

Hidropon-IA: Hidroponía automatizada y sustentada por IA

Oscar Valencia-Garaicochea¹, Joel Valencia-Gonzales¹

¹Universidad La Salle, Facultad de Ingeniería. CDMX, México.

oscarvalencia@lasallistas.org.mx, joel.valencia@lasallistas.org.mx

Resumen. Se presenta el emprendimiento tecnológico-social *Hidropon-IA*, que desarrolla sistemas verticales de cultivo automatizados con inteligencia artificial para zonas urbanas. La propuesta surge ante la dependencia de la población urbana mexicana a hortalizas producidas con altos insumos hídricos y químicos, lo cual impacta en la seguridad alimentaria, la salud y el medio ambiente. Hidropon-IA utiliza un sistema de sensores y una red neuronal convolucional basada en VGG16 entrenada para identificar el grado de madurez de vegetales, facilitando su recolección automatizada y fomentando el autoconsumo. El modelo ha alcanzado una precisión del 92% en pruebas controladas. Además, se proyecta una app para identificar frutas maduras en supermercados. Con este enfoque, el proyecto contribuye a los ODS 2 (Hambre cero) y 11 (Ciudades sostenibles), y plantea una solución viable y escalable para la producción local de alimentos frescos.

Palabras Clave: Hidroponía, Inteligencia Artificial, Agricultura urbana.

1 Descripción de la problemática prioritaria abordada

En la Ciudad de México, las familias presentan una fuerte dependencia de hortalizas cultivadas de forma convencional, lo que implica un alto uso de agua (65% del consumo nacional) y un desperdicio del 57% (CONAGUA, 2018), además el uso constante de agroquímicos que afectan la salud y la calidad del suelo. Este modelo encarece el acceso a alimentos frescos y contribuye a enfermedades crónicas, además de generar una huella de carbono considerable.

Abordamos esta problemática usando el modelo de inteligencia artificial que proviene de una metodología innovadora propia, desarrollada y presentada en el Congreso CIMCIA 2024. Esta metodología se compone de cinco etapas: en primer lugar, se realizó la recopilación de una base de datos conformada por 600 imágenes distribuidas en seis categorías distintas de vegetales y plantas, aplicando además técnicas de aumento de datos para enriquecer el conjunto (filtros de brillo, contraste, ruido y rotación generando datos sintéticos que simulan escenarios de baja luz o fondos distractores). Posteriormente, las imágenes fueron preprocesadas con el objetivo de evitar el sobreajuste durante el proceso de entrenamiento. Para la clasificación de especies, se empleó una red neuronal convolucional VGG16, incorporando capas de activación ReLU y ELU. El modelo fue entrenado durante 100 épocas y se validó su precisión utilizando 12 imágenes externas, lo que permitió comprobar su capacidad para clasificar correctamente las especies y determinar su grado de madurez.

Hidropon-IA surge como respuesta a esta problemática, integrando esta tecnología de inteligencia artificial en sistemas hidropónicos verticales para espacios urbanos. Esta solución elimina el uso de pesticidas, reduce el uso de agua hasta en 90% comparado con cultivos tradicionales, y empodera a los usuarios para cultivar sus propios alimentos. Al promover la autosuficiencia alimentaria y la eficiencia en recursos, el proyecto se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 2 (Hambre Cero) y 11 (Ciudades y comunidades sostenibles).

2 **Objetivo**

Desarrollar un modelo de negocio escalable y sustentable basado en dos distintos sistemas hidropónicos verticales automatizados con inteligencia artificial que permita a los usuarios urbanos cultivar vegetales de forma eficiente, saludable y sin experiencia previa, integrando tecnologías de monitoreo remoto, identificación por visión artificial y suscripción inteligente de semillas.

3 **Definición del modelo de negocio a través del Modelo Canvas**

1.- Segmentos de cliente: 75 % hogares urbanos, 20 % restaurantes (mini-huertos para consumo propio y experiencia gastronómica), 5 % instituciones educativas.

2.-Propuesta de valor: sistema modular de hidroponía con IA, sin pesticidas, de uso sencillo; monitoreo remoto; base de datos robusta que asegura rendimiento en condiciones adversas.

3.-Canales: tienda en línea, redes sociales, ferias de sustentabilidad, alianzas con restaurantes y desarrolladoras de vivienda.

4.-Relación con el cliente: El cliente adquirirá una hidroponía y podrá suscribirse a nuestra tienda en línea la cual le enviare suministros personalizados cada mes para un óptimo y continuo uso de la hidroponía. El cliente tendrá acceso mediante la aplicación a cursos, asistencia, servicio técnico y monitoreo en línea incluido por la compra del producto

5.-Fuentes de ingreso: venta de kits (básico y avanzado), suscripción de pods y solución nutritiva, servicios de instalación y mantenimiento

6.-Recursos clave: modelo IA entrenado, sensores, app de monitoreo, equipo técnico.










7.-Actividades clave: producción y ensamblaje, desarrollo y mejora de IA/app, marketing y alianzas.

8.-Socios clave: proveedores de materiales y sensores (a definir en fase de escalamiento) y distribuidor

9.-Estructura de costos:

Componente	Kit Básico	Kit Avanzado
Sensor pH	—	~\$2,500 MXN
Sensor de temperatura / humedad	~\$200 MXN	~\$500 MXN
Sensor ultrasonido / Distancia	~\$200–300 MXN	~\$200-300 MXN
Bomba de agua	~\$1,500 MXN	~\$2,000 MXN
Sistema de iluminación LED (espectro completo)	—	~\$1000 MXN
Medio de cultivo (lana de roca / Pods)	~\$150 MXN	~\$300 MXN
Solución nutritiva y controlador de pH	~\$450 MXN	~\$550 MXN
Torre hidropoónica	~\$1,500 MXN	~\$2,500 MXN
Electrónica / controladores / drivers	~\$400 MXN	~\$800 MXN
Embalaje / manual / documentación	~\$150 MXN	~\$200 MXN
Mano de obra / ensamblaje	~\$300 MXN	~\$500 MXN
Estimado Total	\$ 4,900.0	\$ 11,100.0

Tabla 1. Estructura de costos de Kits hidropónicos

<div><div>Socios Clave</div><div>8</div><div>Proveedores de materiales, logística, universidades, desarrolladoras, aliados foodtech.</div></div>	<div><div>Actividades clave</div><div>7</div><div>Producción, mejora IA, diseño app, suscripción, soporte, marketing y alianzas.</div></div> <div><div>Recursos clave</div><div>6</div><div>Modelo IA entrenado, sensores, base de datos, equipo técnico y marca propia.</div></div>	<div><div>Propuesta de valor</div><div>2</div><div>Sistema de cultivo automatizado con IA, sin pesticidas, fácil uso sin conocimientos previos, con detección de madurez y app futura para supermercados.</div></div>	<div><div>Relaciones con clientes</div><div>4</div><div>Soporte personalizado, comunidad en línea, capacitación, app con notificaciones y relación continua.</div></div> <div><div>Canales</div><div>3</div><div>Tienda online, redes sociales, ferias, alianzas con tiendas, entrega a domicilio y soporte digital continuo.</div></div>	<div><div>Segmentos de cliente</div><div>1</div><div>Familias urbanas conscientes del medio ambiente, nivel socioeconómico medio-alto, interesados en autocultivo saludable.</div></div>
<div><div>Estructura de costos</div><div>9</div><div>Producción, software, logística, marketing y equipo técnico.</div></div>	<div><div>Fuentes de Ingresos</div><div>5</div><div>Venta del kit, suscripción de pods personalizada, colaboraciones con restaurantes y empresas relacionadas al producto</div></div>			

El desarrollo del sistema de IA con VGG16 permitió alcanzar una precisión del 92% en la detección de madurez de 6 especies vegetales.

Se construyó un prototipo físico funcional y una versión web de prueba. Esto demuestra la viabilidad de aplicar redes neuronales en sistemas urbanos de cultivo automatizado. El impacto esperado incluye reducción en el uso de agua, aumento en el acceso a alimentos frescos, y reducción de la huella de carbono individual.

5 Conclusiones y perspectivas futuras

Dada la demostración de viabilidad técnica, la integración de inteligencia artificial aplicada al sistema de cultivo urbano, es factible en hidroponía. A partir de ello, hemos identificado diversas aplicaciones alineadas a las megatendencias: tecnología alimentaria y educación de consumo responsable.

El modelo entrenado con VGG16 funciona inicialmente de forma tan precisa, que nos permite un pronóstico muy optimista con respecto a su perfeccionamiento entorno a dos mejoras: incrementar la acuracidad de la inteligencia artificial sin menoscabo de la velocidad de procesamiento. El modelo de IA ya está entrenado con una base de datos muy variada en condiciones de iluminación, tipo de cultivo y escenarios de interior/exterior pero una vez concluido el prototipo físico, realizaremos validaciones en entornos reales (baja iluminación y espacios abiertos) para seguir incrementando la precisión y enriquecer la base de datos.

Contamos con 2 prototipos (básico y avanzado) que ya son aptos para escalarse a nivel comercial, por lo que las siguientes etapas incluyen la fabricación de kits a escala, el lanzamiento de la app de detección para supermercado, y la integración con sistemas de suscripción personalizados. Tenemos previsto presentar este modelo como una oportunidad de negocio atractivo por su escalabilidad y gran impacto social, a un panel de inversores para solicitar capital semilla.

En cuanto a los costos y proyecciones de los 2 kits son:

Kit básico (orientado a hogares D+/C): costo de materiales aproximado \$5,000 MXN, precio de venta \$7,000 MXN, margen de ganancia estimado 40 %.

Kit avanzado (orientado a hogares C+/A-B y restaurantes): costo de materiales aproximado \$10,000 MXN, precio de venta \$13,500 MXN, margen de ganancia estimado 35 %.

Con una mezcla estimada de ventas de 7 kits básicos y 3 avanzados por cada 10 unidades, el ticket promedio se calcula en torno a \$9,100 MXN.

Los precios de mercado de la competencia rondan alrededor de \$800 - \$1300 USD, por lo que nuestros precios son muy accesibles, considerando el valor agregado que tenemos con la automatización e inteligencia artificial. Como referencia verificar

Se proyecta una meta de 100 unidades vendidas el primer año como punto de partida, ajustable conforme se escale la producción.

4 Referencias

1. Conagua. (2018). Estadísticas del agua en México.
2. Simonyan, K., & Zisserman, A. (2015). Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition. arXiv:1409.1556.
3. Santander X. (2024). Documentación interna del proyecto Hidropon-IA.
4. Valencia-Garaicochea, O., Valencia González, J., Palomares Vargas, O. R. (2024). Desarrollo de un sistema de monitoreo asistido por inteligencia artificial en aeroponía. Congreso CIMCIA.
5. Keras. (n.d.). Keras applications. Keras. <https://keras.io/api/applications/>
6. CONAGUA. (2021). Estadísticas del agua en México 2021. <https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/EAM%202021.pdf>
7. GitHub Pages. Reconocimiento de Maduración. https://dev-jab.github.io/2024CIBEROVG/EJERCICIOS/WebDemo/Web_ProyectoFinal/. s.f.

8. Tower Garden. (2025). *Tower Garden: Home*. https://us.towergarden.com/?srsltid=Afm-B0orTZe9sz2FB_ie4OrDoU6O6clonNLKkmGTVIDRQB6M6BKGvFu4B
9. Gardyn. (2025). *Gardyn: Hydroponic System - Growing Vegetables, Herbs & Flowers*. https://mygardyn.com/?srsltid=AfmB0orCwplX6sguraX7UQMOWQ_gdZU9v3uEorw2aDIKj2o4W3EJfsq0

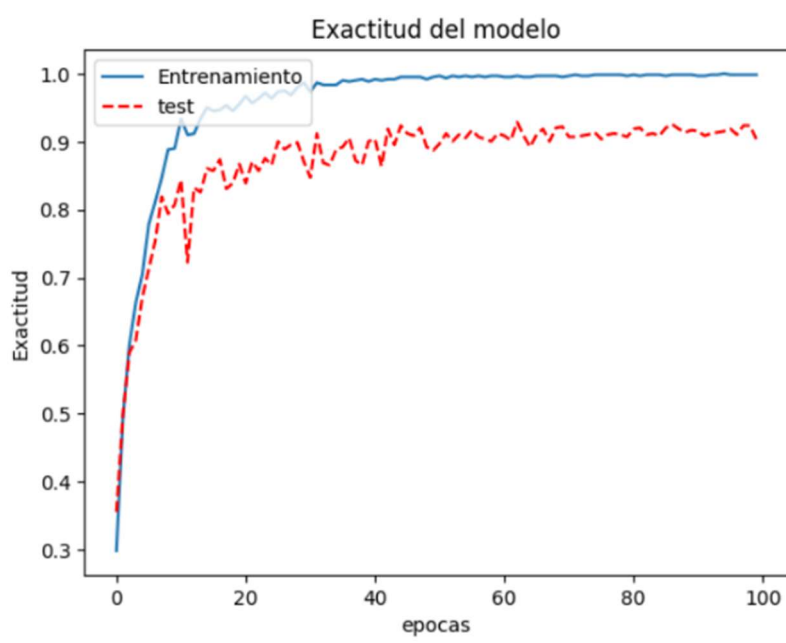


Figura 1. Resultados del entrenamiento del modelo de IA. Elaboración propia.



Figura 2. Funcionamiento de la IA en la [versión web](#). Elaboración propia.

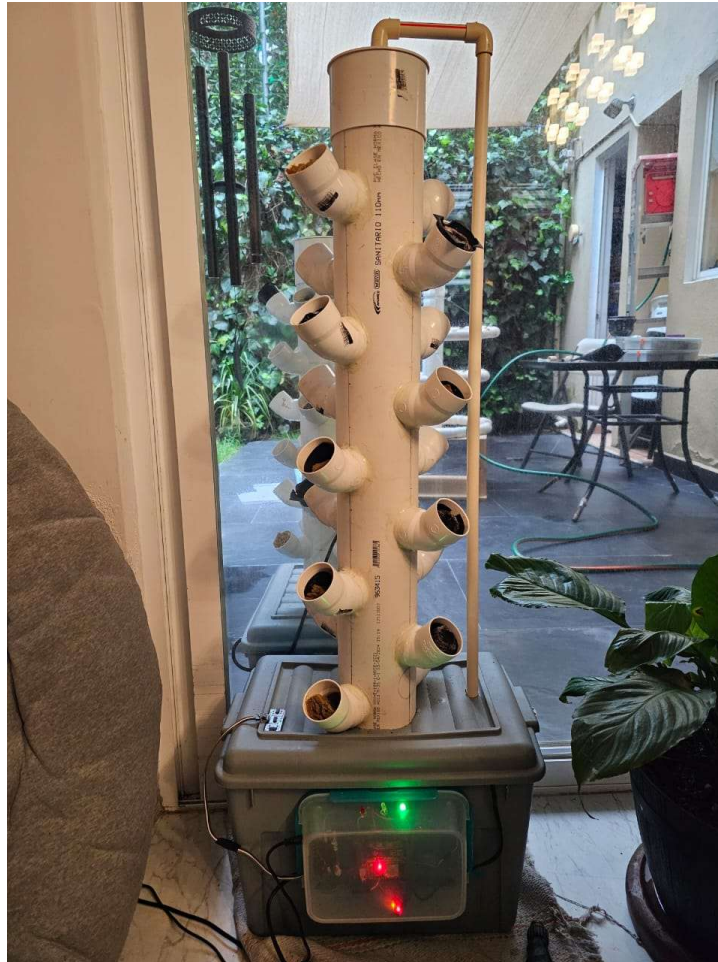


Figura 3. Prototipo de hidroponía en donde se validó el funcionamiento de la automatización y la IA. Elaboración propia.



Figura 4. Prototipo a desarrollar de Hidroponía vertical. Imagen elaborada con inteligencia artificial.