

INFORME DEL PROYECTO

Diseño e implementación de un sistema hidropónico inteligente impreso en 3D a partir de botellas PET recicladas para el cultivo sostenible de plantas aromáticas y hortalizas

1. Introducción

En los últimos años, el incremento del consumo de alimentos producidos con pesticidas y químicos ha generado una creciente preocupación a nivel mundial debido a su relación con enfermedades crónicas, problemas metabólicos y afectaciones al sistema inmunológico. Diversos estudios han evidenciado que la exposición prolongada a residuos químicos en alimentos puede tener impactos negativos en la salud humana, lo que ha impulsado la búsqueda de alternativas de producción agrícola más seguras y sostenibles (FAO, 2022; WHO, 2023).

En este contexto, la agricultura urbana y los sistemas hidropónicos han emergido como soluciones viables para la producción de alimentos frescos, libres de pesticidas y con un uso eficiente de recursos como el agua y el espacio. La hidroponía permite cultivar plantas sin suelo, controlando de manera precisa los nutrientes y el riego, lo que la convierte en una alternativa adecuada para entornos urbanos y educativos (Resh, 2022).

Paralelamente, el manejo inadecuado de residuos plásticos, especialmente botellas PET, constituye uno de los principales problemas ambientales a nivel local y global. Frente a esta problemática, el reciclaje y la reutilización de plásticos mediante tecnologías como la impresión 3D representan una oportunidad para transformar desechos en recursos útiles, fomentando la economía circular y la sostenibilidad ambiental (Hopewell, Dvorak & Kosior, 2021).

El presente proyecto, denominado **EcoGrow**, fue desarrollado de manera conjunta entre **AJTechnology** y la **Unidad Educativa Andrés Bello**, con el objetivo de integrar tecnología, sostenibilidad y educación mediante el diseño e implementación de un sistema hidropónico vertical, impreso en 3D utilizando filamento obtenido a partir de botellas PET recicladas, y con control automatizado del sistema de riego. El proyecto busca demostrar la viabilidad

técnica, ambiental y educativa de este enfoque, promoviendo la producción responsable de alimentos y la innovación tecnológica.

2. Planteamiento del problema

El alto consumo de productos agrícolas tratados con pesticidas y químicos ha sido asociado al incremento de enfermedades relacionadas con la alimentación, como trastornos gastrointestinales, problemas endocrinos y enfermedades crónicas no transmisibles. A pesar de que existe una creciente demanda de alimentos orgánicos, su alto costo y limitada disponibilidad dificultan el acceso a este tipo de productos para gran parte de la población.

Adicionalmente, la acumulación de residuos plásticos, en especial botellas PET de un solo uso, representa un grave problema ambiental debido a su lenta degradación y al impacto negativo que generan en ecosistemas terrestres y acuáticos. En muchos contextos locales, estos residuos no son reciclados adecuadamente y terminan contaminando el entorno.

Ante esta realidad, surge la necesidad de desarrollar soluciones tecnológicas que permitan producir alimentos saludables, reducir el uso de pesticidas, optimizar el consumo de agua y, al mismo tiempo, reutilizar residuos plásticos de manera eficiente. El desafío consiste en integrar estos elementos en un sistema accesible, replicable y educativo, que pueda ser aplicado en espacios urbanos y en contextos de formación técnica y académica.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema hidropónico inteligente impreso en 3D a partir de botellas PET recicladas, que permita el cultivo sostenible de plantas aromáticas y hortalizas mediante control automatizado del riego y reutilización de materiales plásticos.

3.2 Objetivos específicos

- Reutilizar botellas PET recicladas para la fabricación de filamento mediante un sistema de extrusión, destinado a la impresión 3D de la estructura hidropónica.

- Diseñar y fabricar una estructura hidropónica vertical modular mediante impresión 3D.
- Implementar un sistema de riego automatizado con control manual y automático.
- Evaluar el crecimiento, rendimiento y estado de salud de las plantas cultivadas en el sistema.
- Analizar el consumo de agua y la eficiencia del sistema hidropónico.
- Promover la educación ambiental, tecnológica y agrícola en estudiantes mediante la ejecución del proyecto.

4. Justificación

La ejecución del proyecto EcoGrow se justifica desde una perspectiva ambiental, social, educativa y tecnológica. En primer lugar, el uso de sistemas hidropónicos permite reducir significativamente el consumo de agua en comparación con la agricultura tradicional, alcanzando ahorros de hasta un 90 %, lo que resulta fundamental en contextos de escasez hídrica (FAO, 2022). Asimismo, el control del entorno de cultivo elimina la necesidad de pesticidas, contribuyendo a la producción de alimentos más saludables.

Desde el enfoque ambiental, la reutilización de botellas PET mediante su transformación en filamento para impresión 3D fomenta la economía circular y reduce la cantidad de residuos plásticos destinados a rellenos sanitarios o al ambiente. Diversos autores destacan que la impresión 3D con plásticos reciclados representa una alternativa viable para la valorización de residuos y la reducción del impacto ambiental (Hopewell et al., 2021).

En el ámbito educativo, el proyecto permitió a estudiantes de la Unidad Educativa Andrés Bello aplicar conocimientos de electrónica, automatización, diseño CAD, impresión 3D y agroecología, fortaleciendo competencias técnicas y fomentando el aprendizaje basado en proyectos reales. Este enfoque responde a las recomendaciones actuales sobre educación STEAM y formación técnica contextualizada (UNESCO, 2023).

Finalmente, desde el punto de vista tecnológico y social, EcoGrow demuestra que es posible desarrollar soluciones de bajo costo, replicables y escalables, orientadas a mejorar la calidad de vida, la seguridad alimentaria y la conciencia ambiental en la comunidad.

5. Hipótesis

La implementación de un sistema hidropónico impreso en 3D a partir de botellas PET recicladas permite producir plantas aromáticas y hortalizas de manera eficiente, sostenible y libre de pesticidas, optimizando el uso del agua y reduciendo el impacto ambiental en comparación con métodos de cultivo tradicionales.

6. Marco metodológico

6.1 Localización

El proyecto fue desarrollado en el taller técnico de la Unidad Educativa Andrés Bello y en el taller de AJTecnology, ubicados en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas, Ecuador. Las etapas de diseño, extrusión de filamento, impresión 3D y ensamblaje se realizaron en los talleres, mientras que la instalación y pruebas del sistema hidropónico se efectuaron en un espacio con acceso a luz natural controlada.

6.2 Población y muestra

Aunque el proyecto no corresponde a un estudio poblacional, se definió una muestra experimental compuesta por 12 plantas distribuidas en el sistema hidropónico EcoGrow durante un ciclo de cultivo. Esta muestra permitió evaluar variables de crecimiento, rendimiento, consumo de agua y estado general de las plantas.

6.3 Tipo de investigación

La investigación fue de tipo aplicada y experimental, orientada a la resolución de un problema real mediante el diseño, construcción y evaluación de un prototipo funcional. El enfoque fue técnico-experimental, propio de proyectos de innovación tecnológica y sostenibilidad.

6.4 Técnicas e instrumentos

Se emplearon técnicas de diseño CAD, impresión 3D, montaje eléctrico e hidráulico, monitoreo visual de las plantas, medición de consumo de agua y registro fotográfico. Los instrumentos incluyeron software de diseño, impresora 3D, sistema extrusor, bomba de agua, módulo de control, planillas de registro y cámara fotográfica.

6.5 Procedimiento para el análisis de datos

Los datos cuantitativos fueron organizados en planillas electrónicas (Excel), generando tablas con consumo de agua, rendimiento vegetal y tasa de supervivencia, así como gráficos que permitieron visualizar la eficiencia hídrica, la producción por planta y la sostenibilidad del sistema. La interpretación se realizó comparando los resultados obtenidos con referencias de cultivos hidropónicos reportadas en la literatura.

7. Resultados

Los resultados evidenciaron un crecimiento saludable de las plantas cultivadas, con una tasa de supervivencia superior al 90 %. El consumo de agua fue significativamente menor en comparación con cultivos tradicionales, confirmando la eficiencia hídrica del sistema. Asimismo, la estructura impresa en 3D mostró adecuada resistencia y funcionalidad durante todo el ciclo de cultivo.

8. Conclusiones

El proyecto EcoGrow demostró que es viable integrar reciclaje de botellas PET, impresión 3D y sistemas hidropónicos automatizados para la producción sostenible de alimentos. El sistema permitió optimizar recursos, reducir residuos plásticos y generar un impacto educativo positivo en los estudiantes participantes. Se concluye que el modelo es replicable y escalable, con potencial para futuras mejoras mediante sensores e integración IoT.

9. Anexos

<https://eljohn72.github.io/>

10. Referencias

FAO. (2022). *The future of food and agriculture*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Hopewell, J., Dvorak, R., & Kosior, E. (2021). Plastics recycling: challenges and opportunities. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364(1526), 2115–2126.

Resh, H. M. (2022). *Hydroponic food production*. CRC Press.

UNESCO. (2023). *Education for sustainable development*. UNESCO.

WHO. (2023). *Food safety and pesticide residues*. World Health Organization.