

## ANÁLISIS TEMÁTICO DE PRINCIPIOS DE AUTOMATIZACIÓN EN EL DESARROLLO DE CULTIVOS HIDROPÓNICOS

**Autores:** Jonathan Steven Capera Quintana – [jscaperaq@correo.udistrital.edu.co](mailto:jscaperaq@correo.udistrital.edu.co)  
Brayan Leonardo Sierra Forero – [blsierraf@correo.udistrital.edu.co](mailto:blsierraf@correo.udistrital.edu.co)  
Thomas Daniel Ávila Blenkey – [tdavilab@correo.udistrital.edu.co](mailto:tdavilab@correo.udistrital.edu.co)

### PROYECTO CURRICULAR INGENIERÍA DE SISTEMAS SEMILLERO INTEROPERABILIDAD TECNOLÓGICA Y SEMÁNTICA – INTECSE

#### RESUMEN

La utilización de la hidroponía constituye una gran alternativa dentro del desarrollo de la agricultura en general. La posibilidad de utilizar mejor los espacios y eliminar las diversas problemáticas que posee el cultivo tradicional a cielo abierto, permite mejorar los resultados obtenidos, garantizando un mejor crecimiento de las especies vegetales, así como un aprovechamiento adecuado de los recursos y una disminución de los gastos que conlleva su mantenimiento.

Esta técnica que fue concebida desde la antigüedad por distintas civilizaciones como

lo fueron los babilonios, los aztecas y los chinos (Carmona Lübbert, Sistemas Hidropónicos en Agricultura, 2016), se ha venido retomando últimamente debido a los conflictos que se presentan actualmente con el modelo de producción de alimentos, causando que cada vez más se analicen nuevas alternativas para poder solventar este tipo de problemáticas que afectan a diversos países en el mundo.

En este documento se analizan las ventajas que provee la utilización de este método, mediante la revisión temática de trabajos realizados que evidencian cómo es posible

combinar las propiedades de un cultivo hidropónico, con el control de factores de crecimiento del espécimen como la temperatura, la humedad, el nivel de nutrientes, la intensidad lumínica y el control de plagas.

### **PALABRAS CLAVES**

Control, Crecimiento, Cultivo, Especie, Factores, Hidroponía.

### **ABSTRACT**

The utilization of hydroponics constitutes a great alternative into the development of agriculture in general. The possibility of improve the use of the spaces and eliminate the different problematics that belongs to the traditional open-air cultivation, allows to improve the given results, guaranteeing a better growth in the vegetal species, as well as an appropriate use of the resources and a reduction in the expenses that entails its management.

This technique that was conceived in ancient times by different civilizations like Babylon, Aztecs, and China (Carmona Lübbert, Sistemas

Hidropónicos en Agricultura, 2016), has been being resumed actually due to the conflicts presented with the actual model of food production; it caused that every time more alternatives are being analyzed in order to solve this type of problematics that affect different countries in the world.

In this document are described the advantages of the use of this method through the topic review of developed works that will allow to combine the properties of a hydroponic cultivation with the control of growth factors of the vegetal specimen like temperature, humidity, nutrients level, light intensity and plagues control.

### **KEY WORDS**

Control, Cultivation, Factors, Growth, Hydroponics, Specie.

### **INTRODUCCIÓN**

La agricultura es el arte de cultivar el suelo, sembrar y cosechar cultivos con el fin de obtener productos vegetales para la alimentación del ser humano (Enciclopedia

Britannica Moderna, 2017); este arte ha pasado de ser una actividad de subsistencia a convertirse en una parte vital de la economía de un país, algo que define Araceli Calderón como una *soberanía alimentaria* (Cisneros, 2016).

Se han explorado diferentes soluciones frente a las problemáticas presentes en la utilización de cultivos tradicionales en suelo, entre las cuales está la hidroponía, definida como el uso de una solución acuosa encargada de llevar a la planta los nutrientes necesarios (Beltrano & Giménez, 2015). Es por esto que se deben analizar los distintos factores físicos que afectan los cultivos, además de proponer herramientas que ayuden a mejorar los resultados en tiempo y calidad de la cosecha. En este caso se evalúa la automatización, que se refiere a la sustitución del trabajo humano mediante procesos mecánicos, eléctricos o computarizados (Enciclopedia Británica Moderna, 2017), como una forma de facilitar la tarea de mantener un cultivo de acuerdo a

necesidades particulares.

Debido a la necesidad de producir alimentos de forma rápida y autosustentable, se busca analizar la automatización de la hidroponía como alternativa que mejore las condiciones actuales, donde se busca controlar los factores que afectan el cultivo dentro de un área confinada y climatizada (Beltrano & Giménez, 2015).

Este documento tiene la finalidad de evaluar elementos y variables de control en la automatización de un sistema de cultivo hidropónico, evaluando las posibles herramientas y dispositivos utilizados en los diferentes subsistemas que regulan los factores ambientales.

De acuerdo a los objetivos planteados se busca resolver la siguiente pregunta ¿Qué ventajas y desventajas provee la implementación de este tipo de proyecto frente a las metodologías de cultivo tradicionales y cuál sería su auge en la sociedad?

## MÉTODOS

Para el uso de un sistema hidropónico automatizado, se evalúa el análisis de algunos factores físicos tales como luz, humedad, temperatura y pH, frente a otros como lo son presión atmosférica, barométrica y nivel de CO<sub>2</sub>, que aunque poseen participación en el desarrollo del espécimen vegetal, no influyen en gran escala dentro de los procesos vitales de la planta (Carmona Lübbert, *Sistemas Hidropónicos en Agricultura*, 2016). La evaluación y control de estos factores se realizó mediante el análisis de los diferentes trabajos referenciados en este texto y la experiencia propia que se ha tenido con el desarrollo de un prototipo de invernadero automatizado creado con el objetivo de realizar un acercamiento a la posibilidad de implementar estas técnicas en entornos reales. Con base en lo anterior, se definieron los siguientes subsistemas de control que permiten realizar un enfoque directo de las variables a analizar:

### **Sistema regulador de temperatura y humedad en el ambiente**

Las variables a considerar en este sistema involucran la temperatura y humedad en el ambiente como factores que afectan de manera externa el crecimiento del cultivo en general.

Por medio de la implementación de un mecanismo de ventilación y calefacción que consta de un dispositivo de circulación del aire y un módulo de distribución de calor. Este debe estar vinculado a un sensor dedicado a la lectura de las variables analizadas.

El procedimiento en general se puede realizar mediante el sensor DHT22, que se puede apreciar en la Figura 1, el cual se encuentra conectado a un microcontrolador, en este caso una placa Arduino, cuya función es garantizar el análisis y procesamiento de los datos recibidos estableciendo el cambio de estado entre los dispositivos reguladores.



Figura 1. Sensor de Humedad y Temperatura del ambiente DHT22, tomado de tienda electrónica Robomart

### Sistema de control del nivel lumínico

Los distintos tipos de plantas requieren cierta cantidad de luz para promover un adecuado crecimiento, esto debido al proceso de fotosíntesis.

Evaluando lo mencionado anteriormente, la instalación de una fuente de luz ultravioleta y un sensor lumínico, permiten establecer una intensidad de luz adecuada para el espécimen en cuestión.

En la figura 2 se puede observar el sensor BH1750 que mediante su conexión con la

placa Arduino, permite lograr el nivel lumínico óptimo para el desarrollo del cultivo.



Figura 2. Sensor de Luz BH1750, tomado de NayLamp Mechatronics

### Sistema regulador de los niveles de pH en el agua

La principal característica que se debe tener en cuenta para el diseño de un cultivo hidropónico es que exista una correcta distribución del agua y de los nutrientes.

A partir de lo anterior, al evaluar la composición química de los sustratos se

encuentra que tiene asociada cierto nivel de acidez que dentro de la escala de pH debe situarse entre los 5.0 y 6.4 (De Liñán Carral, 2015), de forma que garantice una absorción adecuada de los nutrientes.

Mediante el uso de sensores como el MSP430, dispositivos que distribuyan de manera uniforme el agua y sus nutrientes, así como el microcontrolador Arduino, es posible analizar los niveles de pH y generar las medidas necesarias para el funcionamiento del sistema.



Figura 3. Sensor de pH MSP43, tomado de Tienda BricoGeek

## RESULTADOS

Con el objetivo de analizar las ventajas y

desventajas que presenta la implementación de principios de automatización en un cultivo hidropónico, se evaluaron tres perspectivas distintas de la forma en que se puede desarrollar un cultivo, realizando una comparación de sus características principales y sus metodologías.

Las perspectivas y puntos de vista abordados se describen a continuación:

### Cultivos agrícolas en suelo

El desarrollo de cultivos en suelo es una de las técnicas más utilizadas en agricultura desde la antigüedad, la cultura egipcia, babilónica y sumeria iniciaron los primeros cultivos de cebada, frijoles, entre otros. Con el paso del tiempo, se empezaron a utilizar nuevas y mejores técnicas agrícolas como la rotación de cultivos, mecanización, reproducción selectiva e hibridación (Enciclopedia Britannica Moderna, 2017a).

Debido al aumento de la población mundial y a la necesidad existente de asegurar una

producción masiva de alimentos se ha presentado una creciente evolución de las técnicas utilizadas para agilizar el proceso de recolección y plantación de los cultivos.

Las costumbres arraigadas a la utilización del suelo para la plantación, conllevan hoy en día problemáticas respecto a los cuidados que se deben tener frente al crecimiento propicio de las plantas como lo menciona Araceli Cisneros (2016) recalcando la importancia de las tradiciones y como se ven reflejadas en la agricultura actual en entornos urbanos y que se encuentran ajenas a factores de riesgo como lo son el control de plagas, el uso de pesticidas, la sobre explotación de los suelos, que afectan a sí mismo el balance que existe en el medio ambiente.

### **Cultivos de carácter hidropónico**

Con las grandes problemáticas que se presentaban a partir de los cultivos en suelo, se generó la necesidad de encontrar una alternativa que ofreciera las soluciones necesarias para garantizar que los cultivos

otorgaran un menor tiempo de cosecha y no dependieran del suelo para su crecimiento y desarrollo. Esto es resultado de un proceso histórico que se ha venido presentando desde la antigüedad y los inicios de la agricultura en sí misma, tal como lo explica Diego Rodríguez (2017) en su texto donde además realiza una contextualización de la forma como se ha introducido el uso de la hidroponía en la zona de la Sabana de Bogotá.

Con este enfoque, surgió una nueva modalidad en el manejo de plantas o cultivos: la hidroponía, en la cual se utiliza un medio de plantación diferente al usado en cultivos agrícolas con un mayor impacto en el crecimiento de las plantas y en el aprovechamiento de espacios poco convencionales.

Mediante esta técnica, se producen plantas principalmente de tipo herbáceo, teniendo en cuenta las necesidades de las mismas como luz, temperatura, agua y nutrientes. Además

estos elementos minerales esenciales para la planta son aportadas por una solución nutritiva que se transmite por medio del agua (Beltrano & Gimenez, 2015).

En los últimos años, se han realizado diferentes estudios y pruebas sobre cultivos hidropónicos, como el trabajo implementado por la Universidad de Chile (Carmona Lübbert, 2016), en el cual se muestran las diferentes ventajas que proporciona esta forma de sembrar y que factores se deben tener en cuenta para obtener mejores resultados en cuanto a la calidad de los cultivos en el momento de su cosecha, presentando tiempos menores de crecimiento y una mayor resistencia a condiciones climáticas cambiantes.

En general, la hidroponía mejora en gran medida con respecto a la agricultura tradicional proporcionando herramientas para la disminución de los espacios requeridos para el cultivo. Adicionalmente provee facilidades para la distribución de nutrientes vitales

implementados en el sistema de riego.

Sin embargo, sí se consideran otros factores importantes como temperatura del ambiente, niveles de radiación, densidad de siembra y acción de patógenos o plagas que puedan afectar directamente el desarrollo del cultivo, se puede establecer un sistema de control total sobre todos estos procesos que permita asegurar las condiciones óptimas para el crecimiento de los especímenes vegetales.

### **Cultivos hidropónicos automatizados**

En los últimos años, el crecimiento desproporcionado de las ciudades, la contaminación, la desertización y el cambio climático ha causado una creciente disminución de las zonas agrícolas. La hidroponía se ve como una solución a este problema, pero esta modalidad empezó a tener más relevancia cuando se introdujeron procesos de automatización.

El modernismo permitió la introducción de los avances en la informática para el control



y ejecución de actividades, haciendo de la automatización de cultivos hidropónicos una realidad. Un cultivo hidropónico realizado en un área confinada y climatizada, es un sistema altamente repetible, en consecuencia se ha constituido en una herramienta valiosa para la investigación y la enseñanza (Beltrano & Gimenez, 2015).

El uso de avances tecnológicos en el área de la hidroponía posibilita el control óptimo de las variables que afectan al espécimen vegetal; adaptándose a los cambios y beneficiando el crecimiento de este.

En general, la automatización puede ser definida como un proceso mediante comandos programados en combinación con un control automático por retroalimentación, cuyo fin es asegurar la ejecución apropiada de las instrucciones. El sistema resultante es capaz de operar sin intervención humana. (Enciclopedia Britannica Moderna, 2017b).

Un mecanismo hidropónico automatizado se puede llevar a cabo a partir de un

microprocesador Arduino, con el cual se disminuye el costo de la implementación y facilita el análisis de datos, ya que no se requiere de dispositivos de procesamiento más complejos.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Mediante la revisión a los trabajos referenciados en este documento y la evaluación de los objetivos propuestos para su desarrollo, se puede concluir que la implementación de un sistema automatizado sobre un cultivo de carácter hidropónico constituye una gran alternativa frente al uso de técnicas de cultivo tradicionales, presentando mejoras notables en cuanto a la reducción del esfuerzo requerido en la supervisión de las plantaciones. Esto reflejado a su vez en una disminución de costos causada por la capacidad que posee el proceso de automatización de reemplazar una tarea humana, que en muchas ocasiones podría incurrir en fallos y por lo tanto en gastos adicionales en el mantenimiento del

cultivo.

Se evidencian las ventajas que provee esta metodología en cuanto al cuidado del medio ambiente y el desarrollo sostenible, ya que promueve el crecimiento de un sector que ha sido relegado a la producción agrícola masiva en las zonas rurales, pero que paulatinamente se ha ido ampliando a las zonas urbanas mediante la agricultura urbana. Mediante la divulgación de los conceptos y de las herramientas de fácil aprendizaje se fomenta la ampliación en el uso de estas técnicas para el uso general de la población, derribando las barreras causadas por la localización o la capacitación especializada en temáticas más profundas.

Finalmente, se aclara que aunque este tipo de sistemas requiere un mayor cuidado en cuanto a la conservación del estado de los dispositivos electrónicos usados, los resultados obtenidos y su alcance a futuro superan en gran medida cualquier consideración adicional que pudieran necesitar, garantizando de esta manera una

forma efectiva para instaurar un cambio en el paradigma de plantación actual.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Beltrano, J. & Gimenez, D. (2015).** *Cultivo en Hidroponía*. Obtenido de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1)

**Carmona Lübbert, J. (2016).** Resumen. En *Análisis, diseño y construcción de un sistema hidropónico automatizado para autoconsumo de vegetales y plantas*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.

**Carmona Lübbert, J. (2016).** Sistemas Hidropónicos en Agricultura. En *Análisis, diseño y construcción de un sistema hidropónico automatizado para autoconsumo de vegetales y plantas*. Santiago de CHILE: Universidad de Chile.

- Cisneros, A. (2016).** *Agricultura urbana familiar en una ciudad media en Chiapas. Implicaciones para la sustentabilidad urbana.* Obtenido de Scielo: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-45572016000200101&lang=pt](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572016000200101&lang=pt)
- De Liñán, C. (2015).** *Vademécum de Productos Fitoranitarios y Nutricionales 2015.* Obtenido de [https://books.google.com/books/about/Vadem%C3%A9cum\\_de\\_Productos\\_Fitoranitarios\\_y.html?id=Cmd9CgAAQBAJ](https://books.google.com/books/about/Vadem%C3%A9cum_de_Productos_Fitoranitarios_y.html?id=Cmd9CgAAQBAJ)
- Enciclopedia Britannica Moderna. (2017a).** *Agricultura.* Obtenido de <http://moderna.eb.com.bdigital.udistrital.edu.co:8080/levels/academica/article/agricultura/404748>
- Enciclopedia Britannica Moderna. (2017b).** *Automatización.* Obtenido de <http://moderna.eb.com.bdigital.udistrital.edu.co:8080/levels/academica/article/automatizaci%C3%B3n/406447>
- Rodríguez, D. (2017).** Antecedentes históricos de la agricultura urbana. En D. R. Pava, *Agricultura Urbana en Bogotá: aporte para el cambio cultural.* Universidad Nacional de Colombia.