así como una apropiación positiva del sistema por parte de los usuarios.

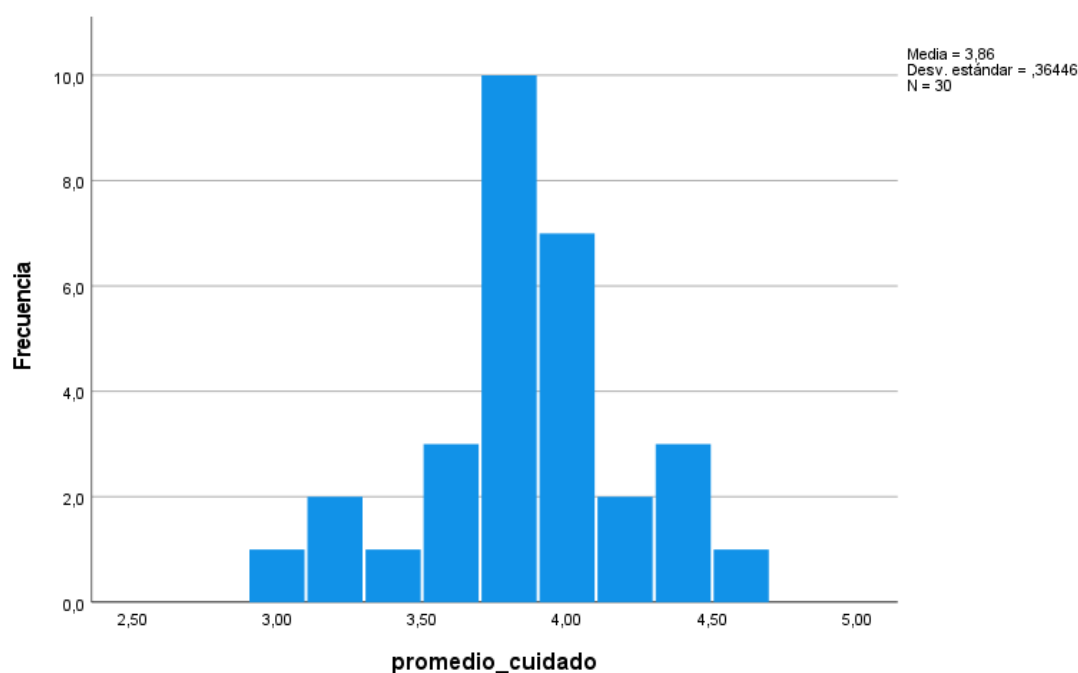


Figura 5. Histograma de frecuencias del promedio de la dimensión “Cuidado” (escala tipo Likert)

El análisis del histograma evidenció que la mayoría de los participantes concentraron sus puntajes en torno a un promedio de 3.86 en la dimensión de cuidado, lo que refleja una percepción favorable y consistente respecto al impacto de la aplicación en las prácticas de atención a las plantas. La baja dispersión observada en los datos respalda la homogeneidad de las respuestas entre los usuarios, lo cual constituye un indicador de validez empírica en la aceptación y efectividad del sistema. Estos resultados sugieren que la aplicación no solo facilitó la gestión del riego y monitoreo, sino que también fue valorada de manera uniforme por los participantes en términos de utilidad y confiabilidad.

Discusión

Los resultados de esta investigación confirman que la implementación de una maceta interactiva inteligente optimiza el monitoreo de la salud de plantas de interior, en concordancia con las tendencias actuales de agricultura urbana digitalizada. Esta afirmación se sustenta tanto en los indicadores fisiológicos obtenidos experimentalmente como en la percepción favorable registrada en los cuestionarios aplicados a los usuarios, lo que permite contrastar el grado de cumplimiento de los objetivos específicos con la literatura previa.

En relación con el objetivo específico 1, los datos fisiológicos evidencian que las condiciones ambientales controladas mediante sensores incidieron significativamente en el crecimiento de las especies monitoreadas. El incremento sostenido en la altura —de 29 cm en la primera semana a más de 230 cm en la décima—, junto con la aparición regular de hojas nuevas, confirman un desarrollo saludable. Estos hallazgos concuerdan con Halawa (2023), quien identifica la estabilidad ambiental como un factor crítico en la morfogénesis vegetal, y con Kumar et al. (2023), quienes destacan que el control del microclima evita el estrés hídrico y potencia la eficiencia fotosintética.

La coloración constante del follaje y los bajos niveles de marchitez refuerzan que los parámetros de humedad y temperatura se mantuvieron dentro de rangos óptimos. Esto se relaciona con Singh et al. (2020), quienes señalan que dichas variables son determinantes en la salud de las plantas, incluso más que la fertilización o la luz artificial. En contraste con los métodos

tradicionales basados en el criterio subjetivo del usuario, el sistema desarrollado asegura un control objetivo, automatizado y en tiempo real, reduciendo errores de riego y favoreciendo la estabilidad fisiológica.

Cabe resaltar la efectividad del prototipo en especies con mayores exigencias fisiológicas, como la *Calathea orbifolia*, lo que valida su versatilidad. Este resultado se aproxima a lo planteado por Xiaoying (2023), quien destaca la necesidad de sistemas que ajusten dinámicamente el cuidado en función de los requerimientos de cada especie. La adaptabilidad demostrada en cinco especies distintas fortalece el argumento de que un solo diseño puede atender una diversidad vegetal sin calibraciones específicas adicionales.

Respecto al objetivo específico 2, el sistema mostró eficiencia en la recopilación, procesamiento y visualización de variables ambientales. La activación automática del riego al descender la humedad por debajo del umbral predefinido demostró precisión operativa y uso racional del agua. Este resultado se alinea con Bersani et al. (2022), quienes afirman que los sistemas IoT de riego inteligente constituyen una estrategia eficaz frente a la escasez hídrica. Asimismo, la integración de datos en una pantalla OLED y una aplicación móvil facilitó una experiencia de usuario clara y accesible, en concordancia con M. et al. (2023) y Smile Pot, que destacan la importancia de interfaces intuitivas para incrementar la comprensión y participación del usuario en el cuidado de sus plantas.

Un aspecto diferenciador del presente trabajo es la selección de componentes de bajo costo (ESP32 y sensores de humedad y temperatura), lo que contrasta con proyectos como los de Naik et al. (2021) o Kirkole & Bakliwal (2024), basados en plataformas de mayor costo como Raspberry Pi o MATLAB. Esta decisión técnica reduce la barrera de acceso, incrementa la replicabilidad en contextos domésticos o educativos y confirma la viabilidad económica del sistema.

En relación con el objetivo específico 3, el cuestionario aplicado a 30 usuarios reportó valoraciones altas en dimensiones de utilidad, facilidad de uso y mejora en las prácticas de cuidado, evidenciando aceptación tecnológica. Este resultado coincide con Guerrero-Ulloa et al. (2023), quienes sostienen que la facilidad de uso y la utilidad percibida favorecen la integración sostenida de tecnologías IoT en las rutinas diarias. La baja dispersión en las respuestas sugiere uniformidad en la experiencia, lo que refuerza la fiabilidad del sistema. Estos hallazgos son coherentes con Phillips & Schulz (2021), quienes vinculan la tenencia de plantas con factores simbólicos y ecológicos en el hogar, relación que se refuerza al incorporar tecnologías que permiten monitorear y atender su estado en tiempo real.

Adicionalmente, el sistema fomenta la conciencia ambiental, al visibilizar el consumo de agua y el efecto de las condiciones ambientales en el desarrollo vegetal. Este aspecto se conecta con los ODS 12 y 6, relativos al consumo responsable y la gestión eficiente del agua, concordando con lo señalado por Calderan Gregolin et al. (2023) y Aguilar (2020) sobre el rol de las tecnologías IoT en la sostenibilidad. Del mismo modo, su simplicidad de uso le otorga potencial pedagógico, en línea con Safa Yousif Abdalla et al. (2021), quienes destacan el valor educativo de sistemas de riego automatizado en procesos de enseñanza vinculados a sostenibilidad y biología.

Finalmente, los resultados también sugieren proyección hacia la transferencia tecnológica y comercial. Investigaciones como las de Davis & Baig (2022) y Ghosh et al. (2022) confirman la demanda creciente de dispositivos domésticos inteligentes para el cuidado vegetal, lo que abre la posibilidad de posicionar este prototipo como producto accesible para el mercado local. Desde una perspectiva futura, la incorporación de algoritmos de inteligencia artificial y el uso de plataformas abiertas como ThingSpeak o Blynk podrían potenciar aún más su eficiencia, escalabilidad y valor colaborativo, tal como proponen Killough et al. (2024).

4. Conclusiones

La investigación confirmó que la maceta interactiva inteligente basada en IoT constituye una solución tecnológica eficaz para el monitoreo automatizado de plantas de interior, asegurando

un control objetivo y en tiempo real de variables críticas como la humedad del suelo y la temperatura. Los resultados fisiológicos obtenidos evidencian un crecimiento sostenido y saludable de las especies evaluadas, validando la influencia positiva de la regulación ambiental mediante sensores y riego automático. El sistema, desarrollado con componentes de bajo costo, demostró ser técnica y económicamente viable, ampliando su potencial de replicabilidad en entornos domésticos, educativos y comunitarios, y contribuyendo a prácticas de cuidado vegetal más precisas y sostenibles.

Por otra parte, la evaluación realizada con usuarios reveló una alta aceptación y percepción positiva en relación con la utilidad y facilidad de uso del sistema, destacando mejoras en los hábitos de cuidado de plantas y una experiencia homogénea entre los participantes. Además, el prototipo fomenta un uso eficiente del agua, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, y presenta un claro potencial educativo al integrarse en procesos de formación ambiental y tecnológica. Futuras mejoras podrían incorporar algoritmos de inteligencia artificial y plataformas abiertas de análisis de datos, consolidando la maceta inteligente como una herramienta replicable, sostenible y con valor social en la gestión de recursos y la educación ambiental.

Financiamiento

Ninguno.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Contribución de autores

J. D. Rojas-Rengifo: Metodología; Investigación; Curación de datos; Redacción – borrador original.

L. B. Fernández-Mozombite: Conceptualización; Validación; Redacción – revisión y edición.

L. G. Callacna-Ponce: Análisis formal; Visualización; Redacción – revisión y edición.

D. Díaz-Delgado: Supervisión; Análisis formal; Visualización; Redacción – revisión y edición.

Referencias bibliográficas

Aguilar, S. (2020). *Diseño de una solución basada en el Internet de las cosas (IoT) empleando LoRaWAN para el monitoreo de cultivos agrícolas en Perú* [Tesis de licenciatura, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio UTP. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/2946>

Bersani, C., Ruggiero, C., Sacile, R., Soussi, A., & Zero, E. (2022). Internet of Things approaches for monitoring and control of smart greenhouses in Industry 4.0. *Energies*, 15(10), 3834. <https://doi.org/10.3390/en15103834>

Calderan Gregolin, A., Contreras, M., Salgado-Funes, E., Tejada, G., & Zabaleta, I. (2023). The use of efficient Smart Agro 4.0 irrigation systems for cotton in Peru and its public policy implications. *World Water Policy*, 9(4), 422–437. <https://doi.org/10.1002/wwp2.12157>

- Davis, G. S., & Baig, M. M. S. (2022). Digital planting pot for smart irrigation. *Asian Journal of Applied Science and Technology*, 6(4), 45–52. <https://doi.org/10.38177/ajast.2022.6405>
- Ghosh, A., Rahaman, S. H., Biswas, S., & Mandal, K. (2022). Automation in the sector of home gardening (domestic smart pot). In *2022 1st International Conference on Computational Science and Technology (ICCST)* (pp. 1–9). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCST55948.2022.10040316>
- Guerrero-Ulloa, G., Méndez-García, A., Torres-Lindao, V., Zamora-Mecías, V., Rodríguez-Domínguez, C., & Hornos, M. J. (2023). Internet of Things (IoT)-based indoor plant care system. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 15(1), 1–18. <https://doi.org/10.3233/AIS-220483>
- Halawa, H. N. (2023). Smart plant pot robot with IoT integration for indoor ornamental plants care. *Journal of Information Technology and Computer Engineering*, 7(2), 97–106. <https://doi.org/10.25077/jitce.7.2.97-106.2023>
- Killough, A., Barja, A., & Gurocak, H. (2024). Smart flowerpot as an IoT device for automatic plant care. In *2024 10th International Conference on Automation, Robotics and Applications (ICARA)* (pp. 541–545). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICARA60736.2024.10552954>
- Kirkole, A., & Bakliwal, J. (2024). Botanic monitoring of plant using Raspberry Pi. *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management*, 8(8), 12–17. <https://doi.org/10.55041/IJSREM37301>
- Kumar, N., Maity, S., Karmakar, R., Verma, P., & Swayamsiddha, S. (2023). Indoor plant health monitoring and tracking system. In *2022 OPJU International Technology Conference on Emerging Technologies for Sustainable Development (OTCON)* (pp. 1–5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/OTCON56053.2023.10113964>
- Laghari, A. A., Wu, K., Laghari, R. A., Ali, M., & Khan, A. A. (2023). Retraction note: A review and state of art of Internet of Things (IoT). *Archives of Computational Methods in Engineering*, 30(8), 5239–5240. <https://doi.org/10.1007/s11831-023-09985-y>
- M, K., Ila Ya Palla Van, P. N., U., P. V. G., S., S., S., P., & R., K. (2023). Memory optimization and computing of emojis-based IoT smart pot. In *2023 3rd International Conference on Pervasive Computing and Social Networking (ICPCSN)* (pp. 890–893). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICPCSN58827.2023.00152>
- Málaga, P. H. (2021). *Diseño e implementación de un sistema de riego mediante una red inalámbrica utilizando XBee, Arduino y aplicación de monitoreo Majes – Arequipa* [Tesis de licenciatura, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio UCSM. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/11124>
- Naik, M. S., Desai, S., Sairam, K. V. S. S. S., & Chaitra, S. N. (2021). IoT-based nursery management system. In N. N. Chiplunkar & T. Fukao (Eds.), *Advances in Artificial Intelligence and Data Engineering* (pp. 1335–1344). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-3514-7_100
- National Gardening Association. (2021). *National gardening survey 2021 edition*. Garden Research. <https://gardenresearch.com/view/national-gardening-survey-2021-edition/>
- Phillips, C., & Schulz, E. (2021). Greening home: Caring for plants indoors. *Australian Geographer*, 52(4), 379–396. <https://doi.org/10.1080/00049182.2021.2014021>

Quispe, O. (2020). *Diseño e implementación de un sistema de monitoreo utilizando Internet de las cosas y redes mesh para la mejora de la calidad en la producción de sembríos de quinua en la ciudad de Juliaca* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio UNAP. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/14919>

Rawal, K., & Gabrani, G. (2020). IoT-based computing to monitor indoor plants by using smart pot. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3562964>

Safa Yousif Abdalla, Yogaraju, H., & Rai, S. (2021). Design and development of an IoT-based plant growth monitoring and management system for indoor farming. *Malaysian Journal of Science and Advanced Technology*, 1(3), 45-55. <https://doi.org/10.56532/mjsat.v1i3.16>

Singh, R., Aernouts, M., De Meyer, M., Weyn, M., & Berkvens, R. (2020). Leveraging LoRaWAN technology for precision agriculture in greenhouses. *Sensors*, 20(7), 1827. <https://doi.org/10.3390/s20071827>

Xiaoying, T. (2023). Design of automatic indoor intelligent flowerpot and planting system. In *2023 International Conference on Electronics and Devices, Computational Science (ICEDCS)* (pp. 362-367). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICEDCS60513.2023.00071>