

PROTOTIPO AUTOMATIZADO DE UN SISTEMA ACUAPÓNICO POR MEDIO DE PEZ TIPO GOLDFISH PARA EL CRECIMIENTO DE PIMENTONES EN ZONAS URBANAS DE TIPO DOMÉSTICO.

SEMI-AUTOMATED SMALL-SCALE AQUAPONIC AQUAPONICS FOR PEPPERS PRODUCTION WITH GOLD FISH

Juan Camilo Jimenez Alonso¹, Diana Estefanía López Valbuena²

Resumen: Los actuales cambios de temperatura pueden afectar los cultivos, ya que las plantas no pueden absorber sus nutrientes como es debido y pueden morir, estas se pueden dañar tanto con el frío como con el calor, y con estos daños se pueden generar otras problemáticas como el desperdicio de agua para suplir en las oleadas de calor o el uso de fertilizantes para complementar los nutrientes que no pudieron absorber.

Para mitigar un poco esta situación los sistemas acuapónicos son uno de los proyectos que se están empezando a utilizar como alternativa para el cultivo de hortalizas y el crecimiento de peces, se prepara una cama de sustrato y una cierta cantidad de peces para que estos a partir de sus desechos generen vitaminas para el crecimiento de las plantas y así mismo éstas generan vitaminas para el crecimiento de los peces.

En este caso se plantea un sistema acuapónico de tamaño domestico con el fin de generar alimento en casa, evidenciando los cambios de temperatura, pH y nivel del

¹ Tecnólogo en electrónica industrial, Universidad distrital Francisco José de Caldas, Colombia, estudiante: Universidad distrital Francisco José de Caldas, Colombia, correo electrónico: jdflorn@correo.udistrital.edu.co

² Tecnólogo en electrónica industrial, Universidad distrital Francisco José de Caldas, Colombia, estudiante: Universidad distrital Francisco José de Caldas, Colombia, correo electrónico: dceronf@correo.udistrital.edu.co

agua, como también la humedad del ambiente, con el fin de tener un registro detallado de los cambios que pueda tener el sistema y así tomar acción para mantenerlo estable. Para el monitoreo de este se toma una pantalla la cual mostrará los cambios por medio de sensores, que llevaran el control diario del mismo, asociado esto se tienen actuadores que se activaran para corregir alguna anomalía, entre ellos están dos ventiladores que se encargaran de la temperatura, una bomba para recircular el agua y transportar las vitaminas entre la pecera y la cama de cultivo, como también la oxigenación necesaria para los peces, un termostato para verificar la temperatura del agua en dado caso que esta disminuya y un humidificador que mantendrá templado el ambiente para el óptimo crecimiento de las plantas.

Palabras clave: Actuadores, Acuaponía, automatización, monitoreo, recirculación, sensores, sustrato.

Abstract: Current temperature changes can affect crops, plants cannot absorb their nutrients properly and can die, they can be damaged by both cold and heat, and with this damage other problems can be generated, such as waste of water to supply in the heat waves or the use of fertilizers to complement the nutrients that they could not absorb.

To somewhat mitigate this situation, aquaponic systems are one of the projects that are beginning to be used as an alternative for growing vegetables and growing fish. A substrate bed and a certain amount of fish are prepared so that they can be used from

their waste they generate vitamins for the growth of the plants and likewise you are

generating vitamins for the growth of the fish.

In this case, a domestic size aquaponic system is proposed in order to generate food at home, evidencing the changes in temperature, pH and water level, as well as the humidity of the environment, in order to have a detailed record of the changes. that the system may have and thus take action to keep it stable.

For the monitoring of this, a screen is taken which will show the changes by means of sensors, which will keep the daily control of it, associated with this, there are actuators that will be activated to correct any anomaly, among them are two fans that will be in charge of the temperature, a pump to recirculate the water and transport the vitamins between the fish tank and the culture bed, as well as the necessary oxygenation for the fish, a thermostat to check the water temperature in case it decreases and a humidifier that will keep it warm the environment for optimum plant growth.

Key Words: Actuators, Aquaponics, automation, monitoring, recirculation, sensors, substrate.

1. Introducción

Tanto la técnica de utilización de desechos fecales como el uso de excrementos de peces para la fertilización han existido en civilizaciones ancestrales como en Asia y Sudamérica, siendo estas las pioneras a lo largo de los años en cuanto a la fertilización de las plantas [1].

Por ejemplo, en México los Aztecas aprovechaban los desechos de los peces y microalgas en el fondo de los lagos Texcoco y Xochimilco [2] [3], con la técnica de Chinampas que consiste en un sistema artificial de cultivo cercado de cañas, puesto en zonas donde hay abundante agua como recurso natural, para el cultivo de plantas, verduras y hortalizas [3].

El siguiente avance significativo comprendido entre 1980 y 1990 se trató de "avances en el diseño del sistema, la biofiltración y proporciones optimas de peces a plantas que dio a la creación de sistemas cerrados" [1] (los sistemas cerrados son aquellos donde se recicla el agua, hay recirculación de la misma y se acumula nutrientes para el cultivo de plantas)

"Aproximadamente en 2001 James Rakocy desarrollo el primer sistema comercial de acuaponía"[2] que propuso las bases y condiciones para el desarrollo de los sistemas acuapónicos en la actualidad.

Así los sistemas acuapónicos, que son la combinación de dos métodos de cultivo como la acuicultura (enfocado en la producción de peces) y la hidroponía (cultivo de plantas sin suelo) unidas gracias al sistema de recirculación de agua [4]; con el fin de generar una relación simbiótica entre los peces plantas y bacterias nitrificantes encargadas de convertir los desechos de los peces en nutrientes [5] han sido implementados con más frecuencia a lo largo del mundo.

En Colombia, los sistemas acuapónicos plantean una posible solución a diversos conjuntos problemáticos como seguridad alimentaria pues "Según el Programa de Alimentación Mundial, casi la mitad de la población carece de acceso diario a suficiente comida nutritiva y asequible [6].

El no poder acceder a los alimentos y también el crecimiento poblacional, como lo afirma la FAO "por los bajos niveles de ingresos de la población vulnerable se agudiza las disfunciones mismas de los sistemas agroalimentarios relacionados con el abastecimiento y la distribución



de alimentos, que en muchas ocasiones generan alzas notables e injustificadas de los precios” [7].

En adición a lo anterior al no poseer un modelo de desarrollo agrícola los campesinos tienen que buscar un medio de transporte aparte para poder distribuir su mercancía y, como en muchas ocasiones este es tan caro, los agricultores tienen que subir el precio de sus alimentos. A partir de estas problemáticas se desarrolló un sistema acuapónico doméstico para uso en áreas urbanas para la producción de lechuga y peces ornamentales de tipo pez dorado. Teniendo un sistema de recirculación de agua gracias a la estructura realizada, además el sistema de biofiltración se realizó con una esponja y la cama de sustrato para que las plantas pudieran absorber los nutrientes necesarios provenientes de los peces para su crecimiento.

2. Desarrollo del tema

Este proyecto está diseñado para posicionarse en cualquier espacio doméstico, ya que posee una base de PVC para permeabilizar el espacio en caso de tener alguna fuga de agua, encima de este se tiene una pecera de 40 cm de alto por 20 cm de largo y un ancho de 30 cm. En esta misma pecera se tiene un espacio situado en la parte izquierda el cual ayuda a que el agua caiga en forma de cascada y así se pueda oxigenar de mejor manera. Apoyado a este espacio y a un soporte de madera se encuentra la cama de cultivo la cual fue realizada con tuvo de PVC de 3 pulgadas la cual esta rellena con piedra volcánica llamada perlita en donde están ubicadas las lechugas y pimentones, estas estas separadas a una distancia de 25 cm de largo y 40 cm de ancho como lo indica su empaque para una mejor absorción de nutrientes.

Figura 1 Estructura del sistema acaponado. Fuente: elaboración propia.



Para este sistema se necesita una bomba de agua la cual permite que se haga la recirculación, ya que esta está situada en la pecera para que extraiga el agua de esta y la lleve a la cama de cultivo, al momento de ingresar a la cama de cultivo se encuentra con una esponja que se encarga del primer biofiltro el cual elimina el desecho sólido y deja pasar el agua para las plantas, al momento de pasar por la perlita se realiza el otro filtro y va dejando la vitamina necesaria para que esta sea circulada por todo el sistema y pase por cada una de las raíces y vuelva a caer a la pecera.

Antes de realizar este proyecto se realizó una investigación de las plantas y peces que se podían combinar en estos sistemas para ver resultados. Para lograr dichos resultados se tienen que tener en cuenta ciertas variables fundamentales para la supervivencia de los peces y las plantas, en este caso se identificaron ciertas variables como la temperatura tanto del agua como del ambiente, el nivel de agua necesario para los peces y las plantas, la humedad para las plantas y el pH encontrado en el agua.

En el caso de la temperatura en la pecera esta debe estar en un intervalo de 20°C a 23°C esto permite el desarrollo de los peces y una mejor calidad de vida “Los cambios bruscos en

temperatura o química del agua pueden ser perjudiciales o peor: fatales para los Goldfish" [8], ya que si esta se encuentra por debajo de lo indicado para la especie, disminuye su metabolismo cambiando su comportamiento, haciendo que estos adopten una posición más de quietud para así mantener el calor interno y la energía, por otro lado si la temperatura eleva estas medidas los peces pueden empezar a sufrir estrés por la falta de oxígeno en el agua.

Al igual que la temperatura el pH es fundamental tanto para la salud de los peces como para el crecimiento de las plantas, este ayuda a el sabor los frutos, pigmentación de sus hojas y el desarrollo general de las plantas, ya que dependiendo del pH y el tipo de planta estas podrán absorber mejor los nutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) y así favorecer su crecimiento [9]. En los peces también es necesario el nivel de pH para que tengan un buen estado de salud, este también viene determinado por las especies de peces, algunos pueden vivir en cualquier tipo de pH si afectar su salud, esta variable es muy cambiante en estos sistemas ya que depende de los desechos de los peces, la comida, las sustancias liberadas por las plantas [10]. En los procesos digestivos y respiratorios de los peces, se liberan desechos que ocasionan unos compuestos químicos llamados nitritos, nitratos y amonio, estos pueden perjudicar a los peces si no se mantiene un control específico, estos son controlados con filtros y con una limpieza espontánea del sistema, con estos se busca mantener un balance tanto para los peces como para las plantas [11].

Teniendo en cuenta todos estos factores se decidió implementar la especie Gold Fish o peces dorados, debido a su resistencia a la temperatura y al PH del agua ya que estos no se ven tan afectados si la temperatura baja unos 15° C, y no tienen un control específico de PH ya que

pueden subsistir en sistemas tanto medios como ácidos, pero lo recomendado es entre 7 – 8.4 [12].

Además, de ser peces muy tranquilos, amigables y con un metabolismo alto, también tienden a ser longevos llegando a vivir entre 6 a 8 años, teniendo una tendencia a la adaptación a su ambiente [13]. En la siguiente figura se pueden observar los seres vivos que permanecen en el sistema.

Figura 2 Seres vivos del sistema. Fuente: elaboración propia.



Para las plantas se probó con: espinaca, pimentón y lechuga, Donde se había propuesto el pimentón, pero este no crecía al mismo ritmo que los otros, con este se realizaron varias pruebas y se evidenció un crecimiento tardío, en comparación con las lechugas que estas si se contempla un crecimiento exponencial. En este caso se tomaron las plantas y se

germinaron en un sustrato llamado vermiculita que en previas investigaciones decía que era el mejor suelo para sembrar estas plantas. Después de la germinación se realizó el trasplante al sistema con la perlita para que las raíces crezcan en medio de estas y lleguen absorban el agua, la perlita esta acumulada para que tenga una parte de la raíz seca y otra parte sumergida. En la figura 2 se evidencia que la planta está posicionada sobre la perlita y en la parte del tubo se ve una zona seca y la otra húmeda.

Los sensores fueron ubicados tanto fuera y dentro de la pecera, como incrustados en la cama de cultivo de la siguiente manera: El sensor de Temperatura y humedad se ubica en la zona derecha del sistema para que así no sea afectado por el agua que recircula de la pecera y este posicionado cerca de las plantas para tener un control más preciso, está conectado desde el mismo hasta el microcontrolador ingresando por una caja diseñada para la preservación del circuito.

Figura 3 Sensor de temperatura y humedad. Fuente: elaboración propia.



Los sensores de nivel de agua están situados en lugares específicos en los cuales se tiene un control tanto visual como informativo de los mismos, además en caso de alguna disminución

o aumento de agua se puede tomar pronta acción para estabilizar el sistema. están conectado desde los mismos hasta el microcontrolador ingresando por una caja diseñada para la preservación del circuito.

Figura 4 Sensores de nivel de agua. Fuente: elaboración propia.



El sensor de temperatura del agua como se puede ver en la Figura 5 señalado con la flecha roja se encuentra sumergido en el estaque, conectado desde el mismo hasta el microcontrolador ingresando por una caja diseñada para la preservación del circuito.

Figura 5 Sensor de temperatura del agua. Fuente: elaboración propia.





Preparación de Artículos revista VISIÓN ELECTRÓNICA: algo más que un estado sólido

Fecha de envío: 10/09/2023

Fecha de recepción:

Fecha de aceptación:

El PH del agua tanto de los peces como del cultivo se tomó con dos métodos, el primero fue con una prueba casera en gotas, se decidió tomar una muestra del agua e ir anotando estos datos en una gráfica, el segundo método es un sensor especializado en medidas de pH el cual era sumergido parcialmente en los dos tipos de agua para tener el dato, con estos se realizaban pruebas en un horario establecido el cual era de 6 pm a 8 pm, en el cual se tomaba una muestra con los dos métodos y se hacía una comparación para tener un dato mas exacto. En este caso se decide realizar las pruebas en estos horarios ya que la sonda del sensor es un poco delicada y no se puede mantener sumergida por mucho tiempo en el agua ya que empieza a presentar fallos en la misma y en un uso prolongado esta puede llegar a dañarse.

3. Desarrollo De Instrumentos

Se identificaron las variables y se tomó muestras individualmente de cada una, con el fin de tener un control de las mismas y en caso de alguna falla corregir el problema, para esto se decidió monitorear el sistema tomando el sensor de temperatura de agua [Ds18b20], un sensor diseñado para estar sumergido en el agua sin tener ningún daño. Con este se encuentra un termostato el cual mantiene el agua caliente para los peces y no se disminuya esta misma en ningún momento. Para la temperatura y humedad del ambiente se decidió tomar el sensor [DHT11], el cual tiene una capsula especializada para tomar todos los cambios tanto de temperatura como de humedad y reportarlos de manera eficiente al microcontrolador, este se posiciono en el cultivo para evidenciar los cambios en el mismo. Junto con este se posicionan dos ventiladores posicionados cerca de las plantas para que en caso de exceder la temperatura estos se activen para disminuirla. Para la humedad en el ambiente también se tiene un humidificador para que en el momento que esta disminuya se pueda activar y mantenga

estable la humedad para el cultivo. Para el PH del agua se utilizó una prueba en gotas la cual evidencia el cambio de pH en el agua tomando una muestra y suministrando las gotas en esta misma, también se utiliza el sensor el cual nos muestra un dato en la interfaz gráfica en el momento en el que es sumergido en el agua.

Con ayuda del sensor de nivel de agua [interruptor flotador de 90°] el cual es un dispositivo que genera un pulso cuando el agua está por debajo de lo indicado, se acomodó uno tanto en la pecera como en el cultivo con el fin de marcar un nivel de agua óptimo tanto para los peces como para las plantas. Para mantener estable esta variable se tiene en cuenta la bomba que hace que recircule el agua entre la pecera y la cama de cultivo. Con el fin de que el sistema de sensores funcionara de manera constante se realizó un código masivo para que todos los sensores muestren la lectura al mismo tiempo, por último, se generó una caja aislante de agua para preservar los circuitos, y se adaptó una fuente ATX para que todo el circuito sea suministrado con esta misma., por último, se adaptan unos conectores para tira led si el usuario desea agregarlas

4. Procesamiento De Información

Se realizó un código para el microcontrolador Núcleo F401RE, con el fin de garantizar el funcionamiento de los sensores permitiendo mantener las condiciones básicas para la vida de los peces y las plantas. Lo que realiza es que la bomba que está situada en la pecera se encienda durante todo el día, permitiendo así la circulación de agua y la oxigenación de la misma, también hace que los desechos sólidos salgan de la pecera estabilizando el amoníaco producido por los peces, después de llegar a la cama de cultivo recircula el agua por la misma para así poder nutrir las plantas con el agua suministrada por dicha bomba, esto se hace para mantener la oxigenación del agua de manera constante favoreciendo a los peces.

La temperatura del agua está siendo monitoreada por el sensor de manera continua, para tener el intervalo deseado, es este caso se decidió tomar uno entre 20° C a 25° C, esto se



Preparación de Artículos revista VISIÓN ELECTRÓNICA: algo más que un estado sólido
Fecha de envío: 10/09/2023
Fecha de recepción:
Fecha de aceptación:

logra con el calentador de agua, debido a la zona en donde está situada la pecera este debe permanecer en funcionamiento continuo ya que si este se paga el agua disminuye mucho su temperatura.

La fuente que alimenta el circuito posee dos interruptores y un ventilador los cuales están diseñados para prevenir el recalentamiento del circuito, el primero apaga la fuente de energía totalmente, el otro interruptor apaga la pantalla para que en el momento que no se desee ver la información esta permanezca apagada, esto se hizo para preservar la vida útil de la misma. El nivel del agua está monitoreado por dos sensores que permiten verificar el estado el agua, si esta llega a disminuir o aumentar sonara una alarma la cual indicara al usuario que deber revisar el sistema, estos dos sensores están ubicados tanto en la pecera como en la cama de cultivo para que las dos tengan el abastecimiento de agua necesario en todo momento.

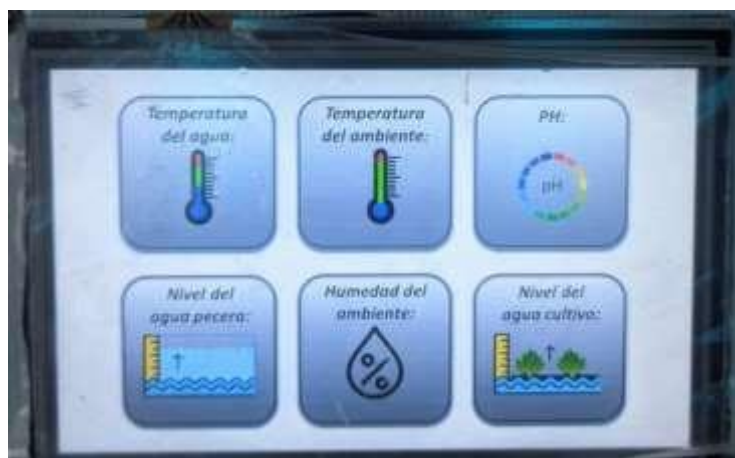
El sensor de temperatura y humedad está posicionado en la cama de cultivo con el fin de monitorear de manera continua los cambios que pueda haber en este, en este caso se tiene como referencia una temperatura entre 20°C a 25°C con una humedad entre el 55% a 80%. En dado caso de aumentar la temperatura se activarán dos ventiladores que ayudarán a disminuir la misma, como también a disipar la humedad que genera el humidificador si esta disminuye del 55%.

La visualización de los datos del monitoreo de los sensores se realiza través de una pantalla llamada Nextion, esta posee una interfaz HMI lo que le permite al usuario verificar en tiempo real los datos, estos se muestran en forma numérica o de forma gráfica. Esto permite que la toma de datos sea más fácil de tomar para las personas que no poseen un conocimiento en computación. La pantalla tiene un menú en el cual se evidencian tanto con fotos como el

nombre del sensor que desea observar, logrando así una interfaz intuitiva para el usuario y que todas las personas lo puedan manipular.

Para el análisis de datos estos fueron extraídos de manera manual y consignados en una gráfica para la mejor comprensión de los mismos.

Figura 6 Pantalla nextion Fuente: elaboración propia



5.Resultados De Implementación

El desarrollo de las plantas propuestas anteriormente (lechuga, pimentón y espinaca) fue posible gracias al control de los diversos actuadores y el monitoreo de los sensores aplicados en el sistema.

Para el monitoreo del pH, como se ha explicado anteriormente se realizó manualmente con una prueba casera en gotas y con el sensor, con este se obtuvieron los siguientes datos en

una muestra tomada alrededor de 26 días entre el mes de agosto y Septiembre; Desde el día 20 se trasplantaron las plántulas germinadas al sistema.:

Figura 7 Grafica toma de muestras PH en 26 días. Fuente: elaboración propia.



A partir de la gráfica se observa que los 4 primeros días desde al 20 de agosto donde se ingresaron las plantas al sistema se tuvo un valor alto, esto debido a que se tuvo que realizar un cambio de agua ya que la perlita, el sustrato de la cama de cultivo ensució el agua; desde el día 28 hasta el último día de la muestra el pH se mantuvo en el intervalo óptimo para los sistemas acuapónicos , reflejando así el tratamiento de las bacterias nitrificantes hacia los

desechos de los peces, por ende se establece que hay una buena proporción de biomasa (relación entre plantas y peces).

Figura 8 Gráfica toma de muestras pH en 17 días. Fuente: elaboración propia.

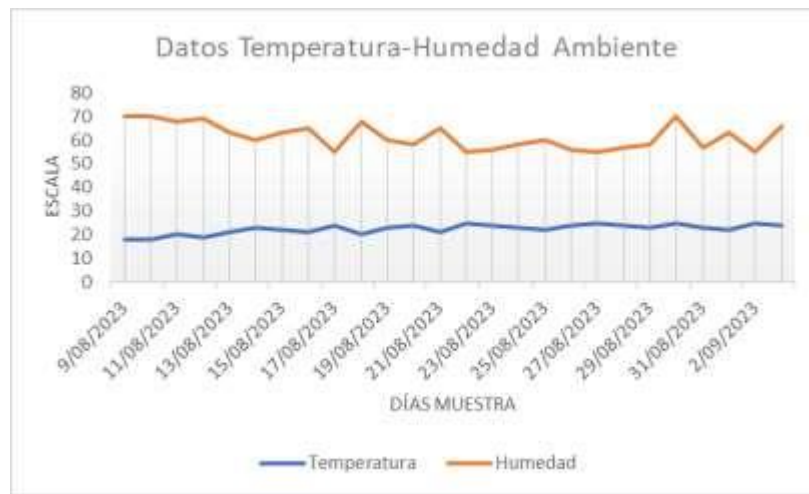


Para la muestra del pH de las plantas se realizó entre 17 días, empezando el mismo día del ingreso a la cama de sustrato. Los primeros 4 días se obtuvieron los picos de pH de 7,3 y 7,5 respectivamente siendo generados por los desechos de la comida de los peces,

posteriormente se nivela la variable, en los últimos días se está tornando un poco alcalina favoreciendo así la absorción de nutrientes tales como el fósforo, hierro o manganeso.

Para las variables de temperatura del ambiente y humedad, se encontró que varían dentro de intervalos, obteniendo así:

Figura 9 Datos de temperatura y humedad del ambiente. Fuente: elaboración propia.



Teniendo en cuenta estos datos podemos decir que la temperatura ambiente y la humedad son muy cambiantes en el día, con respecto a la humedad podemos contrarrestar los bajones del mismo gracias al humidificador y las altas temperaturas las podemos controlar un poco con los ventiladores, pero esta es más difícil de tener un control estable para que se mantenga optima todo el día, gracias a que Bogotá tiene un clima tan cambiante esta varía mucho durante las mañanas y las tardes. Por otra parte, se logra evidenciar que cuando la temperatura

ambiente baja la humedad empieza a subir y viceversa cuando la temperatura sube el ambiente torna un más seco de lo normal.

Figura 10 Datos de temperatura y humedad del ambiente 6 am. Fuente: elaboración propia.



En cuanto a los niveles de agua tanto de la pecera como de la cama de cultivo se evidencio que el agua de la pecera disminuye exponencialmente cada día, a la semana disminuye el nivel aproximadamente un 15%, para solucionar esto se debe poner a reposar agua nueva con los químicos necesarios para los peces, para que después se pueda realizar un llenado parcial los fines de semana. Además, está perdida se asocia a la evaporación del agua generada por las temperaturas elevadas en el último mes de agosto, en comparación con esta el agua de la cama de cultivo se mantiene estable todo el tiempo a menos que se generen cambios en la estructura.

Figura 11 Datos de nivel de agua bajo. Fuente: elaboración propia.



Con respecto a la temperatura del agua no se observa un cambio significativo en la misma, debido a que al tener la pecera en una zona un poco fría se mantiene el calefactor encendido

todo el tiempo para que así lo peces puedan desenvolverse en el día de manera óptima, se observa una temperatura un poco más alta en tardes soleadas pero estas no afecta en gran medida a los peces, cabe aclarar que los tres primeros días como se ve en la gráfica el sistema carecía de calentador por lo tanto las temperaturas estaban muy bajas. En estos días se logra identificar ciertos comportamientos en los peces como quietud y falta de hambre, al momento de ingresar el calentador los peces se evidencia el cambio de actitud teniendo unos peces más activos durante el día.

Figura 12 Datos temperatura del agua. Fuente: elaboración propia.



Respecto a la germinación de las semillas, se utilizaron dos sustratos, encontrando que el primero de esta denominada como roca de rio solo germino una plántula de lechuga de las 24 colocadas. La vermiculita si germino todas las plántulas sembradas de lechuga y espinaca, viendo resultados de germinación notorios entre los días 4 y 5, por otra parte, el pimentón dio como resultado un crecimiento más tardío, en el que se tuvo que sembrar en distintos tipos de suelo para que así este pudiera crecer de manera un poco más lenta, ya que este tipo de plantas necesita una mayor cantidad de vitaminas para poder emerger. El crecimiento de las

plantas que está reflejado en el siguiente collage de imágenes. La favorable germinación se estableció a que la vermiculita es el mejor sustrato para la germinación de plantas en un sistema hidropónico, sus propiedades de humedad, ligero peso hizo que se dieran las condiciones óptimas para germinar.

Figura 12 Sustratos roca de rio y germinación en vermiculita.



Al momento de trasplantar las lechugas a la cama de cultivo se evidencio que si estas se dejan mucho tiempo en la germinación algunas plantas empiezan a morir, debido a la falta de nutrientes que ya no pueden obtener de la vermiculita, por otra parte, al estar tanto tiempo en el cartón de huevos sus raíces intentan traspasar dicho cartón y empiezan a pegarse, esto impide el trasplante ya que al momento de sustraerlas estas pierden parte de su raíz y mueren. Por lo tanto, es mejor realizar el proceso de trasplante en el tiempo optimo recomendado que

es aproximadamente a los 15 días de sembrado para que así estas tengan una raíz más fuerte y no perezcan al momento de llevarlas a la cama de cultivo.

6. Conclusiones

- I. Se desarrolló un prototipo de sistema acuapónico con recirculación de agua con cama de sustrato que permitió la simbiosis entre la lechuga, pimenton y los peces ornamentales Goldfish.
- II. A partir de la caracterización de los sensores de temperatura, nivel del agua, temperatura y humedad del ambiente se evaluaron las condiciones del sistema para corregir las afectaciones que se presentaron como el bajo nivel de agua o el cambio de la misma cuando el pH se afectó por el ingreso de la perlita sin lavar.
- III. El tipo de comunicación empleada para la visualización entre los sensores utilizados y la pantalla Nextion fue de tipo serial con una velocidad de 9600.
- IV. Se logro poner a prueba con personas mayores de edad y se pudo identificar que el menú que posee la pantalla es intuitivo para todas las personas.
- V. Con el diseño propuesto se pudo observar de mejor manera el funcionamiento de los filtros gracias a la posición en la que se puso las esponjas y la perlita. Además, el sustrato escogido para la cama de cultivo fue optimo como biofiltro cumpliendo su fin en el proceso de nitrificación.
- VI. Se tuvieron dificultades en la germinación de las primeras plantas, debido al primer sustrato escogido, pue, a pesar de que las rocas de rio sirven como sustrato, las que se

adquirieron eran muy densas lo que impidió que las raíces superaran su peso para germinar, por ende, se optó por la vermiculita obteniendo rápidos resultados en la germinación.

VII. Las alteraciones en las muestras de pH se atribuyen a la acumulación de la comida de los peces, que resulto, en la alteración en los niveles de nitritos y nitratos.

VIII. Al momento de trasplantar las lechugas estas empezaron a morir poco a poco debido al lugar donde estaba situado el sistema, así que se decidió realizar un cambio de sitio a un lugar donde entrase más sol para que así las plantas pudieran realizar la fotosíntesis de manera óptima.

IX. Se logra ver que el crecimiento de las lechugas es un poco más tardío que si se sembrara en tierra.

Referencias

- [1] Somerville, C., 2015. "Small-Scale Aquaponic Food Production". Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. pp7-8
- [2] Agrotendencia, "Acuaponía: qué es, para qué sirve ventajas y desventajas "[Online]. Available: <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivos/la-acuaponia/>
- [3] Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural, (2018, July 23), "Las chinampas, un antiguo y eficiente sistema de producción de alimentos" [Online]. Available : <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/la-agricultura-en-chinampas>
- [4] INTAGRI, 2017. "Acuaponia para la Producción de Plantas y Peces." Serie Horticultura Protegida Núm. 32. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 6 p.
- [5] Somerville, C., 2015. "Small-Scale Aquaponic Food Production". Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. pp.13-14.
- [6] L. Epstein, "Seguridad Alimentaria," Asociación AMBIENTE SOCIEDAD. pp. 4-5, 2016.
- [7] FAO, "Colombia en una mirada" FAO.[Online]. Available: <https://www.fao.org/colombia/fao-en-colombia/colombia-en-una-mirada/es/>
- [8] Olacuario , "Guía Práctica para Cuidar a tu Goldfish" [Online]. Available: <https://olacuario.es/blog/guia-cuidados-goldfish/#:~:text=Considerado%20como%20un%20pez%20de,estar%20entre%207.0%20y%208.4.>
- [9] UF IFAS Extension University of Florida , "LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA EN SISTEMAS HIDROPÓNICOS A PEQUEÑA ESCALA" [Online]. Available: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/HS1433>
- [10] TiendanimalBlog, "¿Qué acuario necesita un goldfish para vivir?" [Online]. Available: <https://www.tiendanimal.es/articulos/que-acuario-necesita-un-goldfish-para-vivir/#:~:text=Niveles%20de%20agua%20del%20acuario,los%2010%20y%2015%20GH.>
- [11] Peces de acuario.net, "Nitritos en el Acuario" [Online]. Available: <https://www.pecesdeacuarios.net/acuarios/calidad-del-agua/nitritos/>



Preparación de Artículos revista VISIÓN ELECTRÓNICA: algo más que un estado sólido

Fecha de envío: 10/09/2023

Fecha de recepción:

Fecha de aceptación:

[12] Animalear.com by miscota ,“¿Cuál es la mejor temperatura para mi acuario?” [Online]. Available: <https://animalear.com/b/cual-es-la-mejor-temperatura-para-mi-acuario>

[13] Hola.com ,“Todo lo que debes saber para tener un goldfish en casa como mascota” [Online]. Available: <https://www.hola.com/mascotas/20200128159077/mascotas-cuidar-pe-z-goldfish-lb/>