

## **Monitoreo del crecimiento de cultivos Aeropónicos mediante imágenes**

**Coral Martínez Nolasco \***

*Tecnológico Nacional de México en Celaya,  
Celaya, Guanajuato, México*

**Mauro Santoyo Mora**

*Tecnológico Nacional de México en Celaya,  
Celaya, Guanajuato, México*

**Juan José Martínez Nolasco**

*Tecnológico Nacional de México en Celaya,  
Celaya, Guanajuato, México*

**Mauricio Erazo Barradas**

*Tarleton State University  
Stephenville, Texas, USA*

**José Alfredo Padilla Medina**

*Tecnológico Nacional de México en Celaya,  
Celaya, Guanajuato, México*

**Cristal Yoselin Moreno Aguilera**

*Tecnológico Nacional de México en Celaya,  
Celaya, Guanajuato, México*

\* Autor de correspondencia: [coral.martinez@itcelaya.edu.mx](mailto:coral.martinez@itcelaya.edu.mx)

---

**Resumen:** *En el presente trabajo el lector podrá encontrar una breve introducción sobre la novedosa técnica de cultivo Aeroponía, sus características, ventajas y la forma en la que se puede monitorear el crecimiento de un cultivo en invernadero de manera no invasiva haciendo uso de imágenes obtenidas con un sistema de visión. El monitoreo de un cultivo con el uso de tecnología ayuda a optimizar la toma de decisiones y llevar un mejor control en su desarrollo.*

**Palabras clave:** *Aeroponía, Cultivo, Imágenes, Monitoreo.*

---

### **1. Introducción: lo que debemos saber de inicio**

En la actualidad, la agricultura enfrenta múltiples desafíos, debe producir más alimentos para una población en crecimiento y debe sobrellevar la reducción o pérdidas en los cultivos causadas por la falta de agua y por los efectos de las condiciones climáticas extremistas (Olas de calor, sequías, inundaciones). Como consecuencia, se ha incrementado la producción de vegetales en invernaderos (Invernadero: estructura cerrada que mantiene las condiciones ambientales adecuadas para favorecer el crecimiento de

un cultivo), a la par con poner en práctica nuevas técnicas de cultivo (hidroponía, aeroponía) buscando reducir o mitigar los factores adversos que afectan a las plantas.

Aeroponía, es la técnica de cultivar plantas sin utilizar tierra o agua como medio de apoyo, las raíces de las plantas se suspenden en el aire dentro de una estructura que las soporta y las hojas de la planta permanecen en la parte superior. Los nutrientes que necesita la planta para su crecimiento o desarrollo se le proporcionan por medio de un sistema de riego automático que consiste en rociar con la ayuda de aspersores la solución nutritiva (mezcla de agua y fertilizantes) a las raíces cada cierto tiempo. La repetición del rocío se establece dependiendo del tipo de cultivo y sus necesidades. Una de las principales características de la aeroponía es la alta disposición de oxígeno que presenta la técnica al rociar la solución nutritiva, esto favorece la respiración de la raíz e incrementa la fotosíntesis (capacidad que tienen las plantas para transformar la energía lumínica del sol en energía química, este proceso permite que las plantas generen su propio alimento), además observar el sistema de raíces resulta una tarea muy sencilla. Las ventajas de la aeroponía en comparación con otros sistemas de cultivo incluyen: reducción en el consumo del agua, hace que sea más fácil cosechar cultivos de manera más limpia, reduce el uso de fertilizantes, permite la producción todo el año dentro de un área limitada y ha demostrado que los productos son de buena calidad.

## 2. Fundamentos Teóricos: *reglas y principios científicos importantes en este artículo*

### **Monitoreo vegetal a través de imágenes**

Durante la última década, la combinación de imágenes digitales (Imagen Digital: representación computacional de un objeto real) y técnicas de aprendizaje automático (Técnicas de aprendizaje automático: es el subcampo de las ciencias de la computación y una rama de la inteligencia artificial, cuyo objetivo es desarrollar técnicas que permitan que las computadoras aprendan) para abordar los problemas agrícolas ha sido uno de los elementos más explorados de la agricultura digital (Digital: sistema que almacena información en forma de bits). La sostenibilidad agrícola promueve el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan la reducción de impactos ambientales, una mayor accesibilidad a los agricultores y, en consecuencia, una mayor productividad.

El uso de nuevas tecnologías ha llevado a cambiar la forma como se monitorea el desarrollo de un cultivo y las variables dentro de un invernadero. Actualmente, la tendencia es utilizar herramientas no invasivas (No invasivo: no daña el medio que se va a medir) y de fácil aplicación como lo son los sistemas de visión (Sistema de visión: tecnología que permite la inspección de elementos mediante imágenes), los cuales son

validados al contrastar con parámetros obtenidos de sensores instrumentados de manera tradicional. Las técnicas de análisis de imágenes muestran mucho potencial aquí, ya que representan enfoques in situ (In situ: en el lugar), potencialmente autónomos (Autónomo: que trabaja por cuenta propia) y confiables para el monitoreo del crecimiento vegetal y detección e identificación de enfermedades y estrés en cultivos, se refiere a cualquier factor que afecte negativamente la capacidad de crecimiento y prosperidad de una planta.

El estrés en una planta es provocado por todos aquellos factores bióticos o abióticos que impiden que se lleve a cabo la fotosíntesis (Fotosíntesis: es un proceso que las plantas realizan para fabricar sus propios alimentos a partir de varios elementos que encuentran en su ambiente: luz, del sol, dióxido de carbono y agua que obtienen del suelo o del ambiente). Los factores bióticos son los seres vivos que podrían afectar a la planta como: insectos, bacterias y hongos. Los abióticos se refieren a factores ambientales como son: salinidad, aspectos hídricos, iluminación, limitación de nutrientes y cambios climáticos.

### 3. Desarrollo del Trabajo: *aplicando las reglas y principios científicos*

Las cámaras fotográficas son utilizadas para la recopilación de datos de interés de los cultivos. Las hay de diversos tipos como las cámaras convencionales o las cámaras que aportan información de temperatura o forma de un objeto, con las que se puede analizar la composición de los cultivos y conseguir datos que no son visibles con el ojo humano. Las cámaras convencionales nos permiten obtener imágenes en la región visible, las cuales han sido ampliamente utilizadas en el análisis y diagnóstico de diferentes tipos de plantas.

Las imágenes térmicas son muy empleadas debido a que con su captura es posible obtener información de temperatura del objeto que se está analizando. El análisis térmico (Térmico: se refiere al calor o temperatura) de las partes de una planta nos proporciona información sobre si el cultivo está padeciendo algún tipo de estrés, por lo general si la planta tiene alguna afectación, la temperatura reflejada en la imagen aumenta con respecto a una planta en estado normal, en diversos estudios se ha demostrado que es posible detectar un problema en la planta antes de que la marchitez sea evidente.

En aeroponía es posible monitorear el crecimiento vegetal de una planta a través de la captura de imágenes, se emplean imágenes en distintos tipos y se aprovechan las características que cada uno de estos proporciona al análisis de la información del cultivo, esta técnica nos aporta la ventaja de poder analizar de manera no invasiva lo que sucede especialmente en su raíz. Para este tipo de cultivos es posible obtener una imagen térmica de la raíz que nos ayude a conocer la temperatura promedio de toda la raíz, una imagen

térmica de las hojas para conocer la temperatura promedio de sus hojas y con ambas temperaturas caracterizar (Caracterizar: determinar atributos particulares) el comportamiento de un cultivo aeropónico respecto a la temperatura ambiente dentro de un invernadero. Se analizan características básicas de hojas y raíz como son: área, perímetro y largo mediante el empleo de imágenes visibles.

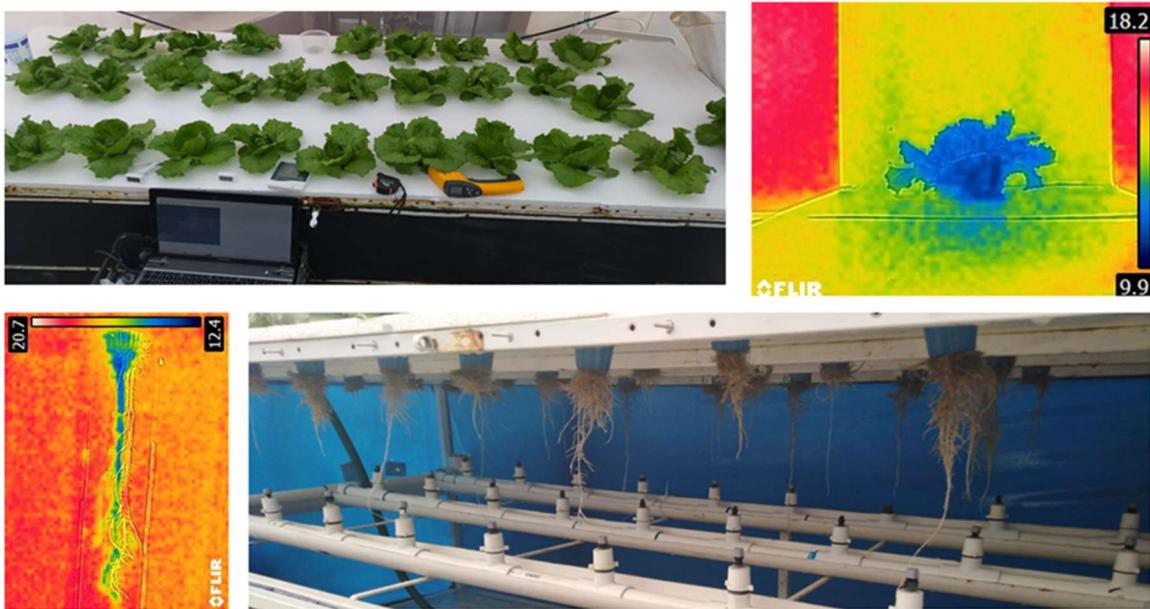


Figura 1. Cultivo de lechuga en cámara de crecimiento aeropónico e imágenes térmicas de hoja y raíz.

#### 4. Conclusiones: *lo que podemos aprender de este artículo*

El utilizar sistemas de visión es sólo una parte de la tendencia actual denominada agricultura 4.0 (Agricultura 4.0: conjunto de tecnologías de vanguardia para la optimización agrícola), para ello la agricultura se ha visto en la necesidad de echar mano de otros sectores y emplear tecnologías ya desarrolladas por otras áreas, dentro de la división de las ingenierías se encuentra Ingeniería Mecatrónica que ha hecho un papel muy importante en la revolución de la industria 4.0 (Industria 4.0: transformación de los sistemas de producción utilizando nuevas tecnologías) al ser una carrera multidisciplinaria.

#### 5. Referencias: *por si quieres seguir conociendo más*

Real Academia Española (s.f.) Realidad. En Diccionario de la lengua española. Recuperado el 15 de agosto de 2024, de <https://dle.rae.es/fotosíntesis>

¿Qué es la aeroponía?, Recuperado el 15 de agosto de 2024. Obtenido de <https://tecnologiaambiental.mx/que-es-la-aeroponia/>