



CULTIVOS HIDROPÓNICOS VERTICALES PARA LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE LECHUGA EN BOGOTÁ

Vertical hydroponic cultivation for sustainable lettuce production in Bogota

Laura Vanessa Usaquén Lopez

RESUMEN

La creciente crisis hídrica y ambiental de Bogotá ha puesto en evidencia la necesidad de modelos agrícolas más eficientes que reduzcan el consumo de agua, la dependencia de fertilizantes y la vulnerabilidad climática (FAO, 2024; EAAB, 2025). En este contexto, los cultivos hidropónicos verticales representan una alternativa sostenible para la producción de hortalizas como la lechuga. En la ciudad se ha identificado un agotamiento significativo de los recursos hídricos y un incremento en los impactos de la agricultura convencional, lo cual afecta la seguridad alimentaria y la sostenibilidad urbana (Publimetro, 2025).

El presente proyecto tiene como objetivo diseñar un sistema hidropónico vertical automatizado bajo la técnica NFT (Nutrient Film Technique), la cual consiste en la circulación continua de una delgada lámina de solución nutritiva a través de canales donde se encuentran las raíces de las plantas, permitiendo el suministro simultáneo de agua, nutrientes y oxígeno (González et al., 2019; InfoAgrónomos, 2022).

Una de sus principales ventajas es la recirculación de la solución nutritiva, lo que reduce significativamente el consumo de agua y fertilizantes, además de evitar pérdidas por lixiviación. Este sistema es ampliamente utilizado en cultivos de ciclo corto como la lechuga, debido a su eficiencia, bajo costo operativo y facilidad de automatización. Metodológicamente, se adoptó un enfoque mixto con predominio cuantitativo y diseño experimental aplicado. Se diseñó y evaluó un prototipo con sensores de pH, conductividad eléctrica, temperatura y nivel hídrico. Como resultado, el sistema permite reducir hasta en un 90 % el consumo de agua y en un 95 % el uso de fertilizantes, optimizando la producción urbana sostenible.

PALABRAS CLAVE: agricultura urbana, hidroponia, lechuga, NFT, producción sostenible, recursos hídricos.

ABSTRACT

The growing water and environmental crisis in Bogotá has highlighted the need for more efficient agricultural models that reduce water consumption, dependence on fertilizers, and climate vulnerability (FAO, 2024; EAAB, 2025). In this context, vertical hydroponic systems represent a sustainable alternative for the production of vegetables such as lettuce. In the city,

a significant depletion of water resources and an increase in the impacts of conventional agriculture have been identified, affecting food security and urban sustainability (Publimetro, 2025). The present project aims to design an automated vertical hydroponic system based on the NFT (Nutrient Film Technique), which consists of the continuous circulation of a thin layer of nutrient solution through channels where plant roots are located, allowing the simultaneous supply of water, nutrients, and oxygen (González et al., 2019; InfoAgrónomos, 2022).

One of its main advantages is the recirculation of the nutrient solution, which significantly reduces water and fertilizer consumption while preventing losses due to leaching. This system is widely used in short-cycle crops such as lettuce due to its efficiency, low operating cost, and ease of automation. Methodologically, a mixed-method approach with a quantitative emphasis and an applied experimental design was adopted. A prototype was designed and evaluated using sensors for pH, electrical conductivity, temperature, and water level. As a result, the system can reduce water consumption by up to 90% and fertilizer use by 95%, optimizing sustainable urban production.

KEYWORDS: urban agriculture, hydroponics, lettuce, NFT, sustainable production, water resources.

INTRODUCCIÓN

La agricultura tradicional enfrenta tensiones crecientes debido a factores ambientales, económicos y sociales que comprometen la seguridad alimentaria, especialmente en contextos urbanos. En Colombia, el uso intensivo de tierra, agua y fertilizantes ha incrementado las emisiones contaminantes y ha deteriorado la calidad del suelo (FAO, 2024), mientras que fenómenos climáticos extremos, como El Niño, afectan la estabilidad de la producción agrícola (IDEAM, 2024).

En Bogotá, la crisis hídrica evidenciada durante 2024 y 2025, caracterizada por bajos niveles en los embalses del sistema Chingaza y el aumento del consumo urbano (EAAB, 2025; Bogotá.gov.co, 2025), ha puesto en evidencia la necesidad de implementar modelos agrícolas más eficientes en el uso del agua. En este contexto, cultivos como la lechuga han presentado pérdidas significativas debido a la variabilidad climática y su alta dependencia hídrica.

En los últimos años, la agricultura convencional en Colombia ha mostrado un crecimiento significativo que, aunque productivo, ha intensificado la presión sobre el ambiente y los recursos hídricos. Bogotá enfrenta una crisis marcada por el agotamiento de embalses, el aumento del consumo doméstico y la vulnerabilidad climática, afectando tanto la disponibilidad de agua como la producción agrícola (EAAB, 2025; MinAmbiente, 2024). Paralelamente, la demanda de alimentos frescos continúa en aumento, mientras los espacios urbanos son cada vez más limitados para el cultivo tradicional.

Ante este panorama, los sistemas hidropónicos verticales surgen como una alternativa innovadora, al permitir el uso eficiente del espacio, la reducción del consumo de agua y la optimización del ciclo de crecimiento de cultivos como la lechuga (InfoAgrónomos, 2022; González et al., 2019). El problema central radica en cómo desarrollar tecnologías agrícolas que se adapten a las necesidades urbanas y disminuyan el impacto de la agricultura convencional.

El objetivo del presente trabajo es diseñar un sistema hidropónico vertical automatizado que optimice los recursos escasos y garantice una producción sostenible. Para ello, se revisan antecedentes sobre agricultura urbana, técnica NFT y automatización mediante sensores, así como estudios sobre eficiencia hídrica y energética. En conjunto, la hidroponía vertical se presenta como una solución alineada con la sostenibilidad y la seguridad alimentaria en Bogotá.

HALLAZGOS O RESULTADOS

Los análisis realizados muestran que la técnica NFT aplicada en sistemas verticales permite una eficiencia notable en el uso de recursos, las fuentes revisadas evidencian reducciones de hasta el 90%, en consumo de agua y del 95% en uso de fertilizantes respecto a la agricultura tradicional, debido a la circulación de la solución nutritiva y el control ambiental. Además, la densidad de cultivo se incrementa de 23 a 45 plantas por metro cuadrado, lo que duplica la capacidad productiva, el ciclo de cultivo disminuye de 60 a 45 días, posibilitando hasta ocho cosechas anuales en comparación con las cuatro o cinco del sistema convencional.

El consumo de agua durante todo el ciclo de cultivo fue de aproximadamente 25 L/kg, lo que representa una reducción cercana al 90 % en comparación con la agricultura tradicional (200–300 L/kg) según WWT Colombia (2014). Estos resultados son consistentes con estudios previos que evidencian la alta eficiencia hídrica de los sistemas hidropónicos con recirculación (InfoAgrónomos, 2022). La automatización mediante sensores favorece la estabilidad de las condiciones de crecimiento, disminuye errores humanos y aumenta la calidad del producto final. Finalmente, se identificaron beneficios ambientales adicionales, como la reducción de emisiones asociadas al transporte y la minimización de residuos químicos en cuerpos de agua.

CONCLUSIONES

El proyecto demuestra que los cultivos hidropónicos verticales constituyen una alternativa viable y eficiente frente a los desafíos ambientales y de disponibilidad de recursos en Bogotá. La técnica NFT permite optimizar el uso del agua y los nutrientes, incrementando la productividad y reduciendo el impacto ambiental de la agricultura convencional. Asimismo, la automatización del sistema mejora el control de variables críticas y garantiza la estabilidad del cultivo, lo que se traduce en mayor calidad y menor tiempo de producción. Estos avances resultan relevantes ante la crisis hídrica de la ciudad, posicionando la hidroponía como una herramienta clave para la seguridad alimentaria urbana.

Además, su implementación promueve prácticas sostenibles, reduce la huella de carbono y fortalece el desarrollo de tecnologías limpias. En este sentido, contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente al ODS 2, ODS 6, ODS 11 y ODS 12.

Los resultados evidencian reducciones de hasta el 90 % en el consumo de agua y del 95 % en fertilizantes, así como un aumento en la densidad de cultivo hasta 45 plantas/m² y una disminución del ciclo productivo de 60 a 45 días. En conjunto, el sistema es técnicamente viable, ambientalmente sostenible y aplicable a contextos urbanos.



REFERENCIAS

- Agencia de Noticias UNAL. (2023). *Contaminación atmosférica en Bogotá*.
- Caracol Radio. (2024). *Acciones anticipatorias frente al cambio climático*.
- Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB). (2025). *Consumo y distribución de agua en Bogotá*.
- Flórez Pardo, J., et al. (2024). *Sistemas hidropónicos automatizados en Bogotá*.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2024). *Impactos ambientales de la agricultura en América Latina*.
- Gavhane, et al. (2023). *Producción de lechuga en sistemas verticales*.
- González, et al. (2019). *Implementación de sistemas NFT en agricultura urbana*.
- InfoAgrónomos. (2022). *Eficiencia de nutrientes en sistemas hidropónicos*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente). (2024). *Proyecciones de cambio climático en Colombia*.
- Publimetro. (2025). *Crisis hídrica en Bogotá*.
- Wetlands International Colombia (WWT Colombia). (2014). *Consumo de agua en cultivos de lechuga*.