

HidroCultivo: Sistema de Monitoreo y Control en Procesos de Cultivos Hidropónicos aplicado en especies hortícolas (Lechuga sativa).

Gleiston Guerrero^[0000], XXX^[0000]

¹ Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo,
Ecuador

[XX, XX]@uteq.edu.ec

Abstract.

Keywords:

1 Introducción

En la actualidad, el interés por el cultivo casero ha ido en aumento. Cada vez es más frecuente observar que tanto hogares como edificios adquieren una vista más verde gracias al cultivo de flores, plantas y vegetales [1]. Esto debido a la creciente cantidad de personas conscientes que buscan mejorar su salud mediante una alimentación saludable, por lo que la demanda de vegetales hidropónicos ha tomado popularidad debido a los beneficios que se pueden obtener al consumirlos y a su conveniente forma de cultivo [2].

La hidroponía es una técnica de cultivo que no utiliza tierra, sino una solución de agua para proporcionar los nutrientes que las plantas necesitan para crecer. Este método de cultivo se ha vuelto popular en las últimas décadas debido a sus múltiples ventajas, que incluyen el consumo reducido de agua, la protección contra enfermedades del suelo y la posibilidad de optimizar el crecimiento de los cultivos en espacios limitados (Savvas y Gruda, 2018) [3]. La historia de la hidroponía se remonta a la antigua Babilonia, donde se cree que se utilizó para crear jardines colgantes. La primera evidencia escrita del uso de la hidroponía se puede encontrar en los escritos de los antiguos romanos, quienes utilizaron la técnica para cultivar plantas en áreas con suelos pobres [4].

Se realizó una búsqueda de información en donde se encontró literatura muy interesante y altamente relacionada con el tema de estudio de este artículo [5][6]. Sin embargo, se encontraron algunas falencias que pueden ser resueltas en el sistema que se propone en este trabajo. Por ejemplo, el uso de la información obtenida mediante los diferentes sensores para utilizarse para diseñar diferentes reglas que controlen algunos actuadores como electro-válvulas, luces y electrobombas así como la adición automática del agua al sistema.

Este proyecto pretende lograr una producción de cultivos hidropónicos eficiente a través de la implementación de un ambiente controlado centrándose en los nutrientes del agua circulante. Esto a su vez permitirá optimizar la calidad de los cultivos y reducir los costos e impactos ambientales asociados con los métodos de cultivo tradicionales.

Además, se llevarán a cabo pruebas para evaluar la eficiencia y sostenibilidad del sistema de cultivo hidropónico. Esto incluirá el seguimiento de la calidad y cantidad de los cultivos producidos, así como la medición de los recursos utilizados, como el agua y los nutrientes, todo esto haciendo uso de las propias herramientas de software que se desarrollaran lo que permitirá

evaluar también la eficiencia de estas. Finalmente, se analizarán los costos y beneficios del sistema de cultivo hidropónico en comparación con otros métodos de cultivo, con el objetivo de determinar su viabilidad económica y su impacto en el medio ambiente.

2 Antecedentes

La agricultura ha sido siempre una actividad esencial en la economía de numerosos países de todo el mundo.[7] Sin embargo, en la actualidad, la tecnología del Internet de las Cosas (IoT) está siendo utilizada para mejorar la eficiencia de los procesos agrícolas. Esta tendencia ha tenido un impacto significativo en el desarrollo de las ciudades y en los hábitos de vida de sus habitantes, ya que ha provocado un desplazamiento de las tierras de cultivo a zonas más alejadas del área urbana. A pesar de esto, la demanda de alimentos sigue creciendo con el aumento de la población. Por esta razón, se propone en la siguiente investigación sobre el método de cultivo hidropónico como una alternativa innovadora y sostenible para producir alimentos de alta calidad de manera eficiente.[8]

En las últimas décadas, la hidroponía ha ganado popularidad debido a su capacidad para producir cultivos de alta calidad en un ambiente controlado. La tecnología ofrece varias ventajas sobre los métodos agrícolas tradicionales, como el uso eficiente del agua y los nutrientes, los costos de producción reducidos y la capacidad de cultivar plantas en áreas donde el suelo es pobre o inutilizable [9]. Sin embargo, la hidroponía todavía enfrenta muchos desafíos, como el manejo integrado de plagas, la calidad del agua y los nutrientes, el control de las condiciones ambientales y la selección de cultivos adecuados. Con el fin de abordar estos problemas, se han llevado a cabo varios estudios para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad de la hidroponía [10].

Se han desarrollado varios trabajos al respecto, algunos permiten analizar y monitorear los datos [11][7][12][13]., otros que utilizan inteligencia artificial [14][15][16][17][18][19][20], así mismo, otros ayudan a tomar decisiones[21]

(Un último párrafo de la organización del documento será redactado más adelante)

3 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema de cultivo hidropónico eficiente y sostenible para la producción de cultivos hortícolas en un ambiente controlado para la optimización de la calidad de los cultivos y la reducción de costos e impactos ambientales asociados con los métodos de cultivos tradicionales.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diseñar e implementar un sistema de cultivo hidropónico adecuado para las especies seleccionados.
- Realizar pruebas para la determinación de la eficiencia y la sostenibilidad del sistema de cultivo hidropónico.
- Analizar los costos y beneficios del sistema de cultivo hidropónico en comparación con otros métodos de cultivo.

El documento está organizado de la siguiente forma. En la sección 2, se describe el estudio del estado del arte. La sección 3 describe los trabajos relacionados. La sección 4 describe la metodología OSCRUM para el desarrollo del sistema web OSS. En la sección 5, se describe el estudio de caso. La sección 6 describe los resultados del estudio de caso. La sección 7 discute los resultados. La sección 8 menciona las limitaciones encontradas, y, finalmente, la sección 9 describe las conclusiones y trabajo futuro.

2 Trabajos Relacionados

Escribir sobre los estudios encontrados en el estudio exploratorio relacionados a su tema. Tarea 1, 2 y 3 del SMS

3 Estudio del Estado del Arte

Escribir sobre el SMS (preguntas de investigación, cadenas de búsqueda, criterios de exclusión e inclusión, BBDD, campos de búsqueda)

Según Kitchenham et al.[22], un SMS permite realizar una revisión de la literatura sobre un área de interés particular que tiene como objetivo responder a una o varias preguntas de investigación. El objetivo de nuestra investigación es responder a la pregunta: ¿Cuál es el estado del arte del desarrollo de sistemas web OSS para la gestión de servicios en el área de la salud para seres humanos?. El proceso del SMS de Kitchenham [22] tiene tres pasos: (i) planificación de la revisión, (ii) búsqueda estratégica y (iii) selección de estudios. Este proceso se inició con la identificación de las palabras claves y la cadena de búsqueda. Esta cadena de búsqueda es: (“Open Source” OR “Free Software”) AND (“website system” OR “web application” OR “web platform”) AND (“health” OR “medicine” OR “vaccines”). Para determinar los estudios primarios relevantes, se utilizaron los criterios de inclusión y exclusión definidos en la Tabla 1.

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión:
(El estudio está relacionado con “open source” o “free software” y “website system” o “web application” o “web plataforma” y health o medicine o vaccines; AND El estudio se encuentra en el idioma Inglés; AND su fecha de publicación es igual o superior a 2017)
Criterios de exclusión:
(El estudio no presenta ningún aspecto relacionado con “open source” o “free software” y “website system” o “web application” o “web plataforma” y health o medicine o vaccines AND Documentos que no sean claros en sus objetivos de investigación; AND Estudios cortos, resúmenes y editoriales; AND Investigaciones que se encuentren en progreso o que no muestran un trabajo terminado con éxito)

La búsqueda se realizó en la BBDD Scopus porque es una de las bases de datos más grande.

4 Descripción de la metodología propuesta para el Desarrollo Open Source: OSCRUM

Escribir su propuesta:

4.1 Tecnología utilizada para el desarrollo open source

5 Estudio de caso

6 Resultados del Estudio de Caso

7 Discusión de resultados

xx

8 Limitaciones

xxx

9 Conclusión y Trabajo Futuro

xx

Referencias

- [1] R. Gashgari, K. Alharbi, K. Mughrbil, A. Jan, y A. Glolam, “Comparison between growing plants in hydroponic system and soil based system”, *Proc. World Congr. Mech. Chem. Mater. Eng.*, pp. 1–7, 2018, doi: 10.11159/icmie18.131.
- [2] J. Chaiwongsai, “Automatic Control and Management System for Tropical Hydroponic Cultivation”, en *2019 IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS)*, 2019, pp. 1–4. doi: 10.1109/ISCAS.2019.8702572.
- [3] D. Savvas y N. Gruda, “Application of soilless culture technologies in the modern greenhouse industry - A review”, *Eur. J. Hortic. Sci.*, vol. 83, núm. 5, pp. 280–293, 2018, doi: 10.17660/eJHS.2018/83.5.2.
- [4] H. M. Resh, *HYDROPONIC Food Production. A Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener*. 2013. [En línea]. Disponible en: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781439878699>
- [5] F. J. Ferrández-Pastor, J. M. García-Chamizo, M. Nieto-Hidalgo, J. Mora-

- Pascual, y J. Mora-Martínez, “Developing Ubiquitous Sensor Network Platform Using Internet of Things: Application in Precision Agriculture”, *Sensors*, vol. 16, núm. 7, 2016, doi: 10.3390/s16071141.
- [6] A. Amaya y L. Cruz, “Diseño e implementación de un control de pH, conductividad y monitoreo del nivel de agua para el cuidado cultivos hidropónicos de uso doméstico”, p. 14, 2016.
- [7] M. Dutta *et al.*, “Monitoring Root and Shoot Characteristics for the Sustainable Growth of Barley Using an IoT-Enabled Hydroponic System and AquaCrop Simulator”, *Sustainability*, vol. 15, núm. 5, 2023, doi: 10.3390/su15054396.
- [8] D. Rengifo, “Impacto de la expansión urbana sobre tierras productivas y sus repercusiones en la producción agrícola”, pp. 1–79, 2022, [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/8621/1/T3777-MRI-Rengifo-Impacto.pdf>
- [9] I. Papadopoulos, F. Chatzitheodoridis, P. Christos, T. Vasilios, y C. Gianneli, “Evaluation of Hydroponic Production of Vegetables and Ornamental Pot-Plants in a Heated Greenhouse in Western Macedonia, Greece”, *Am. J. Agric. Biol. Sci.*, vol. 3, pp. 559–565, 2008, doi: 10.3844/ajabssp.2008.559.565.
- [10] N. Sharma, S. Acharya, K. Kumar, N. Singh, y O. Chaurasia, “Hydroponics as an advanced technique for vegetable production: An overview”, *J. Soil Water Conserv.*, vol. 17, pp. 364–371, 2019, doi: 10.5958/2455-7145.2018.00056.5.
- [11] D. R. A. Tambogon y A. N. Yumang, “Growth of Garlic in Hydroponic System with IoT-Based Monitoring”, en *2022 14th International Conference on Computer and Automation Engineering (ICCAE)*, 2022, pp. 184–189. doi: 10.1109/ICCAE55086.2022.9762436.
- [12] G. Marques, D. Aleixo, y R. Pitarma, “Enhanced Hydroponic Agriculture Environmental Monitoring: An Internet of Things Approach BT - Computational Science – ICCS 2019”, 2019, pp. 658–669.
- [13] M. J. Ibarra-Cabrera, M. A. Cruz, C. R. Quispe Onofre, y S. F. Ochoa, “An IoT-Based System Architecture for Monitoring Hydroponic Growing in Urban Agriculture BT - Proceedings of the International Conference on Ubiquitous Computing & Ambient Intelligence (UCAmI 2022)”, 2023, pp. 622–633.
- [14] C.-L. Chang, S.-C. Chung, W.-L. Fu, y C.-C. Huang, “Artificial intelligence approaches to predict growth, harvest day, and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in a IoT-enabled greenhouse system”, *Biosyst. Eng.*, vol. 212, pp. 77–105, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.09.015>.
- [15] P. P. V, S. S M, y S. S. C, “Robust Smart Irrigation System using Hydroponic Farming based on Data Science and IoT”, en *2020 IEEE Bangalore Humanitarian Technology Conference (B-HTC)*, 2020, pp. 1–4. doi: 10.1109/B-HTC50970.2020.9297842.
- [16] M. Mehra, S. Saxena, S. Sankaranarayanan, R. J. Tom, y M. Veeramanikandan, “IoT based hydroponics system using Deep Neural Networks”, *Comput. Electron. Agric.*, vol. 155, pp. 473–486, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.10.015>.
- [17] K. Kour *et al.*, “Monitoring Ambient Parameters in the IoT Precision Agriculture Scenario: An Approach to Sensor Selection and Hydroponic Saffron Cultivation”, *Sensors*, vol. 22, núm. 22, 2022, doi: 10.3390/s22228905.
- [18] K. Kour *et al.*, “Smart-Hydroponic-Based Framework for Saffron Cultivation: A Precision Smart Agriculture Perspective”, *Sustainability*, vol. 14, núm. 3,

- 2022, doi: 10.3390/su14031120.
- [19] S. Park y J. Kim, “Design and Implementation of a Hydroponic Strawberry Monitoring and Harvesting Timing Information Supporting System Based on Nano AI-Cloud and IoT-Edge”, *Electronics*, vol. 10, núm. 12, 2021, doi: 10.3390/electronics10121400.
 - [20] H. Andrianto, Suhardi, y A. Faizal, “Development of Smart Greenhouse System for Hydroponic Agriculture”, en *2020 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI)*, 2020, pp. 335–340. doi: 10.1109/ICITSI50517.2020.9264917.
 - [21] E. I. Putra, M. Cendana, y Y. Yaddarabullah, “Decision support system to determine hydroponic vegetable cultivation based on Internet of Things (IoT)”, *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1098, núm. 6, p. 62007, mar. 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1098/6/062007.
 - [22] B. A. Kitchenham, D. Budgen, y O. P. Brereton, “Using mapping studies as the basis for further research - A participant-observer case study”, *Inf. Softw. Technol.*, vol. 53, núm. 6, pp. 638–651, 2011, doi: 10.1016/j.infsof.2010.12.011.