

**Caracterización validada por bioensayo de un prototipo acuapónico urbano en términos de sus componentes estructurales, de funcionamiento y adaptación de especies**

Anggie Paola Riaño Hernández

Mileidy del Coral Pinzón Fernández

Autoras

GESTIÓN DE AGRONEGOCIOS

FACULTAD DE ADMINISTRACION FINANCIERA Y DE SISTEMAS

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA AGRARIA

Bogotá - Colombia

2023

**Caracterización validada por bioensayo de un prototipo acuapónico urbano en términos de sus componentes estructurales, de funcionamiento y adaptación de especies**

Anggie Paola Riaño Hernández<sup>1</sup>

Mileidy del Coral Pinzón Fernández<sup>2</sup>

Proyecto de grado para optar al título de

Zootecnista<sup>1</sup> y Médico Veterinario<sup>2</sup>

Asesor:

Dra. Juana Yadira Martín Perico

GESTIÓN DE AGRONEGOCIOS

FACULTAD DE ADMINISTRACION FINANCIERA Y DE SISTEMAS

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA

UNIAGRARIA

Bogotá - Colombia

2023

## Tabla De Contenido

	Pág.
<b>Introducción.....</b>	<b>9</b>
<b>2. Planteamiento Del Problema.....</b>	<b>11</b>
<b>3. Objetivos .....</b>	<b>14</b>
3.1. Objetivo General	
3.2. Objetivos Específicos	
<b>4. Justificación.....</b>	<b>15</b>
<b>5. Diseño Metodológico .....</b>	<b>17</b>
5.1. Métodos.....	19
5.2. Materiales.....	22
5.3. Protocolos.....	22
<b>6. Desarrollo Del Tema.....</b>	<b>28</b>
6.1. Marco Antecedentes.....	28
6.2. Marco Teórico.....	37
6.3. Marco Legal.....	48
<b>7. Resultados Y Discusión .....</b>	<b>51</b>
<b>8. Conclusiones Y Recomendaciones.....</b>	<b>68</b>

<b>9. Bibliografía .....</b>	<b>70</b>
<b>10. Anexos.....</b>	<b>80</b>
Anexo 1. Formato registro crecimiento plántulas y calidad del agua.....	80
Anexo 2. Toma de muestras calidad de agua del sistema acuapónico doméstico I.E.D. Ricaurte. ....	82
Anexo 3. Toma de muestras calidad de agua del sistema acuapónico doméstico I.E.D. Ricaurte. ....	82
Anexo 4. Peces del sistema acuapónico doméstico I.E.D. Ricaurte.....	83
Anexo 5. Siembra de las plántulas en el sistema acuapónico doméstico I.E.D. Ricaurte..	83
Anexo 6. Ubicación de las plántulas en el sistema acuapónico doméstico I.E.D. Ricaurte.	84
Anexo7. Registro crecimiento plántulas.....	84
Anexo 8. Resultados toma calidad del agua durante el estudio.....	94
Anexo 9. Matriz Análisis de Evaluación de Factores Internos- EFI.....	94
Anexo 10. Matriz Análisis de Entornos PEST.....	96
Anexo 11. Kit calidad de agua.....	98

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Recursos del modelo acuapónico urbano.....	22
<b>Tabla 2.</b> Registro crecimiento plántulas Cama De Sustrato 1 del día 25 de marzo de 2023....	27
<b>Tabla 3.</b> Parámetros de calidad del agua en un sistema acuapónico.....	40
<b>Tabla 4.</b> Descripción morfología del <i>Carassius auratus</i> .....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Estructura general del diseño metodológico.....	17
<b>Figura 2.</b> Ubicación Unidad de Análisis I.E.D. Ricaurte Sede A.....	18
<b>Figura 3.</b> Descripción del prototipo acuapónico urbano.....	20
<b>Figura 4.</b> Partes básicas del prototipo en estudio.....	21
<b>Figura 5.</b> Siembra de las plántulas el 13 de marzo en el I.E.D. Ricaurte.....	25
<b>Figura 6.</b> Organización de siembra de lechugas del día 13 de marzo del 2023.....	26
<b>Figura 7.</b> Marcaje de las plántulas del sistema acuapónico doméstico I.E.D. Ricaurte; usando materiales reutilizados.....	27
<b>Figura 8.</b> Acuicultura en Asia.....	29
<b>Figura 9.</b> Línea del desarrollo de la piscicultura y la acuicultura.....	29
<b>Figura 10.</b> Jardines colgantes de Babilonia.....	31
<b>Figura 11.</b> Línea de la evolución hidropónica.....	32
<b>Figura 12.</b> Hidroponía actual.....	33
<b>Figura 13.</b> Chinampas en el lago Xochimilco.....	34
<b>Figura 14.</b> Sistemas acuapónicos en circuito cerrado.....	35
<b>Figura 15.</b> Línea de desarrollo de la acuaponía. ....	36

<b>Figura 16.</b> Avances de modelos acuapónicos.....	37
<b>Figura 17.</b> Acuaponía Urbana.....	39
<b>Figura 18.</b> Cama de sustrato de piedra del bioensayo.....	42
<b>Figura 19.</b> Cama de raís flotante del bioensayo.....	43
<b>Figura 20.</b> Resultados cualitativos de las camas de sustrato de piedra.....	52
<b>Figura 21.</b> Resultados cualitativos de las camas flotantes.....	53
<b>Figura 22.</b> Batavia con presencia del pulgón rojo el 7 de 04 del 2023. ....	59
<b>Figura 23.</b> <i>Anthony</i> s durante el estudio. ....	60
<b>Figura 24.</b> Vera durante el proceso de crecimiento.....	61
<b>Figura 25.</b> Anthony deteriorada por alta humedad. ....	62
<b>Figura 26.</b> Detergente Biológico JABOTAN.....	64
<b>Figura 27.</b> Vera y su afectación por el pulgón.....	64
<b>Figura 28.</b> Presencia de espuma en el biofiltro y el tanque de reserva.....	65
<b>Figura 29.</b> Perdida de hojas por debilitamiento de las plántulas. ....	66

## INDICE DE GRÁFICAS

<b>Gráfica 1.</b> Parámetros del agua durante el periodo 13/mar/2023 a 24/abr/2023.....	55
<b>Gráfica 2.</b> Modelo polinomio característico para lechuga tipo Anthony (raíz flotante-sustrato).	56
<b>Gráfica 3.</b> Modelo polinomio característico para lechuga tipo Batavia (raíz flotante).....	57
<b>Gráfica 4.</b> Modelo polinomio característico para lechuga tipo Vera (raíz flotante).....	57
<b>Gráfica 5.</b> Línea de flujo de crecimiento plántula de Batavia 1 en cama sustrato.....	59
<b>Gráfica 6.</b> Línea de flujo de crecimiento plántula Anthony 1 en cama sustrato.....	60
<b>Gráfica 7.</b> Línea de flujo de crecimiento plántula de Vera 1 en cama sustrato.....	62
<b>Gráfica 8.</b> Porcentaje de mortalidad de plántulas en cama de sustrato.....	63

## Introducción

La urbanización ha ido en aumento al igual que la necesidad de tener una sostenibilidad alimenticia dentro de las zonas urbanas para la población más vulnerable (David *et al.*, 2022). No obstante, producir alimentos en zonas rurales y transportarlos a grandes ciudades ha causado un alto nivel de gasto económico y daño ambiental, identificado en la contaminación del agua, agotamiento del uso de la tierra para grandes explotaciones y emisiones de gases perjudiciales para la salud y el ambiente, entre otros (David *et al.*, 2022).

De acuerdo con lo anterior, el uso del agua durante el proceso de producción de hortalizas y verduras sembradas en suelo; según el Banco Mundial de Alimentos *“para 2050 la población del planeta superará los 10 000 millones de habitantes y, ya sea en zonas urbanas o rurales, dicha población deberá contar con alimentos y fibras para satisfacer sus necesidades básicas”* (Grupo Banco Mundial, 2022, p.1), esto significa un aumento en la producción agrícola y a la par del uso del agua para dicha demanda, ya que se estima un 70% del uso de agua dulce en el mundo en estas producciones, dado que gran parte porcentual se evapora en los cultivos o es absorbida por el suelo, generando una reducción del recurso hídrico, sin contar con la contaminación de este en algunas producciones por temas de plaguicidas y demás (Grupo Banco Mundial, 2022).

Lo anteriormente expuesto pone en evidencia la necesidad de generen diferentes alternativas para minimizar dichos efectos, uno de los sistemas en vanguardia es la acuaponía, dado que este sistema genera una producción de alimentos sostenibles y controlado, lo que permite su aplicación a grande escala en regiones rurales o a pequeña escala en sectores urbanos (Goldstein *et al.*, 2016; Franco *et al.*, 2021; David *et al.*, 2022).

Por consiguiente, el presente estudio mediante la descripción de un modelo acuapónico, análisis de nutrientes que proveen los peces y un modelo matemático básico; evidencio los cambios de crecimiento de las plantas de lechuga dentro de un ambiente determinado ubicado en el colegio I.E.D. Ricaurte (Cra. 27 # 7 – 48), en Bogotá, al igual que percatar el comportamiento de los peces y su cambio ambiental por la estadía de las lechugas dentro del sistema acuapónico.

Todo para llevar a cabo una base investigativa, que se acerquen más a un modelo sustentable y nutricional para las familias en zonas urbanas cumpliendo con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (FAO, 2018; Franco *et al.*, 2021).

## 2. Planteamiento Del Problema

En la actualidad diversos desafíos retan a las comunidades tanto rurales como urbanas, puesto que factores como el calentamiento global, explicitan un riesgo socio ecológico latente, lo que obliga a las personas a pensar y aplicar estrategias en torno al desarrollo sustentable, sostenible, el control de enfermedades, la supervivencia de especies, entre otros. En Colombia, se emplean grandes extensiones de tierra con fines de producción pecuaria, agrícola de monocultivos, megaproyectos de minería y energéticos, entre otros, los cuales conducen a la pérdida de diversidad biológica, contaminación, desertificación y demás; esto sumado al desplazamiento de 8,3 millones de personas aproximadamente para el 2020 en época de COVID-19 (18% del total de la población colombiana), disminuyo significativamente la población campesina, lo que compromete seriamente la seguridad alimentaria (Naciones Unidas/CEPAL, 2020).

Este flagelo se reflejó en la capital del país, lo que ocasionó que grupos poblacionales y familias rurales migraran a ciudades como Bogotá; con una proporción de campesinos en las cabeceras del 13,8% y de no campesinos del 85,4% (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2023), generando que construyan sus viviendas en zonas que no permiten crecer y seguridad alimentaria.

De acuerdo con lo anterior, para el trimestre de diciembre del 2022 a febrero del 2023 la tasa de desempleo para la población campesina fue de 9,5% y la no campesina de 12,7 %, ya sea por razones como carecer de experiencia necesaria o no tener los recursos para instalar un negocio; lo que genera una deficiente nutrición alimentaria por la falta económica en el hogar, observándose un alto Índice de *Desnutrición Crónica* en diferentes zonas de Colombia y aún

más a causa de la emergencia sanitaria del Covid-19, principalmente en zonas urbanas (Callejas, 2021).

Así mismo, es evidente en las zonas aledañas a Bogotá, donde hay muchos cultivos de hortalizas y frutas, afectadas por la presencia de muchos microorganismos fitopatógenos (Flórez & Mojica, 2019).

Como consecuencia del uso indiscriminado o escaso conocimiento de los insecticidas y fungicidas, la deficiente asistencia técnica en esos controles y por la falta de regulación estatal, al emplearse como primera medida control. Se generan efectos indeseables de estas prácticas, de los cuales se encuentran la resistencia de los organismos patógenos que conllevan a aumentar las dosis y frecuencias de aplicación de los productos, incrementando los costos de producción, afectando diferentes microorganismos (algunos benéficos), contaminando las fuentes hídricas y los suelos y generando la residualidad de estos agentes que pueden afectar la salud humana (Valderrama, 2016).

Otro aspecto que afecta la seguridad alimentaria es la limitada capacidad de compra de alimentos que tienen las familias Bogotanas vulnerables, dado que los bajos ingresos económicos conducen a dar prioridades al cubrimiento de las necesidades básicas y la alimentación suficiente, sana y balanceada pasa a ocupar un papel secundario. En estas condiciones de pobreza, es común el consumo desproporcionado de harinas, cereales y carnes ricas en grasas con reducido contenido de proteínas y la escasa ingesta de frutas y hortalizas frescas, lo cual se explica dado el desconocimiento que tienen las personas de la importancia que tiene para la salud una buena nutrición (Realpe *et al.*, 2021).

Por lo cual, se ha generado la preocupación por suplementar el abastecimiento adecuado de alimentos frescos, inocuos y de calidad para las familias más vulnerables, por lo que instituciones como el I.E.D. Ricaurte y universidades como UNIAGRARIA y la Santo Tomás buscan ampliar los conocimientos sobre la producción alimentaria urbana acorde a la propuesta en los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030 “Hambre Cero” y “Producción y Consumo Responsable” (Callejas, 2021).

Lo anteriormente expuesto llevo a responder la pregunta: ¿cuáles son las características de los componentes estructurales, de funcionamiento, el modelo matemático de crecimiento de plantas y la contribución de nutrientes que proveen los peces a los microorganismos del prototipo acuapónico localizado en la I.E.D. Ricaurte de Bogotá?

De acuerdo con lo anterior, una de las estrategias para minimizar estos efectos puede ser la acuaponía urbana, debido a que éste es un sistema de reutilización automática del agua, lo que lleva a una menor pérdida del recurso hídrico y una auto limpieza del mismo, ya que el amoníaco generado por los peces en su heces, es fuente nutricional para microorganismos que lo sintetizan en elementos de fácil absorción por las plántulas, generando un ciclo beneficioso tanto para el ambiente por el cuidado del agua como para los peces por el cuidado de su habitat como de las plantas para su crecimiento nutricional y a la par, además de ser es un recurso innovador que se puede rediseñar según el espacio disponible y los recursos de la comunidad; proporcionando una fuente autónoma de alimento fresco, sustentable y nutricional para las familias urbanas (FAO, 2018).

### 3. Objetivos

#### 2.1. Objetivo General

Caracterizar validada por bioensayo del prototipo acuapónico urbano localizado en la I.E.D. Ricaurte de Bogotá de acuerdo con sus componentes estructurales, de funcionamiento, el modelo matemático de crecimiento de plantas (Vera, Batavia & Anthony) y la contribución de nutrientes que proveen los peces (*Carassius auratus*) al sistema.

#### 2.2. Objetivos Específicos

- Implementar un bioensayo que involucra la siembra de hortalizas (variedad de lechuga tipo Vera, Anthony y Batavia) en el sistema acuapónico objeto de estudio.
- Describir los componentes estructurales y de funcionamiento del modelo acuapónico.
- Analizar la contribución de nutrientes que proveen los peces al sistema.
- Generar un modelo matemático básico que represente el crecimiento de las plantas, para la comparación del crecimiento de tres variedades de lechuga Batavia, Vera y Anthony en dos técnicas de acuaponía (sustrato y raíz flotante).

#### 4. Justificación

De acuerdo con la revisión teórica y los antecedentes la presente investigación es relevante puesto que:

Los modelos acuapónicos en zonas urbanas permiten incentivar, desarrollar y abordar de forma segura los problemas de seguridad alimentaria, ya que el presente sistema integra la acuicultura (producción y cultivo de organismos acuáticos, en este caso peces) y la hidroponía (siembra de plantas en sustrato diferente a tierra). Este tipo de métodos permiten minimizar los impactos ambientales en especial el uso del recurso hídrico, por medio de la técnica de recirculado del modelo permite una distribución constante de los nutrientes tanto para las plantas como la oxigenación y limpieza del agua para los peces (Silvera, 2022), lo cual evidencia un aporte a la innovación tecnológica.

En lo relacionado con la producción del conocimiento, la recolección de datos sobre los modelos acuapónicos urbanos tanto en centros educativos como en otras áreas de la ciudad, generan una comprensión sobre los diferentes sistemas productivos que puedan dar respuesta a las problemáticas de seguridad alimentaria y sostenibilidad de bajo costo o de costo asequible (Franco *et al.*, 2021).

En cuanto al aporte a la medicina veterinaria este proceso brinda elementos para una producción alimentaria segura y sostenible, así como identificar los beneficios y riesgos en los sistemas acuapónicos urbanos, también, desde la mirada de la zootecnia se pueden hacer controles de las especies animales y vegetales, su interacción, su desarrollo y su consumo seguro.

Con respecto a la contribución social este tipo de sistemas proporcionan una fuente de desarrollo económico, alimentario y de conocimientos a las comunidades involucradas, ya que

genera fuente de empleo al comerciar los productos obtenidos como las lechugas, o llegado el caso la venta de pescado casero; de manera parecida, como profesionales se aporta a la supervivencia del sistema en temas de educación y acompañamiento a las familias o a la población involucrada sobre lo que es, trae y lleva la implementación de sistemas acuapónicos urbanos.

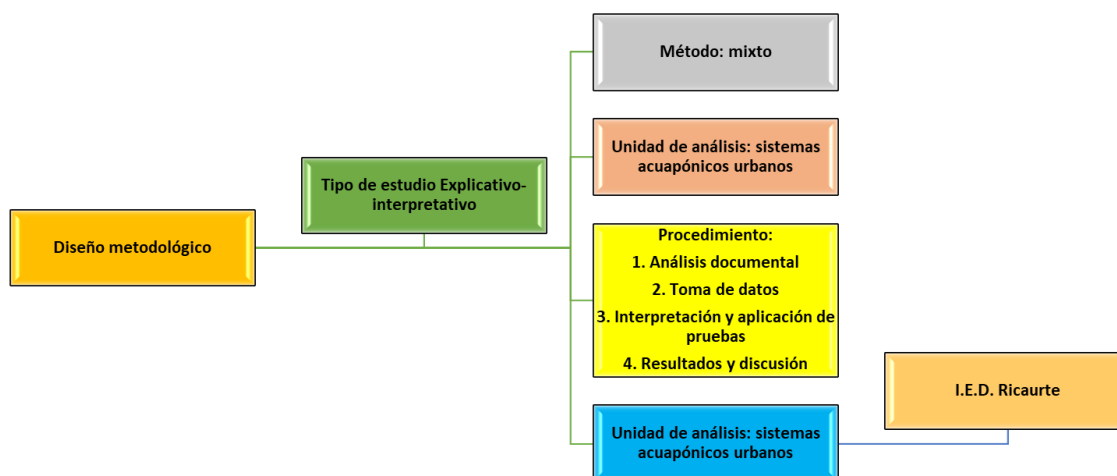
## 5. Diseño Metodológico

### 5.1. Tipo de estudio y método

El presente estudio fue de corte explicativo-interpretativo, ya que pretendía caracterizar el prototipo acuapónico ubicado en la I.E.D. Ricaurte, en la localidad de los Mártires, Bogotá; haciendo uso de los elementos teóricos consultados, las realidades físicas y ambientales encontradas en el prototipo traducidas en datos, así como la adaptación, supervivencia y aporte nutricional de los organismos vivos que interactúan en el sistema, empleando un método mixto (descriptivo-analítico-experimental) que involucra la fase cualitativa (descriptiva) en la que se explicitan los atributos del sistema y la fase cuantitativa (inferencial) en la que con la aplicación de modelos de regresión se obtuvieron los modelos matemáticos que representan el crecimiento de las plantas (Hernández, Fernández, 2014). Ver Figura 1.

**Figura 1.**

*Estructura general del diseño metodológico.*

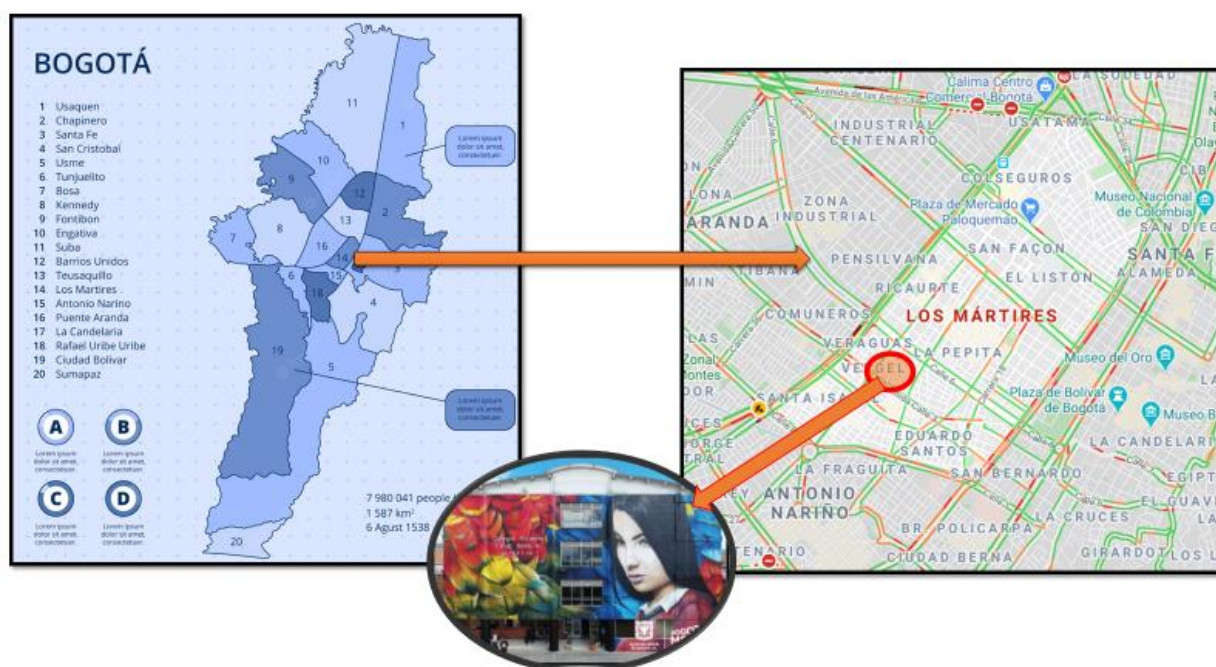


## 5.2. Unidad de análisis

El proyecto tomo como unidad de análisis los sistemas acuapónicos urbanos, específicamente el ubicado en la I.E.D. Ricaurte, (carrera 27 #7-78), la cual se encuentra ubicada en la Localidad número 14 de Bogotá, conocida como la localidad de Los Mártires se encuentra ubicada en la parte centro-sur de la ciudad de Bogotá, y delimita con las localidades de Santa Fe al este, Antonio Nariño al sur y Puente Aranda al oeste; esta localidad comprende 21 barrios divididos por Unidad de Planeación Zonal (UPZ) y que se conocen como el Centro Histórico; con una extensión de 651 hectáreas con un promedio de 99.792 habitantes según la Alcaldía de Bogotá (2023).

**Figura 2.**

*Ubicación Unidad de Análisis I.E.D. Ricaurte Sede A.*



En cuanto a otros datos de la zona, la altitud media es de 2564 msnm. y un estrato socioeconómico de 2, 3 y 4, donde su fuente económica son las plazas de mercado de Paloquemao, la Plaza España como la plaza del barrio Samper Mendoza y Los Mártires; otra fuente grande de comercio son los centros comerciales y el llamado “*sanandresitos*”, también comprende actividades “*especializadas en el mantenimiento, reparación e insumos para los vehículos, zonas para centro de negocios y oficinas*” (PROBOGOTA, 2022).

### **5.3. Procedimiento**

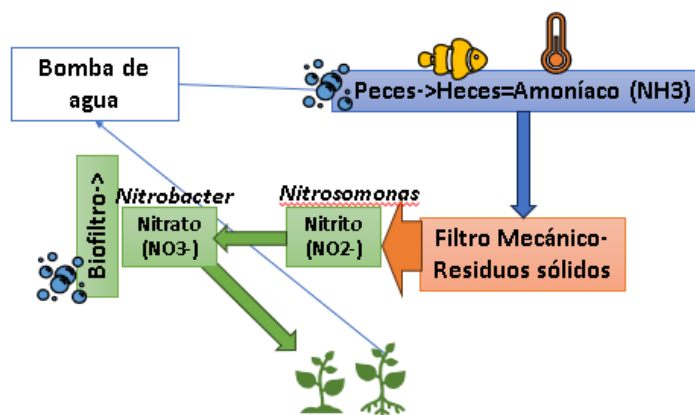
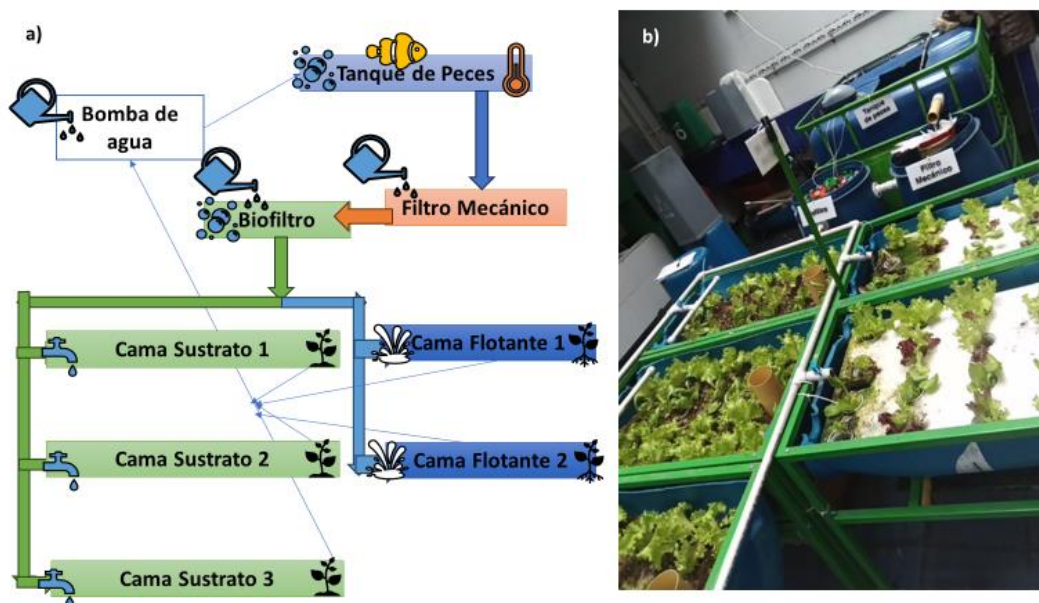
#### **5.3.1. Métodos**

Las fases propuestas para el desarrollo del proyecto de investigación se basan en:

1. **Fundamentación:** se estudiaron los elementos conceptuales y metodológicos del proyecto referidos a prototipos acuapónicos urbanos, modelos de crecimiento de plantas y características de crecimiento de los peces en sistemas acuapónicos.
2. **Descripción del prototipo:** consta de la descripción del sistema en términos de su estructura física, materiales, conexiones, así como del funcionamiento en términos de datos cuantitativos continuos como la calidad del agua (pH, amonio, nitrito y nitrato- temperatura del agua), también de la medición de la altura de las plantas divididas por cada cama (sustrato de piedra o flotante) y especie (lechugas: Anthony [At], Vera [Vr] y Batavia [Bt]), así como la influencia del tipo de pez (*Carassius auratus*) empleado en el sistema.

**Figura 3.**

*Descripción del prototipo acuapónico urbano.*

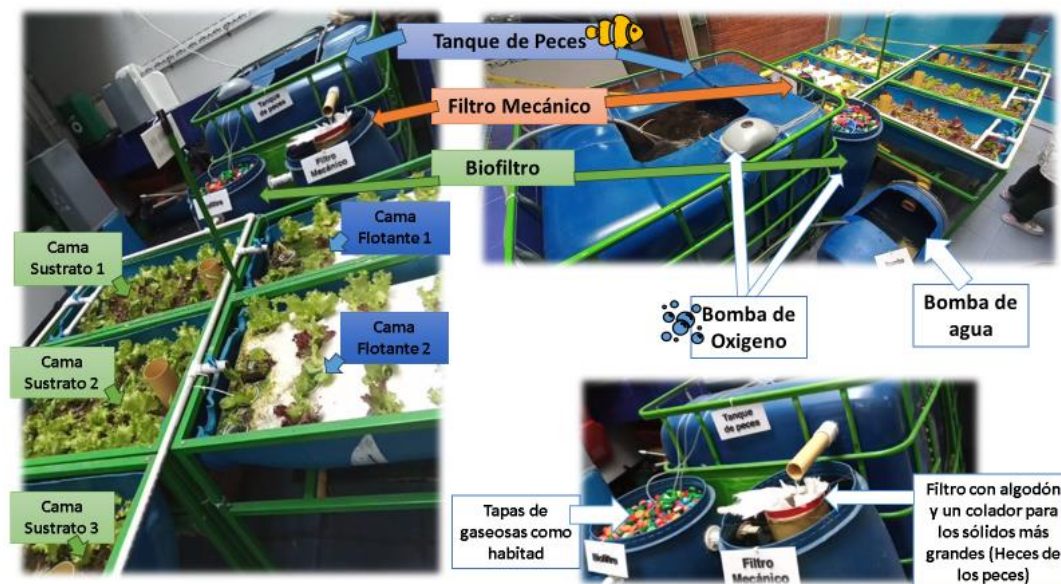


*Nota:* **3a)** Diagrama del proceso de circulación del agua y la organización del prototipo, **3b)**

Fotografía del actual prototipo acuapónico en estudio. **3c)** Diagrama fuente nutricional del sistema.

**Figura 4.**

*Partes básicas del prototipo en estudio*



3. **Toma de datos para posterior diseño del modelo matemático:** corresponde a un seguimiento en sitio (I.E.D. Ricaurte 2023-I), basado en el seguimiento realizado por las autoras de la investigación, como parte inicial se tomaron los datos 2 veces por semana, en espacios de tiempo de tres días, por tipo de lechuga (Vera, Anthony y Batavia) y por tipo de cama (sustrato y raíz flotante), con los datos obtenidos se obtuvieron gracias al programa estadístico STATA y R, 3 modelos matemáticos que permiten analizar el estimado en el tiempo de crecimiento de las plantas. Las medidas analizadas correspondieron al momento del sembrado de las plántulas, hasta su etapa madura o de cosecha, la cual es de aproximadamente dos meses.
4. **Caracterización del crecimiento de peces:** se observaron los datos de forma cuantitativa continua como los parámetros de calidad del agua, la cual representa de forma directa la

calidad de vida de los peces; al igual que se tendrá en cuenta los datos cualitativos de comportamiento y estado físico externo de los peces.

5. **Propuesta de estrategias:** serán derivadas del análisis de las fases 1 a 4 en términos de las necesidades básicas de sostenibilidad y nutrición.

## 5.2. Materiales

Dentro del presente modelo acuapónico urbano, se implementan los siguientes recursos:

**Tabla 1.**

*Recursos del modelo acuapónico urbano.*

<b>Recursos</b>	
<b>1</b>	Formato de registro de crecimiento de plántulas
<b>2</b>	Formato de registro de calidad de agua
<b>3</b>	Kit de medición de calidad del agua
<b>4</b>	Termómetro tanques de peces
<b>5</b>	Cámara celular para registro fotográfico
<b>6</b>	Reglas o escuadras con medición en cm y mm
<b>7</b>	Recursos bibliográficos
<b>8</b>	Controlador de plagas
<b>9</b>	Plántulas de lechugas (Vera, Batavia, Anthony)

## 5.3. Protocolos

A continuación, se esbozan los aspectos importantes que determinan las consideraciones éticas y de integridad científica inherentes al proyecto que se relacionan con la inclusión de sujetos al proceso, el manejo de especies animales (pez carpa- *Carassius auratus*) y el tratamiento de las especies vegetales (lechuga), teniendo en cuenta los lineamientos de la resolución 8430 de 1993.

Manejo de especies animales (pez carpa- *Carassius auratus*): Para sustentar el manejo ético de la presente investigación, que se basa en el diseño de un sistema acuapónico compuesto por hortalizas (lechuga) y cultivo de peces (carpa) se tendrán en cuenta los lineamientos de la resolución 8430 de 1993, capítulo V, que contempla la investigación biomédica con animales, teniendo en cuenta:

- Debido a que la presente investigación proporcionará un sistema que garantice la cría de hortalizas y peces como un sistema simbiótico, se aclara que los animales no serán sometidos a tratamientos que les causen dolor o daño físico, voluntario.
- Los peces para incluir en el prototipo de producción acuapónico procederán de granjas de cultivo, garantizando la calidad de la especie y que cumpla con las condiciones de salubridad. Por tanto, los semovientes adquiridos no son extraídos del medio natural.
- El número de sujetos a incluir en el estanque estará basado en los modelos matemáticos acorde al tamaño del estanque y la cantidad de agua que este pueda contener, a fin de garantizar el área física de desarrollo y bienestar para cada individuo.
- La alimentación proporcionada a los peces será alimento comercial medido y se suministrará 2 veces al día, acorde a las características de la especie y a sus necesidades nutricionales.
- La salud y desarrollo de los peces estarán en constante seguimiento por los investigadores profesor Alejandro Franco (Especialista en Sistemas Acuapónicos), las estudiantes Anggie Paola Riaño Hernández (Estudiante Pregrado Zootecnia), Mileidy del Coral Pinzón Fernández (Estudiante Pregrado Medicina Veterinaria) y el apoyo bioético y metodológico de la profesora Yadira Martín (Ing. Biomédica/Doctora en educación).

- Cuando el sistema esté en funcionamiento, los profesores y coordinadores velarán por el bienestar del sistema y establecerán horarios de observación y alimentación del sistema para garantizar el bienestar de los individuos, con lo cual informarán cualquier anomalía a los especialistas.
- Al ser un sistema de ciclo cerrado no se dispondrán aguas dentro de los sistemas de alcantarillado, así mismo se evitarán escapes de los peces.
- En caso de la aparición de alguna patología en los peces, los especialistas están en la capacidad de proporcionar los tratamientos necesarios para su recuperación, sin alterar la calidad del sistema propuesto. En caso de sacrificar el pez se procederá anestesiando el pez con eugenol 40 mg/l hasta la pérdida del eje de nadado y posteriormente se practicará sección medular.
- En caso de la muerte de un sujeto (pez), se procederá a retirarlo del sistema se dispondrá en una bolsa plástica para envío a análisis patológico en un laboratorio especializado.
- Dado que el contacto con el sistema es mínimo, no se evidencian riesgos explícitos.
- Para la manipulación del sistema se aplicarán las normas de bioseguridad básicas, para la manipulación de especies vegetales y animales.
- Manejo de especies vegetales (lechuga): El uso de plantas de lechuga, no representa peligro para la población de estudiantes, docentes e investigadores, ya que, de una parte, se utilizarán plántulas de lechuga procedentes de una empresa reconocida a nivel nacional, y no semillas que al ser tratadas con fungicidas pueden poner en peligro a la población humana antes mencionada.
- De otra parte, en caso de aparición de síntomas y signos producidos por plagas y enfermedades en las plantas de lechuga, los sujetos serán extraídos inmediatamente del

sistema de acuaponía para evitar la dispersión de los agentes patógenos y evitar mediante su erradicación temprana el uso de plaguicidas de síntesis química, que puedan comprometer la salud humana y de los peces.

Dentro del manejo de actividades para la toma de datos se siguió con el cronograma establecido; donde se tomaron datos de crecimientos de cada plántula dos veces por semana, datos de calidad del agua una vez por semana todo ello con registro fotográfico y observaciones de bitácora específicas, con el fin de obtener un análisis del modelo acuapónico urbano más centrado y realista.

### ***5.3.1. Crecimiento Plántulas:***

Para la toma de datos de las plántulas se siguió el siguiente protocolo:

- Siembra de las primeras plántulas el 13 de marzo (bajo techo), con 7 días de crecidas; obteniendo 3(tres) camas con sustrato de piedra y 2(dos) camas flotantes; donde se sembraron de la siguiente manera:

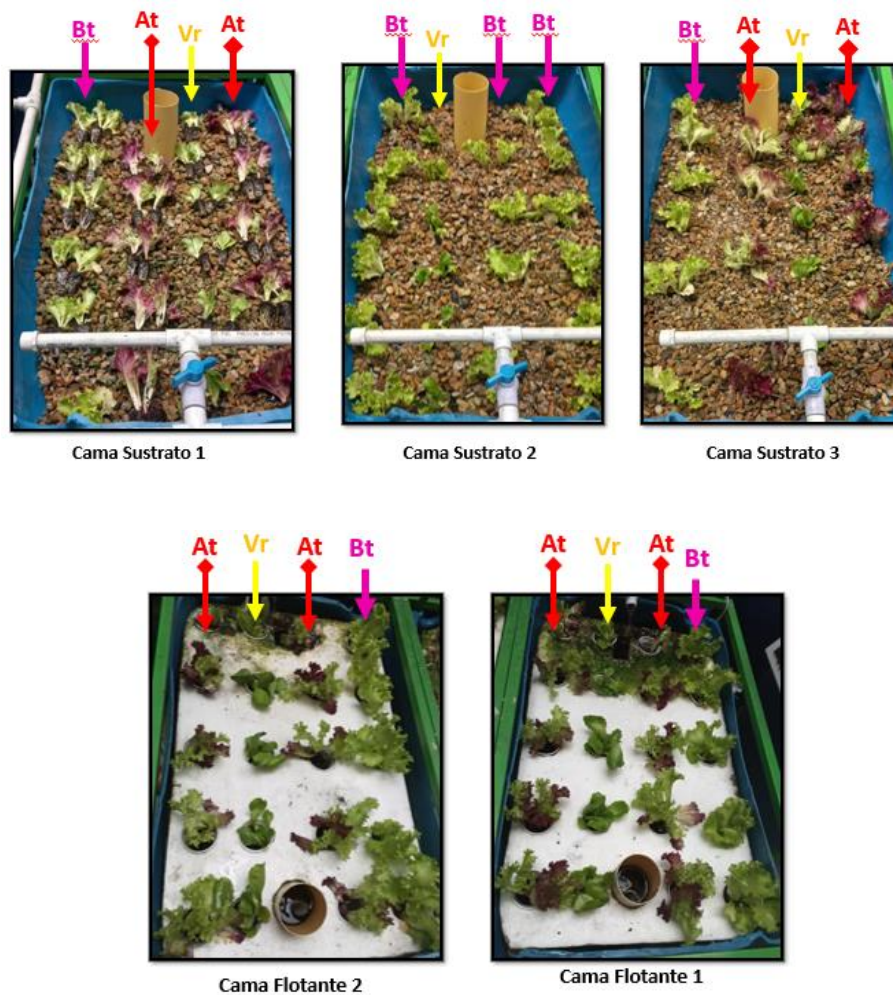
### **Figura 5.**

*Siembra de las plántulas el 13 de marzo en el I.E.D. Ricaurte.*



**Figura 6.**

*Organización de siembra de lechugas del día 13 de marzo del 2023.*



*Nota:* Lechuga Anthony con [At], Vera con [Vr] y Batavia con [Bt].

- Se marco cada lechuga Anthony con [At], Vera con [Vr] y Batavia con [Bt] y luego se midió cada una de ellas, tomando la medida desde el tallo hasta la hoja más larga con ayuda de una regla.

**Figura 7.**

*Marcaje de las plántulas del sistema acuapónico doméstico I.E.D. Ricaurte; usando materiales reutilizados.*



- Posteriormente el registro de los datos por camas (Cama de Sustrato- Cama Flotante) y variedad de plántulas (lechugas: Anthony [At], Vera [Vr] y Batavia [Bt]), sacando datos continuos de altura de las plántulas por variedad de lechuga, que permitieron comparar el crecimiento por cada día de toma de datos correspondientes; tal como se muestra en la siguiente Tabla:

**Tabla 2.**

*Registro crecimiento plántulas Cama De Sustrato 1 del día 25 de marzo de 2023.*

	Cama Sustrato 1															
	Batavia- Bt				Anthony-At				Vera- Vr				Anthony-At			
<b>1</b>	<b>Bt 1</b>	14	<b>Bt 2</b>	13,2	<b>At 1</b>	10,4	<b>At 2</b>	12	<b>Vr 1</b>	16	<b>Vr 2</b>	14,2	<b>At 11</b>	13	<b>At 12</b>	11,2
<b>2</b>	<b>Bt 3</b>	13,5	<b>Bt 4</b>	14,3	<b>At 3</b>	14	<b>At 4</b>	12	<b>Vr 3</b>	12	<b>Vr 4</b>	14,2	<b>At 13</b>	10	<b>At 14</b>	11,5
<b>3</b>	<b>Bt 5</b>	13,5	<b>Bt 6</b>	12,5	<b>At 5</b>	10	<b>At 6</b>	9	<b>Vr 5</b>	11	<b>Vr 6</b>	12,2	<b>At 15</b>	9,5	<b>At 16</b>	10
<b>4</b>	<b>Bt 7</b>	11	<b>Bt 8</b>	11,2	<b>At 7</b>	10,5	<b>At 8</b>	12	<b>Vr 7</b>	11	<b>Vr 8</b>	14,2	<b>At 17</b>	12	<b>At 18</b>	11,2

5	Bt 9	12,2	Bt 10	/	At 9	9,2	At 10	12,2	Vr 9	14	Vr 10	15,2	At 19	10	At 20	9,2
6	Bt 11	11,2	Bt 12	10,5					Vr 11	14	Vr 12	13,2				

Fecha Toma de medida y Observaciones: 25/03/2023 Primer marcaje con tapas: se observó la muerte por alta humedad en la plántula Bt10

## 6. Desarrollo Del Tema

A continuación, se muestran los referentes teóricos que sustentan el trabajo de investigación, iniciando por el marco de antecedentes, seguido del marco teórico y finalizando con el marco de antecedente, como sigue:

### 6.1. Marco Antecedentes

#### *Desarrollo de la Piscicultura y la Acuicultura*

La piscicultura y acuicultura tienen evidencias de desarrollo desde Asia hace miles de años atrás, en China (año 500 a. C.), donde de forma tradicional y desarrollo empírico se basaba en el cultivo de los peces con la creación del primer tratado del cultivo de carpa en 475 a.C. gracias a Fan-Li. De otro lado, en 1842, los pescadores franceses Remy y Gehin lograron la cría exitosa en tanque de la trucha, y establecieron el primer centro de investigación sobre la acuicultura conocido como el Instituto de Huninge (FAO, 2022).

En las décadas de 1960 a 1970 el fenómeno de la piscicultura se desarrolló científica y tecnológicamente; para 1974 se avanzó en el cultivo de especies acuáticas similares en todo el mundo para consumo humano. Por otro lado, en Colombia el arte de la piscicultura incursiono en el año 40 como lo menciona Acuña (2020), ya para los años 60-80, fue donde comenzó con la cría y producción de tilapias, truchas y cachamas principalmente como forma de desarrollo regional y seguridad alimentaria de las familias campesinas y/o rurales.

**Figura 8.**

*Acuicultura en Asia.*



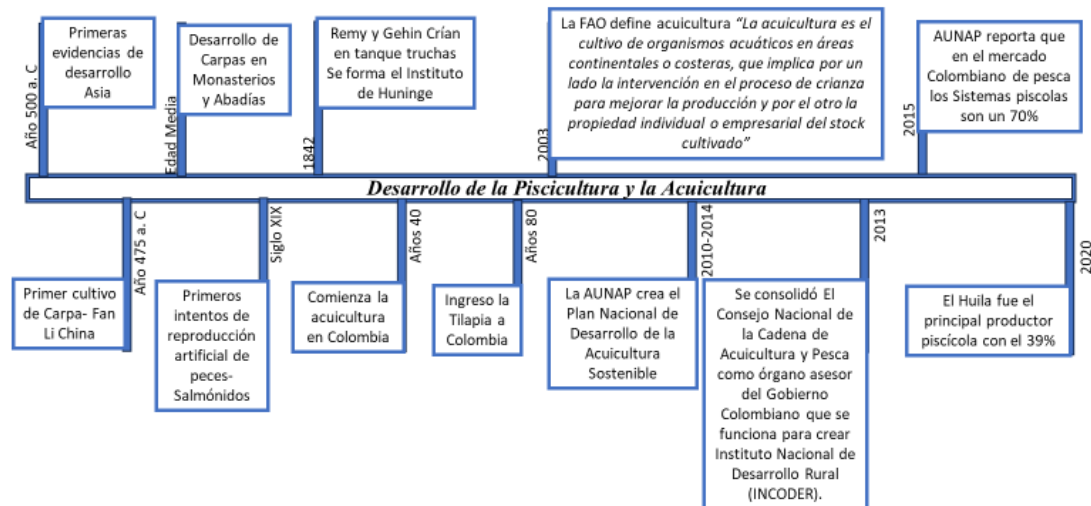
FAO. (s.f.). Cultivo en jaulas en un embalse de Indonesia en las que los juveniles de peces engordan hasta alcanzar el tamaño comercial. El operario de las jaulas a menudo compra los juveniles a los cultivadores de arroz que han criado los peces desde alevines a juveniles

[Photograph]. Magyp.gob.ar. <https://n9.cl/y4sz>

En el 2003 se define a la acuicultura como el cultivo de organismos acuáticos, con la intervención del hombre para su desarrollo y protección según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO. La FAO (2022) nos da a conocer que la producción acuícola mundial mantuvo su crecimiento después de la pandemia del COVID-19; donde la producción total comprendió 87,5 millones de toneladas de animales acuáticos para consumo humano. Al igual que informa sobre el periodo comprendido entre 1990 y 2020 la actividad de acuicultura mundialmente hablando se expandió en un 609% en términos de producción anual.

**Figura 9.**

*Línea del Desarrollo de la Piscicultura y la Acuicultura*



Luego de varios procesos entre el 2010 y 2014 se crea por parte de la AUNAP- Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca el Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura Sostenible o PlaNDAS, es *"un instrumento sectorial de alcance nacional cuyo objetivo general es promover el desarrollo de la acuicultura Colombiana, con la participación concurrente de la sociedad y el gobierno, en un marco de sostenibilidad ambiental y equidad social, aprovechando los recursos naturales racionalmente a través de políticas"* según lo expuesto por la FAO en el 2023.

Para el 2015 la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca reporta que dentro del mercado de pescado en Colombia la producción a nivel de sistemas piscícolas es de un 70% con respecto a otras. Por otro lado, ya para el año 2020 el mayor productor piscícola a nivel nacional ha sido el departamento del Huila, con un 39% seguido por el Meta con 11% como nos lo muestra la Secretaría Técnica Nacional Cadena de la Acuicultura – MADR (2021).

## *Evolución de la Hidroponía*

Se cree que los primeros cultivos hidropónicos de la historia fueron los jardines colgantes de Babilonia hace 382 años a. C., porque se alimentaban del agua que corría por medio de canales. También, hace más de 1000 años, se practicaba la hidroponía en forma empírica en China, la India y Egipto. La chinampa mexicana es otra forma de aplicación de los principios hidropónicos; los aztecas cultivaban el maíz en barcazas por medio de un entramado de pajas.

### **Figura 10.**

*Jardines colgantes de Babilonia.*



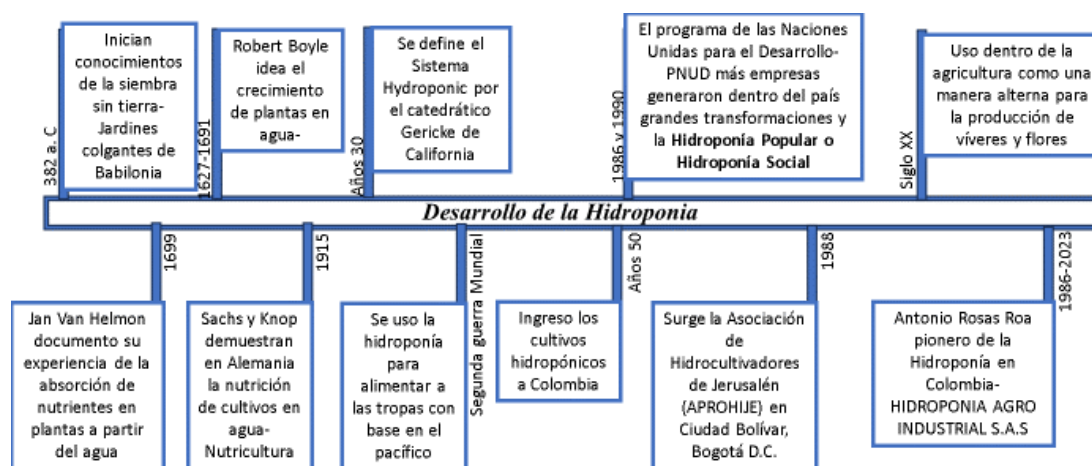
NeonMam Studios. (2023). Recuperado el 27 de agosto, 2023, de <https://n9.cl/27t84>

En 1699 el inglés John Woodwar hizo crecer plantas en diversos recipientes con medio líquido al que había añadido diferentes cantidades de suelo, observando la absorción de nutrientes por parte de las plantas, de igual manera entre 1627-1691 Robert Boyle genero la idea del crecimiento de plantas a base de solo agua. Posteriormente, los alemanes Sachs en 1860 y Knop en 1861, lograron aislar por completo la planta del suelo y la hicieron crecer por medio de una solución de elementos minerales, técnica conocida entonces como “nutricultura”. Entre 1929

y 1930, el profesor de fisiología vegetal de la Universidad de California, Dr. William Gerike, logró un éxito sin precedentes al instalar unidades de cultivo sin tierra al aire libre con fines comerciales. Él bautiza a esta técnica como hidroponía y es considerado el padre de esta moderna técnica de cultivo (Díaz, 2010).

**Figura 11.**

*Línea de la Evolución Hidropónica*



Para la Segunda Guerra Mundial, los sistemas hidropónicos funcionaron perfectamente para alimentar a las tropas que se encontraban en el pacífico, luego de ello en los años 50 ingresa la idea de cultivos hidropónicos a Colombia, donde han surgido diferentes emprendimientos en especial entre 1986 y 1990 donde se desarrolla la hidroponía popular o hidroponía social, surgiendo así para 1988 la Asociación de Hidrocultivadores de Jerusalén (APROHIJE) en Ciudad Bolívar, Bogotá D.C.

También favorece un ahorro considerable en el uso del agua de riego en la época seca y es una técnica económica, eficiente y racional en cuanto a la aplicación de los nutrimentos minerales (sales minerales o fertilizantes). Por otra parte, disminuyen los problemas relacionados con enfermedades de la raíz, lo que reduce drásticamente la aplicación de plaguicidas, y en su

lugar se pueden utilizar sustancias orgánicas repelentes que le permiten al productor obtener cosechas de muy buena calidad y libres de residuos tóxicos; de esta forma la familia consumirá alimentos más frescos y sanos. Es importante resaltar en ese sentido la protección que también se le da al medio ambiente con el uso de esta técnica (Díaz, 2010).

### Figura 12.

#### *Hidroponía actual.*



*Nota:* a) Hidroponía vertical. b) Hidroponía por raíz flotante. c) Hidroponía aerónica. d) Hidroponía de flujo y reflujo o de sustrato, entre otras. Google imágenes. (s.f.). Recuperado el 27 de agosto, 2023, de <https://n9.cl/t5jmn>

En esta técnica de cultivo, los nutrientes que la planta requiere para su crecimiento y que normalmente encuentra en la tierra; son suministrados en cantidades mínimas en el agua, lo que conlleva al desarrollo de cultivos sanos en espacios relativamente menores en comparación con la agricultura tradicional (Antillón, 2004).

### *Narración de la Acuaponía*

Dentro de estos cultivos el sur de China y Tailandia cultivaban arroz en campos a forma industrial con la producción de peces en el mismo cultivo. De igual manera como lo menciona Jiménez (2020) la cultura Azteca para 1400 a. c. realizaba cultivos en islas agrícolas o mejor llamadas “chinampas” con la integración de los peces en pantanos o lagos como el Xochimilco.

#### **Figura 13.**

*Chinampas en el lago Xochimilco.*



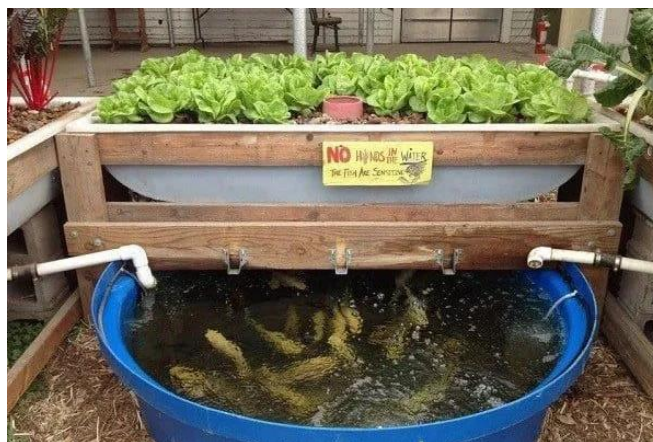
Gobierno de la Ciudad de México. (2017). Destina GCDMX 14 mdp para resarcir daños en zona chinampera de Xochimilco. [Photograph]. Sedema.cdmx.gob.mx. <https://n9.cl/s343m>

Las chinampas estaban conformadas por una base de maderas flotantes, a las cuales se les ponían cascarillas, abono y un poco de tierra, y sobre ellas se sembraban plantíos (maíz, zapallo, entre otras); para evitar que estas se movieran, sembraban árboles en cada esquina, lo que generaba que sus raíces bajaran al fondo del caudal, garantizando la estabilidad de las chinampas.

Para el siglo XVI se vio el mayor desarrollo del sistema acuapónico. Luego para 1969 John y Nancy Todd, acompañados por William Mc Larney crearon el Instituto “*New Alchemy*” de Estados Unidos, siendo así los pioneros de la acuaponía, por otro lado, para 1978 Lewis investigo y publico que los desechos metabólicos de los peces pueden ser utilizados para el cultivo de plantas. Gracias a estos avances en la década de los 80 Mark Mc Murtry y Doug Sanders, de la Universidad de Carolina del Norte, serían los primeros en crear y montar un sistema acuapónico en circuito cerrado (Lopez, 2019).

#### **Figura 14.**

*Sistema acuapónico en circuito cerrado.*



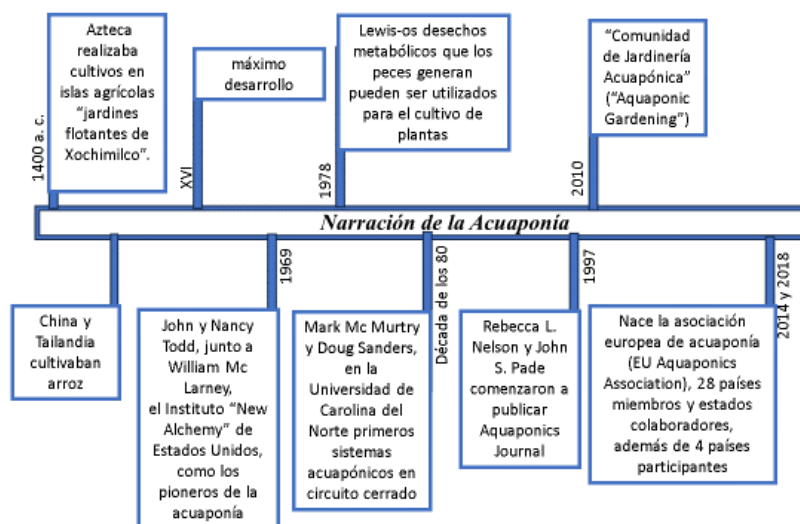
Google imágenes. (s.f.). Recuperado el 27 de agosto, 2023, de <https://n9.cl/sg31e>

En cuanto a la acuaponía, su utilización data de civilizaciones ancestrales provenientes de Asia y Sudamérica; en 1980 a 1990 el intento por agrupar los sistemas de hidroponía y acuicultura estaban dando resultados, aunque limitados con gran avance en su diseño del sistema, los componentes de biofiltro y la proporción óptima entre peces y plantas para una mejor producción. En esta misma línea temporal se optaron diseños de sistemas cerrados donde

permitía el reciclaje del agua y la transformación de las heces de los peces como nutrientes para los cultivos (Acuña, 2020).

**Figura 15.**

*Línea de desarrollo de la acuaponía.*

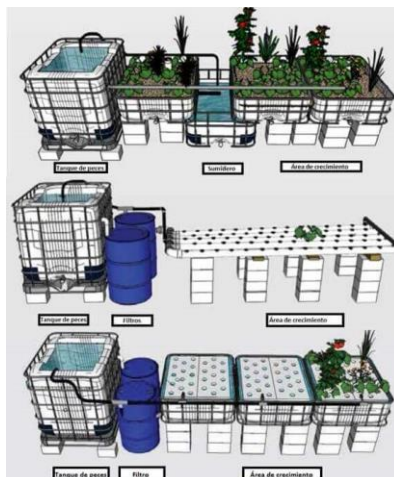


En el año 1997 Rebecca L. Nelson y John S. Padem comenzaron a publicar *Aquaponics Journal*, una revista que recolectaba todas las investigaciones sobre sistemas acuapónicos, la cual permitió generar un banco de información base para futuras investigaciones. Ya en el 2010 se creó la Comunidad de Jardinería Acuapónica y entre 2014 y 2018 nace la Asociación Europea de Acuaponía (EU Aquaponics Association), donde se encuentran 28 países miembros y estados colaboradores, como 4 países participantes (López, 2019).

Aunque la acuaponía se viene trabajando tan antiguamente, es hasta ahora donde ha cobrado más importancia su modelo productivo, desarrollándose diferentes trabajos de estudio por parte de universidades como Uniagraria con el actual estudio investigativo.

**Figura 16.**

*Avances de modelos acuapónicos.*



FAO. (2007). Esquema general de un sistema acuapónico (adaptado de FAO).

Recuperado el 27 de agosto, 2023, de <https://n9.cl/8z2l>

## **6.2. Marco Teórico**

En este capítulo se explicitan los fundamentos teóricos que sustentan la presente investigación los cuales se organizan en tres subcapítulos: Componentes estructurales y funcionales de un sistema acuapónico, Modelos matemáticos de crecimiento de plantas en sistema acuapónico y factores de desarrollo de los peces como se muestra a continuación:

### **6.2.1. Componentes estructurales y funcionales de un sistema acuapónico**

#### ***Urbanización***

Para autores como Álvarez la urbanización o sociedad urbana es el crecimiento de ciudades y el progreso y extensión de estas, acompañado de un abandono progresivo de las zonas rurales y sus formas de vida en el trabajo rural, generando una estructura socioeconómica a base

de actividades no agrícolas o de transformación agrícola. De igual forma, la revolución industrial generó un cambio con los modernos medios de transporte, permitiendo la extensión de las ciudades y convirtiéndolas en espacios altamente antropizados- “*la transformación que ejerce el hombre sobre el medio*” (Álvarez, 2019).

### ***Acuaponía Urbana***

La acuaponía hace referencia a la integración productiva de la acuicultura y cultivos hidropónicos de hortalizas (Yep, 2019), como se observa en la Figura 1; por lo cual, se define como acuicultura “*el cultivo de organismos acuáticos, incluidos peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas*” (Yep, 2019; Somerville *et al.*, 2022).

Según la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP, 2014) y la FAO (2014), nos menciona que la acuicultura en Colombia ha trabajado con especies como el camarón marino (*Litopennaeus vannamei*), las tilapias (*Oreochromis niloticus* y *Oreochromis sp*), la trucha arcoíris (*Onchorhynchus mykiss*), cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y la cachama negra (*Colossoma macropomum*) entre otras.

De manera similar los sistemas hidropónicos o la hidroponía es cultivar plantas solo con agua, haciendo uso de sustratos como piedra e icopor entre otros para el agarre de las raíces y el crecimiento adecuado de las plantas; donde el agua circula por un sistema de tubos que transportan la solución nutritiva (Hazeltine, 2003).

Actualmente este diseño de cultivo permite integrarlo a otros como la acuicultura, dando acceso a producciones agropecuarias a pequeña o gran escala dentro de las zonas urbanas, siendo una fuente de alimento para la población más vulnerable. Por otro lado, la acuicultura urbana según David (2022), ayuda a reducir los impactos ambientales por el transporte continuo de

alimentos desde las zonas rurales hasta las grandes ciudades como la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, al igual que se disminuirían los precios de los productos y se generaría un suministro de alimentos frescos y una proximidad a los mercados (Artmann, 2018).

### Figura 17.

#### *Acuaponía Urbana.*



PROMUEVEHIDROPONIA. (2014). Recuperado el 27 de agosto, 2023, de

<https://n9.cl/8z2l>

Dentro de un sistema de acuaponía básico son necesarios los siguientes elementos:

- **El Agua O H<sub>2</sub>O:** permite el transporte de nutrientes y desechos dentro de este sistema, al igual que es el ambiente de los peces de producción, por lo cual se debe garantizar unos parámetros de calidad (Tabla #1), que permiten no solo el bienestar de los peces y plantas si no la seguridad al consumidor final de que los productos obtenidos dentro de la acuaponía son bioseguros y no representan ningún factor de riesgo alimenticio para el ser humano.

**Tabla 3.**

*Parámetros de calidad del agua en un sistema acuapónico.*

<b>Parámetros del Agua</b>	<b>Peces</b>	<b>Plantas-Lechuga</b>	<b>Bacterias</b>
<b>pH</b>	7(dulce)-8,4(marino) Agua fría 6-8.5	5,7-6,5	7.5-8 (óptimo para bacterias nitrificantes)
<b>Oxígeno</b>	>5 mg/L-15mg/L Agua fría 6-8 mg/L	>3 mg/L	>5mg/L o 4-8mg/L
<b>NO2(Nitritos)</b>	<0,5ppm	<1 mg/L	<3 mg/L
<b>NO3(Nitratos)</b>	<10ppm	40ppm (óptimo) 100ppm (recambio de agua)	<400mg/L
<b>T°</b>	10-20°C (especies frías) 20-28°C (especies tropicales)	15-18°C	17-34°C <17 baja la productividad de ellas
<b>Amoniaco</b>	<1mg/L	<30 mg/L	<3mg/L

*Nota.* La información es recolectada por las Autoras, 2023 de las siguientes fuentes: Núcleo Ambiental S.A.S., 2015; López, 2019 & Somerville et al., 2022.

- **Tanque De Peces:** Somerville y compañeros (2022) describen dentro de la guía Producción de alimentos en acuaponía a pequeña escala o domestica se hace uso de tanques de peces de 1000 litros con un espacio de 3m<sup>2</sup> para cultivo, que sean redondos con fondos planos y de colores claros; donde su principal objetivo es la producción de alimento para la propia familia, ya que permite la siembra de diversos tipos de vegetales y hierbas. De igual manera Bernstein (2011), nos menciona que la carga de peces es de un pez de 500gr por cada 20-40 litros de agua (Jiménez, 2020).

El material de estos tanques pueden ser las peceras comunes de vidrio o acrílicas, u otras como barriles de plástico, tanques de plástico o piletas de concreto como nos menciona Jiménez

(2020) en su investigación; de igual manera, garantizar que estos tanques no hayan sido utilizados previamente para transporte de sustancias tóxicas.

- **Biofiltro:** consiste en un tanque con materiales porosos (tapas de botellas, esponjas o bio-bolas) que permitan albergar las bacterias nitrificadoras como las *Nitrosomonas sp.* Y las *Nitrobacter sp.* que tienen la función de convertir el amonio (compuesto de las heces de los peces) en nitrito y luego en nitrato; este último es esencial para el crecimiento adecuado de los cultivos dentro del sistema (Jiménez, 2020), en cambio el amonio y el nitrito son altamente tóxicos a diferencia del nitrato que suele ser menos tóxico.
- **Filtro mecánico:** este permite la remoción de sólidos en suspensión como las heces; las heces pueden generar una mala absorción de nutrientes a nivel de las raíces, por lo cual, la implementación de un tanque con un filtro mecánico como un colador más una capa de algodón permiten la remoción de dichos sólidos a un precio económico.
- **Bomba De Aireación:** la oxigenación del agua en la acuaponía es esencial para peces y bacterias nitrificadoras; por lo cual, la concentración de oxígeno mínima disuelta varía según la especie de plántulas a sembrar, en el caso de la lechuga es de  $>3$  mg/L de oxígeno disuelto y en peces como la carpa varía entre  $>5$  mg/L-15mg/L (Jiménez, 2020).
- **Bomba De Agua:** permite el transporte del agua desde el tanque de los peces a los cultivos hidropónicos y de estos de vuelta al tanque principal de peces, considerada como el motor del sistema acuapónico; permitiendo que las plántulas reciban los nutrientes de las bacterias (Jiménez, 2020).
- **Cultivos Hidropónicos:** estos pueden ser camas con sustratos sólidos (piedras), raíz flotante o técnicas de nutrientes recirculantes nutritivos; en cuanto a la relación de la

superficie va según la superficie del cultivo de peces, puede ser 2:1 hasta 10:1 según la cantidad de desechos producidos por los peces (Colagrosso, 2014).

La caracterización física de cualquier sustrato se basa en el estudio de la distribución de las tres fases (sólido, líquido y gaseoso) expresadas en unidades volumétricas. De las mediciones de las variables del contenido hídrico volumétrico en función del potencial surgen los parámetros que relacionan volúmenes relativos de agua y aire (Boodt & Verdonck, 1972; Martínez Farré, 1992).

***Camas de sustrato:*** Los medios hidropónicos de sustratos que poseen grava, arena, etc., proveen suficiente superficie, aunque tienen la tendencia a taparse; razón por la cual, suele ser necesario su lavado periódico, para evitar la descomposición de la materia orgánica acumulada. De lo contrario, el biofiltro perderá su eficiencia, llegando incluso a producir amoníaco, en vez de eliminarlo del sistema (Candarle, 2015).

### **Figura 18.**

*Cama de sustrato de piedra del bioensayo.*



***Camas de raíz flotante:*** Sistema desarrollado en el año 1976 por Jensen en Italia, consiste en un contenedor rectangular de 15 – 30 centímetros de profundidad, revestido con plástico. Las raíces de las hortalizas se encuentran sumergidas en la solución nutritiva (agua con nutrientes) y la parte aérea está sostenida sobre un medio aislante que flota

(tecnopor, esponja). La solución nutritiva es monitoreada, recirculada y aireada (Pérez, 2018).

Según Carrasco (1996), “en estos sistemas, las raíces de las plantas se encuentran sumergidas parcial o totalmente en una solución con los nutrientes disueltos en ella. La oxigenación de la raíz es un factor muy importante para el buen funcionamiento del sistema

### **Figura 19.**

*Cama de raíz flotante del bioensayo*



### ***Sostenibilidad***

La sostenibilidad tiene diferentes definiciones según la categoría, en este caso trata sobre sostenibilidad agrícola y sociedad sostenible; donde el concepto de sostenibilidad agrícola o agricultura sostenible se define como el manejo efectivo de los recursos naturales para satisfacer las necesidades humanas en especial las alimenticias, siempre que se evite la degradación ambiental, y permite un cambio económico a largo plazo, ya que se espera una baja en el precio de consumos agrícolas y una mayor oferta de ellos por medio de la revitalización de la cultura agropecuaria o rural (Camino, 1991).

Por otra parte, la sociedad sostenible o desarrollo sostenible según la FAO en 1990 la define como “*el manejo y conservación de la base de recursos naturales y la orientación del*

*cambio tecnológico e institucional, de tal manera que asegure la continua satisfacción de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras”* (Camino, 1991); de igual manera otros autores la definen como el proceso de cambio en la explotación de los recursos actuales, de manera que garantice los límites tanto de las necesidades humanas como el bienestar del ambiente, procurando el cuidado del medio ambiente o su renovación constante, evitando el deterioro de esta (Camino, 1991).

### ***Seguridad Alimentaria***

Según el Consejo Nacional de Política Económica y Social- CONPES 113 de 2008 define el concepto de seguridad alimentaria como *“la disponibilidad suficiente y estable de alimentos, el acceso y el consumo oportuno y permanente de los mismos en cantidad, calidad e inocuidad”* (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2023).

La seguridad alimentaria mundial en el corto plazo no es estrictamente un problema técnico. Es un problema de carencia de medios de producción para satisfacer la demanda de alimentos, así como de falta de poder adquisitivo de los grupos más necesitados de las zonas rurales y urbanas (FAO, 2000).

En suma, las transformaciones agrícolas del último medio siglo han llevado a la agricultura de la región hacia dos extremos: por un lado, se halla una agricultura moderna, rentable, mecanizada, que utiliza productos agroquímicos y variedades de alto rendimiento, y por el otro, una agricultura de subsistencia, empobrecida, excluida y hambrienta (FAO, 2000)

La FAO (2011) factores como la vulnerabilidad por factores ambientales-geográficos, la mal nutrición y la pobreza generan una situación de inseguridad alimentaria, por ende, la mejor

estrategia para disminuir esta probabilidad de inseguridad alimentaria es invertir en la educación productiva, la salud, el agua y los valores de emprendimiento sostenible.

## **6.2.2. Modelos matemáticos de crecimiento de plantas en sistema acuapónico**

### ***Crecimiento de Cultivos Acuapónicos***

Es importante aclarar que las plantas cultivadas dentro del sistema acuapónico deben tener un suministro adecuado de nutrientes como son los nitratos ( $\text{NO}_3$ ); de igual manera el pH, que controla el acceso y fijación a los micro y macronutrientes dentro de las plantas. Por lo cual, un pH de 6,0 a 6,5 permite una fácil disponibilidad de ellos (Somerville et al., 2022); según Somerville et al. (2022), el  $\text{pH} > 7.5$  puede generar deficiencias de hierro, fósforo y magnesio.

Así mismo, los compuestos nitrogenados son dañinos para los peces, pero esenciales para las plantas, aunque niveles altos de nitratos genera un crecimiento acelerado y una alta acumulación de ellos en las hojas de las plantas, siendo peligrosos para el consumo humano, por ende, autores como Somerville et al. (2022), recomiendan un nivel de nitrato de 5-150mg/L. Las plantas que funcionan mejor para la acuaponía son de hojas verdes.

En lo que se refiere al análisis del crecimiento de plantas, éste constituye una aproximación explicativa, integral y holística que se basa en la comprensión de la forma, el desarrollo y la función de los vegetales, de acuerdo con su naturaleza. En los sistemas biológicos en general el crecimiento es consecuencia del incremento del número de individuos y de la elongación celular que se traduce en el aumento del tamaño (Avendaño et al, 2020). Las curvas (funciones matemáticas) representativas de crecimiento de los vegetales, son un reflejo del comportamiento de una planta en un ecosistema particular en el transcurso del tiempo. Los análisis de estos modelos resultan muy importantes a la hora de ejecutar labores de cultivo,

puesto que se puede estimar el momento adecuado para intervenir sobre ellos, a fin de garantizar una respuesta óptima del vegetal de acuerdo con sus necesidades funcionales (Estrada, 2016).

Las mediciones de las plantas responden a factores cronológicos relacionados con el desarrollo absoluto de la planta, como lo son el peso seco, la longitud de tallos, el número de hojas, el número de ramas, entre otros (Cadena et al., 2021) y con la tasa de crecimiento que explica la suficiencia en acumular materia seca en los diferentes órganos, como resultado de sus procesos metabólicos. Con los mencionados datos se puede calcular, entre otros, la tasa de crecimiento relativo (TCR), la razón de peso foliar (RPF), la tasa de asimilación neta (TAN), y otras variables de importancia en la cuantificación del crecimiento.

Otro aspecto importante, se refiere a la evolución que han sufrido los softwares especializados, al permitir entre otros, agilizar el procesamiento de gran cantidad de datos. Actualmente para el caso de las plantas se realiza el análisis de crecimiento funcional, puesto que éste facilita la elaboración de modelos con alta confiabilidad. Las curvas obtenidas caracterizan el comportamiento de las variables de crecimiento como datos ajustados obtenidos mediante variedad de modelos matemáticos no lineales entre los que sobresalen el logístico y procedimientos como la regresión lineal, cuadrática y logarítmica que conducen a la propuesta de modelos de desarrollo polinomial.

### **6.2.3. Factores de desarrollo de los peces**

#### ***Producción *Carassius auratus* O Goldfish En La Acuaponía***

El *Carassius auratus* o Goldfish es originario de Asia central y oriental, siendo utilizado especialmente para estanques y acuarios de forma ornamental desde hace unos 2000 años en

China. Dentro de su descripción se realizó la siguiente tabla a base de datos obtenidos de <https://www.fishipedia.es/pez/carassius-auratus> (2023).

**Tabla 4.**

*Descripción morfología del Carassius auratus.*

Ítems	Datos
<b>Tamaño medio</b>	20 cm
<b>Tamaño máximo</b>	36 cm
<b>Longevidad</b>	35
<b>Forma</b>	Ovoide- alargado
<b>Aletas</b>	Pequeñas en comparación con el cuerpo
<b>Barbillas</b>	Ausencia de barbillas a nivel superior de la boca
<b>Dieta</b>	Carnívoro y Herbívoro
<b>Vida social</b>	Pequeños grupos- no territorial
<b>Modo de vida</b>	Diurno- A media profundidad o cercanos al fondo del estanque
<b>Ambiente</b>	Ambientes acuáticos eutróficos o ricos en nutrientes como algas- Aguas con poca oxigenación y lentas T° 10-25 °C & pH 6,5-8 5 goldfish x 200Ltrs de agua
<b>Depredadores</b>	Lucio, perca, lucioperca

Dentro de la producción acuapónica el amoníaco resulta tóxico para los peces, donde los signos de envenenamiento comienzan a parecer desde los 1,0mg/L de amoníaco (Somerville *et al.*, 2022); algunos de estos signos son: pérdida de equilibrio, respiración alterada, convulsiones, inflamación de las agallas con color rojizo, marcas rojas en el cuerpo, aletargamiento y constante respiración en la superficie entre otros (Somerville *et al.*, 2022). De igual manera los niveles de amoníaco se afectan según la temperatura y el pH, donde a >pH y T° en el agua genera que el amoníaco sea más tóxico, a la vez que desciende la actividad de las bacterias nitrificantes.

Por otro lado, los nitritos son tóxicos para los peces a niveles  $>0,25\text{mg/L}$ , generando una muerte inmediata u ocasionando que su sangre se vuelva de color café-chocolate (envenenamiento por nitrito), donde las agallas se ven cafés; de igual manera los signos son semejantes a los de intoxicación por amoníaco (Somerville *et al.*, 2022). A diferencia del nitrito y el amoníaco, los nitratos son mucho menos tóxicos, ya que los peces pueden tolerar desde  $400\text{mg/L}$  de nitratos (Somerville *et al.*, 2022).

### **6.3. Marco Legal**

Este apartado muestra los fundamentos legales de desarrollo de los protocolos éticos y procedimentales tenidos en cuenta en la investigación:

Aspectos éticos:

Resolución número 8430 de 1993, la cual describe los aspectos éticos, procedimentales y legales para la investigación con seres vivos, en este sentido, se tendrán en cuenta aspectos éticos como: idoneidad en los profesionales que tengan interacción con plantas y animales, uso de protocolos de bioseguridad.

Decreto 2256 de 1991, la cual habla sobre asegurar el manejo integral de las actividades pesqueras y acuícolas, así como el fomento de la explotación racional de los recursos pesqueros, los recursos hidrobiológicos y clasificación de la pesca y la conformación de del subsector pesquero. (BOE 40019, del 4 de octubre de 1991).

Decreto 1071 de 2015, el cual describe los lineamientos para el desarrollo de la acuicultura en el país, y reglamenta el desarrollo en el sector de la pesca y la agricultura en Colombia, así como la transformación de productos y subproductos del sector agropecuario,

pesquero, de acuicultura o desarrollo rural, mediante la innovación de procesos que generen valor agregado. (BOE número 49523, de 26 de mayo de 2015).

Decreto 4181 de 2011, el cual describe del objetivo de ejercer la autoridad pesquera y acuícola de Colombia para lo cual tendrán los procesos de planificar e investigar, controlando las actividades de la acuicultura. Fomentando el desarrollo sostenible de los recursos. (BOE30.0208 de 9 de marzo del 2011).

Ley 1753 de 2015, la cual habla del, uso sostenible del recurso hídrico superficial y subterráneo, así como la protección del paisaje forestal y las coberturas naturales presentes en la zona, la zona determinada como ronda de protección en la presente resolución queda sujeta a mantener el efecto protector, para garantizar la sostenibilidad de los recursos naturales (BOE número 49538, 9 de junio ,2015).

Ley 99 de1993, la cual describe, lo del manejo y demás actividades que tiene que ver con la pesca y acuicultura, conservación del medio ambiente y los recursos naturales. Renovables, Se entiende por desarrollo sostenible el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables. (BOE número 41146, de 22 de diciembre de 1993).

Ley 101 de 1993, la cual habla, protección a la producción de alimentos y promueve el desarrollo del sistema agroalimentario, eleva la eficiencia de productos agrícolas y pesqueros podrán obtener financiación directa de FINAGRO, siempre y cuando respalden las obligaciones crediticias correspondientes mediante aval o garantía expedido. (BOE número 41149, de 23 de diciembre de 1993).

Resolución de 309 de 2019, la cual describe, los requisitos y el procedimiento para la expansión del registro sanitario de alimentos para animales acuáticos.

Resolución 1863 de 2014 del ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, la cual describe las normas para el uso sostenible de los recursos naturales en la producción agrícola. La recuperación, conservación, protección y aprovechamiento sostenible de los recursos renovables del ambiente. (BOE número 1863, de 24 de noviembre de 2014).

CONPES 3375 de 2005: Por el cual se reglamenta y crea la política nacional de Seguridad Agropecuaria e Inocuidad de los Alimentos para el Sistema de medidas Sanitarias y Fitosanitarias (BOE número 5 de septiembre de 2005).

## 7. Resultados Y Discusión

### 7.1. Sobre los componentes estructurales y de funcionamiento del modelo acuapónico.

El modelo mostro matices de novedad en términos de la ubicación, en la población educativa que impacto; también innovación en la distribución del material vegetativo, estructura en metal y PVC, camas individuales las cuales se pueden desacoplar, sistema semi cerrado, principios de diseño fluidos conforman la recirculación. Como bien se sabe, el agua es la base de los sistemas acuapónicos, y en el caso de la acuaponía urbana es fundamental hacer un seguimiento de la calidad de esta, tanto para las plantas como para las especies acuáticas.

Dentro del estudio se observó que el tiempo en que el sistema no contaba con plántulas, el agua presento un aumento en los productos de nitratos al igual que del amonio (tóxico para los peces en pequeñas cantidades); estos dos aumentaban no solo por la falta de plántulas si no también cuando estas presentaban un mayor índice de daño por la plaga de pulgones rojos y presencia de algunas babosas que se vio en el presente modelo acuapónico.

Por otro lado, la utilización de productos como el Jabotan pudo a ver causado la disminución de las *bacterias nitrosomas* lo que llevo al aumento de la presencia de amonio (0,10 ppm) en el sistema para el día 19 del 04 del 2023 y que se regulo al realizar un intercambio menor del % del agua en el sistema.

Según como citado el grupo Hanna Instruments SAS (2023) a Ramírez *et al* (2008); si el agua presenta un pH >7 se informa que el nitrógeno se encuentra en forma de amoniaco-NH<sub>3</sub>(altamente toxico), mientras que si esta entre 6 y 6,5 de pH estará como amonio-NH<sub>4</sub> (menos amoniaco, pero igualmente tóxico).

Por igual, al presentarse la plaga del pulgón rojo se hizo uso del producto Detergente Biológico Jabotan sobre las plántulas, lo que generó residualidad dentro del agua del sistema ocasionando la aparición de espuma tanto en el tanque de peces como en el tanque de reserva y el tanque del biofiltro, por lo cual se procedió a realizar los cambios de agua suficientes para equilibrar el ambiente acuático y evitar alguna reacción de los peces a causa de la concentración del producto en el agua; aunque se sabe que es un producto seguro para especies acuáticas, vegetales y el ser humano, es preferible prevenir.

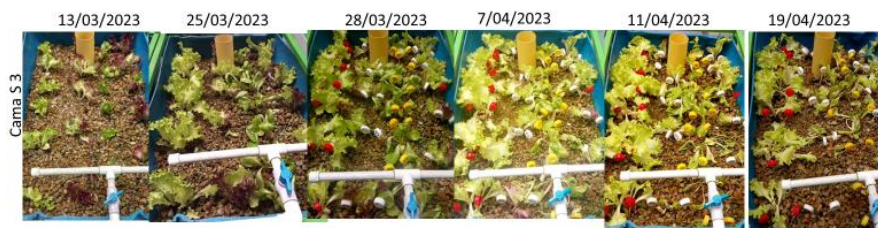
Como se estableció anteriormente, se realizó la siembra el 13 del 03 de 2023 en tres camas de sustrato de piedra y dos camas flotantes, observando variaciones en entre ellas en cuanto a crecimiento y presentación de plagas, al igual que se generó un registro de crecimiento por plántula el cual se encuentra en anexos.

El siguiente diagrama muestra los cambios cualitativos observados en las diferentes tomas de medición hasta el día de cosecha:

### Figura 20.

*Resultados cualitativos de las camas de sustrato de piedra.*



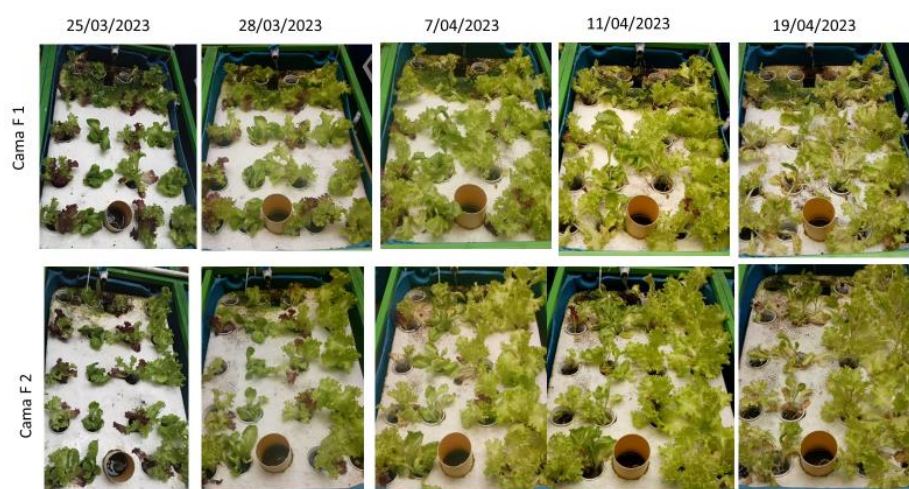


Se pudo observar que la cama de sustrato 1 presento una menor cantidad de crecimiento de las plántulas con respecto a las otras dos camas. Por otro lado, la cama S 2 presento mayor frondosidad de las plántulas al día 11 de abril y decayó para el 19 de abril, puede deber a la presencia del pulgón y babosas en algunas plántulas y su daño al tallo y hojas de las plántulas.

En cambio, la cama S3 se observó una mayor muerte de las plántulas en especial Vera y Anthony para el día 19 de abril, a causa de la poca circulación de agua al igual que el debilitamiento de estas por la plaga.

### Figura 21.

#### *Resultados cualitativos de las camas flotantes.*



En cuanto a las camas flotantes su crecimiento fue parejo tanto en la cama F1 como en la cama F2; lo que se vio más es que para el día 11 de abril su crecimiento fue optimo y empezó a

descender para el 19 de abril en especial las plántulas de Vera y Anthony, en cambio la Batavia proseguía un crecimiento equilibrado aun con presencia del pulgón.

## **7.2. Injerencia de los elementos nutricionales del sistema de acuerdo con los peces.**

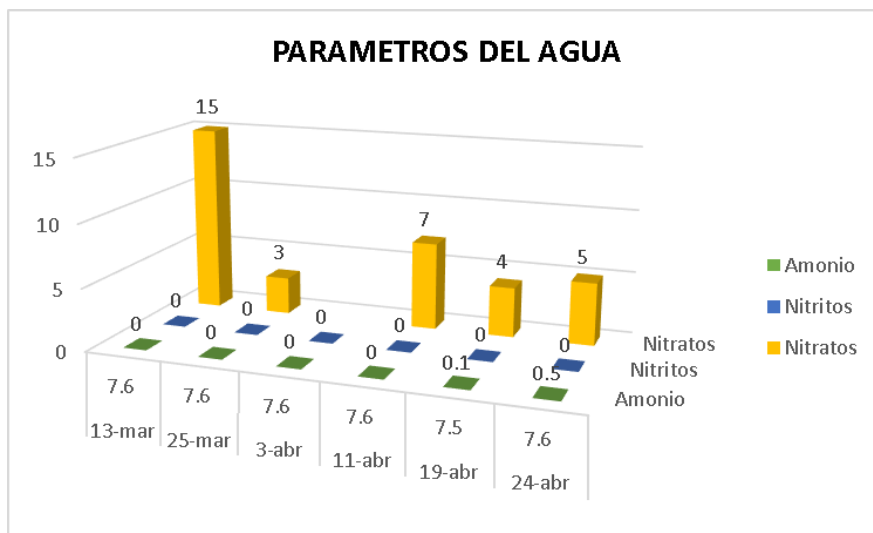
La implementación de seres acuáticos como los peces ornamentales *Carassius auratus* o Goldfish en el sistema acuapónico garantizo una fuente sustancial de amoniac que se oxido efectivamente al pasar por el biofiltro ya que los resultados de nitrato eran de mediano a altos; siendo medidos por medio del kit de pruebas con reactivos para medición de ph, nitrato, nitrito y amoniac, de la marca API -Referencia: MEL-APIFWKIT (Anexo 11).

Por otro lado, se observó que los niveles de amoniac fueron elevados cuando no se tenían plántulas o cuando estas estaban en mal estado siendo un ejemplo la toma de muestra del día 19 del 04 de 2023, donde el amonio se encontraba a 0,10ppm con respecto al resto de días (estos resultados se encuentran en el Anexo 8 y Gráfica #1), estos resultados se dieron a la fecha cuando las plántulas se encontraban en plena contaminación por plaga del pulgón rojo.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura en su guía de Producción de alimentos en acuaponía a pequeña escala, menciona el equilibrio en el sistema acuapónico o balance de nitratos donde se ve puede ver un aumento de nitratos aun cuando la cantidad de peces y bacterias es estable, esto se debe a la falta de adsorción por las plantas o bajo número de plántulas dentro del cultivo. La nitrificación en sistemas de acuaponía provee de nutrientes a las plantas y elimina el amoníaco y el nitrito que son tóxicos (FAO, 2022).

## Gráfica #1.

*Parámetros del agua durante el periodo 13/mar/2023 a 24/abr/2023.*



De igual forma mencionan realizar una tasa de proporción de alimentos que se le dan a los peces del sistema, para garantizar un equilibrio entre las tres partes: peces, plantas y bacterias.

### 7.3. Sobre el modelo matemático básico que represente el crecimiento de las plantas.

Para la construcción del modelo, se tomó como punto de partida, la toma de datos referente a la longitud del tallo en cm en las plantas de lechuga, iniciando con la medida de las (plántulas) para lo que se registró el tamaño con que cada sujeto llegó al cultivo (esta es la medida de referencia), posteriormente esta información se organizó en Excel conformando una base de datos y tomando como variable independiente los números de toma y como variable dependiente la longitud de la planta en centímetros.

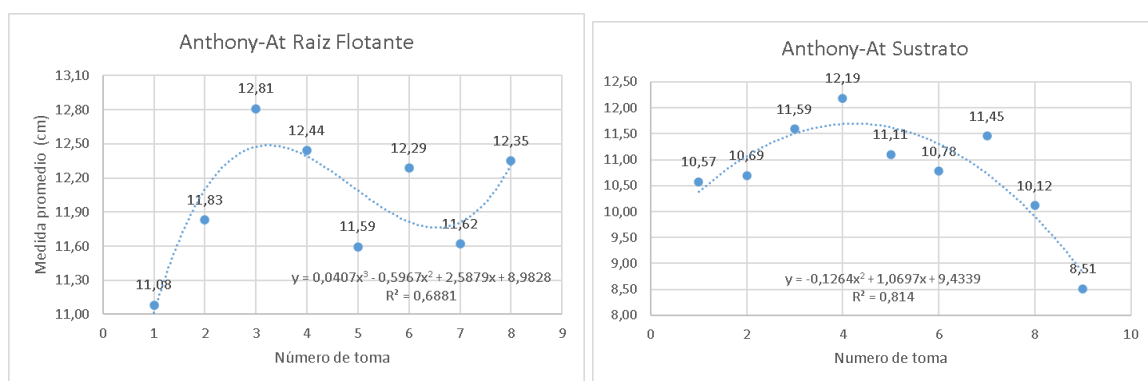
Los datos se filtraron por tipo de plántula (Vera, Anthony Batavia) y por tipo de cama (sustrato y raíz flotante). Obteniendo los promedios por cama, luego, cada grupo de datos se

organizó y con ayuda del software R y Stata, se construyeron las gráficas correspondientes a cada cama y tipo de planta, a través de una regresión lineal que tienen un ajuste dependiendo del comportamiento de los datos.

Luego se eligió el mejor modelo matemático, según el comportamiento de los datos. Se obtuvieron los polinomios característicos que se describen a continuación:

### Gráfica #2.

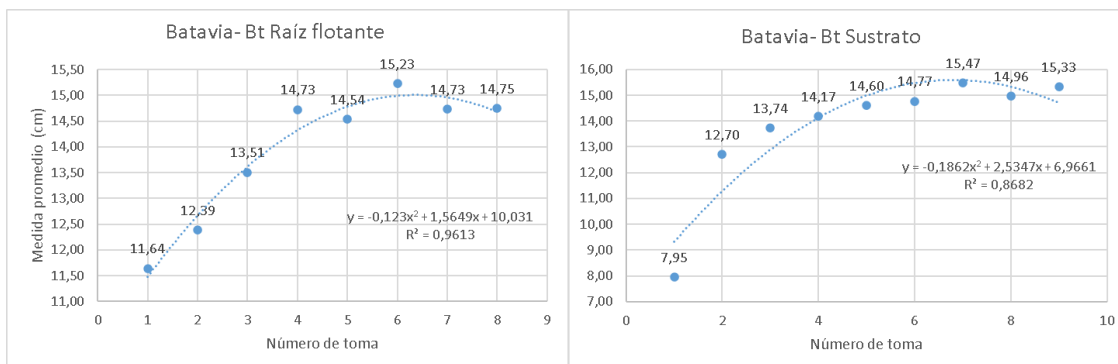
*Modelo polinomio característico para lechuga tipo Anthony (raíz flotante-sustrato).*



Este modelo de crecimiento de la lechuga tipo Anthony se ajustó a un polinomio cuadrático (raíz flotante). La medida del  $R^2$  corresponde a la medida estadística que representa la proporción de la varianza de una variable dependiente (longitud de la planta) que se explica por una o varias variables independientes (tipo de planta y cama) en un modelo de regresión, como es el caso de los anteriores.

### Gráfica #3.

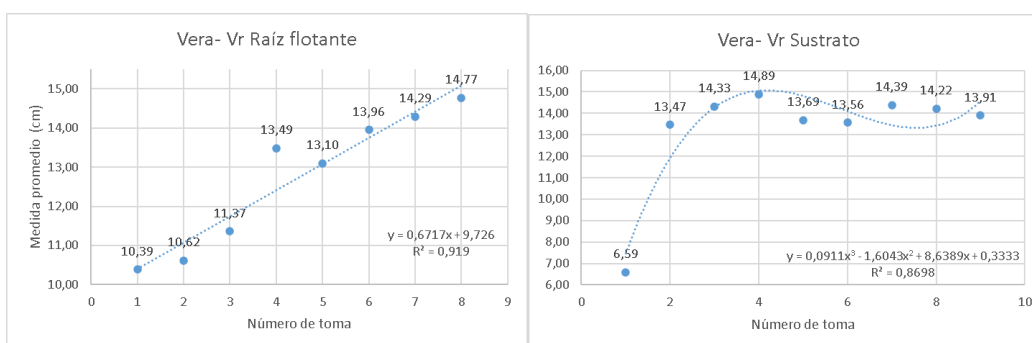
*Modelo polinomio característico para lechuga tipo Batavia (raíz flotante).*



Este modelo de crecimiento de la lechuga tipo Batavia se ajusta a un polinomio cuadrático. La medida del  $R^2$  corresponde a la medida estadística que representa la proporción de la varianza de una variable dependiente (longitud de la planta) que se explica por una o varias variables independientes (tipo de planta y cama) en un modelo de regresión, como es el caso de los anteriores.

### Gráfica #4.

*Modelo polinomio característico para lechuga tipo Vera (raíz flotante).*



Este modelo de crecimiento de la lechuga tipo Vera se ajusta a un polinomio Cúbico. La medida del  $R^2$  corresponde a la medida estadística que representa la proporción de la varianza

de una variable dependiente (longitud de la planta) que se explica por una o varias variables independientes (tipo de planta y cama) en un modelo de regresión, como es el caso de los anteriores.

De igual manera, dentro de los resultados cualitativos de las plántulas y sus camas se observó lo siguiente:

- Las camas de sustrato de piedra generaron un crecimiento a lo alto de las plántulas, a diferencia de las camas flotantes donde su crecimiento se presentó en el aumento del forraje de las hojas. Por consiguiente, se llegó a un crecimiento mediano al mes y medio, como lo menciona guía de la FAO (2019), en cambio las lechugas en tierra estarían a los 3 meses.

De igual manera, el crecimiento de las raíces estuvo parejo en los dos tipos de camas tanto de sustrato de piedra como las flotantes, ya que las raíces de estas no tuvieron que competir por nutrientes como sucedió en las plantas sembradas en suelo (FAO, 2019).

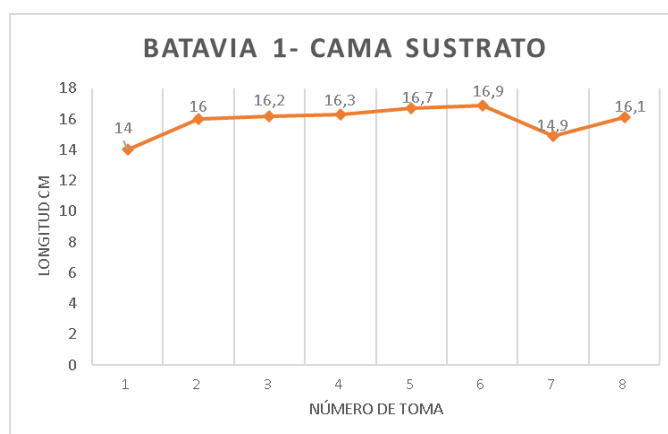
- La Batavia fue la planta de mejor crecimiento y resistencia en todo el modelo acuapónico (Gráfica #5 & #8); resistió mejor la plaga del pulgón rojo, la alta humedad y los diferentes factores externos como la caída de balones o el rayo de sol.

**Figura 22.**

*Batavia con presencia del pulgón rojo el 7 de 04 del 2023.*

**Gráfica #5.**

*Línea de flujo de crecimiento plántula de Batavia 1 en cama sustrato.*



La Batavia presento menos perdidas de unidades sembradas con respecto a las demás plántulas.

- La Anthony fue la segunda mejor planta dentro del proceso acuapónico, aunque bien resistía su crecimiento se vio afectado por el pulgón y la alta humedad (Gráficas #6 & #8), ocasionando la perdida de sus hojas moradas características y un número mayor de unidades perdidas al final de la producción.

## Figura 23.

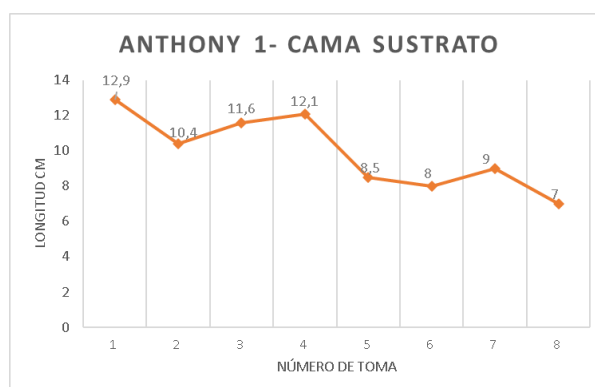
*Anthony's durante el estudio*



*Nota.* **23a)** Anthony con presencia del pulgón rojo en la zona media y baja del tallo el 7 de 04 del 2023. **23b)** Anthony con presencia de hojas debilitadas por el pulgón el 7 de 04 del 2023. **23c)** Anthony con presencia de hojas debilitadas por el pulgón el 19 de 04 del 2023.

## Gráfica #6.

*Línea de flujo de crecimiento plántula Anthony 1 en cama sustrato.*



- La Vera fue la plántula con más daño en el sistema acuapónico, ya que no resistió el alto nivel de humedad que generó el pudrimiento de varias plántulas, a la par, la atacó tanto el

pulgón como las babosas, ocasionando la pérdida de sus hojas y tallos; por otra parte, es una plántula muy delicada a la manipulación ya que sus tallos son muy frágiles lo que genero gran pérdida de estas por caída de balones o medición de su crecimiento (Gráfica #7 & #8).

### Figura 24.

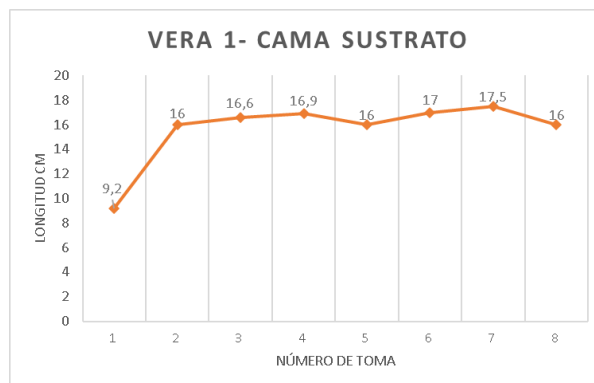
*Vera durante el proceso de crecimiento*



*Nota.* **24a)** Vera con presencia de hojas debilitadas el 28 de 03 del 2023. **24b)** Vera con presencia del pulgón rojo el 7 de 04 del 2023. **24c)** Veras debilitadas en la gran mayoría del sistema el 11 de 04 del 2023. **24d)** Vera con presencia del pulgón rojo el 19 de 04 del 2023.

**Gráfica #7.**

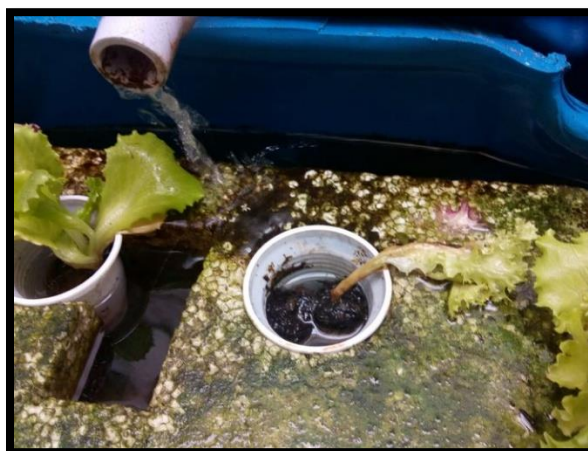
*Línea de flujo de crecimiento plántula de Vera 1 en cama sustrato.*



- Se observó, que la siembra de plántulas directamente debajo de la fuente de riego aumentaba su posibilidad de morir por alto grado de humedad (Gráfica #8), pero evitaba la contaminación por las plagas de pulgón.

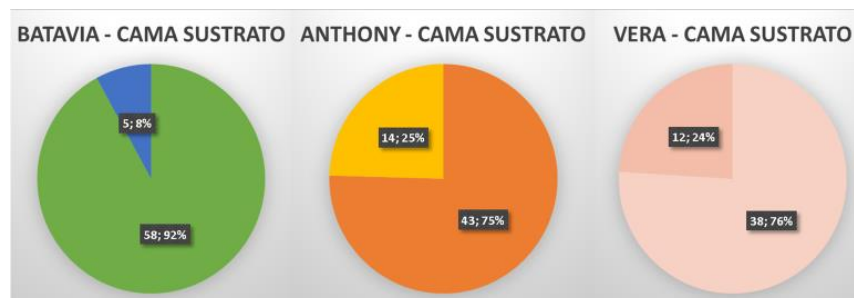
**Figura 25.**

*Anthony deteriorada por alta humedad.*



## Gráfica #8.

*Porcentaje de mortalidad de plántulas en cama de sustrato.*



- El producto Detergente Biológico Jabotan para el control de la plaga del pulgón no fue muy efectivo, al contrario, se proliferó más este insecto ocasionando una mayor contaminación del cultivo de lechugas; a la par, que dejaba las hojas de las plántulas con una capa jabonosa la cual posiblemente evitaba un buen ciclo de fotosíntesis.

Por otro lado, el Jabotan ocasionó residualidad de espuma en el tanque de biofiltro como en el de reserva como se observa en la Fotografía 19, por lo cual se decidió que cada vez que se aplicara el producto se renovara la mitad del agua del tanque de reserva y una quinta parte del tanque de biofiltro para evitar problemas de cambio de las bacterias o del pH del agua.

Para el día 28 del 03 de 2023 (Fotografía 20), las plántulas del sistema acuapónico urbano se vieron afectadas por la aparición del pulgón rojo, por lo cual se inició con el proceso de control con el Detergente Biológico Jabotan a una formulación de 2ml del producto por litro de agua, el cual fue esparcido por cada una de las plántulas con la ayuda de un atomizador cada 8 días.

**Figura 26.**

*Detergente Biológico JABOTAN.*



*Nota. 26a)* Detergente Biológico JABOTAN. *26b)* Primera aplicación del producto Jabotan el 28 del 03 de 2023.

Aunque es un jabón de tipo potásico que según su descripción dada por Agrofyt (2023), actúa sobre las vías de oxigenación de artrópodos de clase insecta y arácnida; y sabiendo que el pulgón o *Nasonovia ribisnigri* N (Mosley) por su nombre científico (Estay, 2018), pertenece a la familia de insectos hemipteros *Aphididae*, es curioso ver que la implementación de este jabón no generara la disminución de la población de la plaga en el sistema, siendo que se usó 2ml del producto x litro de agua y luego se duplico la dosis sin efecto positivo aparente (Estay, 2018).

**Figura 27.**

*Vera y su afectación por el pulgón.*



**Nota. 27a)** Veras con presencia del pulgón rojo el 11 de 04 del 2023. **27b)** Batavia debilitadas por la presencia del pulgón el 11 de 04 del 2023.

Puede ser que su gran sobrevivencia en el sistema acuapónico fuera su gran capacidad de reproducción, ya que según nos cuenta Estay (2018), su reproducción es por partenogénesis entre otras palabras no necesita de un macho para reproducirse; al igual que la temperatura ambiente que oscilaba entre los 10 a 20°C donde su ciclo duraba entre 15 a 24 días probablemente; siendo una reproducción rápida (Estay, 2018).

### Figura 28.

*Presencia de espuma en el biofiltro y el tanque de reserva.*



La plaga del pulgón rojo ocasionó un daño grave a la producción ya que debilito las hojas de las lechugas cambiando su coloración verdosa por un verde amarillento, bajo su grado de tolerancia a la humedad y genero una gran disminución en la absorción de nutrientes nitrogenados.

Esto se presenta debido a que según Estay (2018), el pulgón inicia dañando las hojas más jóvenes hacia a fuera y puede transmitir varios virus a las plántulas, siendo alguno de ellos como lo menciona Cabrera (2021) y Estay (2018) el *Necrotic yellow virus* (NYV) (afecta el

rendimiento y baja el azúcar de la plántula), *Lettuce mosaic virus* (LMV) (provoca enanismo en la plántula y moteado clorótico (verde amarillento), encrespamiento de las hojas) o el *Cucumber mosaic virus* (CMV)(genera mosaicos deformantes en las hojas); al parecer ninguno de ellos afecta al humano.

### Figura 29.

*Perdida de hojas por debilitamiento de las plántulas.*



Autores como Estay (2018) recomiendan el uso de depredadores como la chinita (*Cocchinellidae* o mariquita) o la crisopa (*Chrysopidae*); por otro lado como es un sistema acuapónico urbano y su finalidad es el consumo y la garantía ambiental el usos de químicos solo es permitido si son biológicamente amigables con el ambiente y con las plántulas y los peces; de otro modo es mejor la prevención dentro del modelo acuapónico por medio del uso de trampas amarillas pegajosas, la siembra de otras plantas como la ortiga o el uso de pesticidas orgánicos como la infusión de ortiga o ajo sobre las hojas, permiten repeler este tipo de plagas (Larrinaga, 2020).

Según en el manual del Dr. Larrinaga y compañía del 2020, nos mencionan como forma de manejo preventivo, sumergir las plántulas en una solución como el estrato de ajo antes del trasplante.

## 8. Conclusiones y Recomendaciones

Gracias a la puesta en marcha y el monitoreo constante del modelo acuapónico urbano ubicado dentro del colegio I.E.D. Ricaurte se concluye que:

- Los diferentes componentes estructurales y de funcionamiento del modelo acuapónico son de igual importancia para mantener el sistema equilibrado, al igual que el conocimiento base de ellos permite garantizar un adecuado manejo, limpieza y chequeo de las partes. De igual manera, se observó que el uso de materiales reutilizables como las tapas de gaseosa son una buena base de cultivo para las bacterias nitrificadoras.
- El conocimiento del ciclo de las heces de los peces y el ciclo de los productos nitrogenados dentro del sistema acuapónico permitió obtener datos de lo rápido que pueden bajar los niveles de nitrato al sembrar las plántulas, al igual lo rápido que pueden subir si se presenta daño en estas, como fue el caso del pulgón rojo y su resultado de generar un lento desarrollo y una baja resistencia en las lechugas a la humedad.
- El crecimiento de las plantas en términos de las características estructurales y de funcionamiento del modelo acuapónico se obtuvo con los datos del formato de registro y la evidencia fotográfica que las plántulas sembradas en camas de sustrato su crecimiento era a lo alto, en cambio las plántulas en cama flotante presentaron mejor forraje (más hojas).
- Las plántulas de Batavia fueron las de mejor resistencia a la alta humedad como a los pulgones respecto a las otras tratadas en el estudio, siendo un dato de importancia para futuras cosechas investigativas.
- El control de plagas dentro de los sistemas acuapónicos urbanos debe de comenzar con medidas preventivas como una adecuada limpieza de las camas de sustrato y usar un

controlador natural como el estrato de ortiga o ajo entre otros; dentro del proceso se evidencio que la falta de un mejor protocolo preventivo al inicio fue la causa del aumento del pulgón rojo y el daño en cosecha.

- Los modelos matemáticos que representan el crecimiento de las plantas en un periodo de tiempo contemplado desde su inserción al cultivo (siembra) hasta su etapa madura (recolección) permitió diferenciar la productividad de crecimiento por especie de lechuga (Anthony, vera y Batavia), así como el medio de crecimiento (sustrato y raíz flotante), lo que permite realizar un estimado en otro experimento, además de caracterizar los individuos y el tipo de alimentación que provee el pez con el que se está alimentando el sistema.
- Se puede predecir el estado final de una cosecha o cultivo mediante modelos matemáticos bien trabajados, lo que permitiría controlar mejor los sistemas productivos urbanos.
- Los sistemas urbanos de producción agropecuaria como la acuaponía permiten mejorar económicamente, sino sostenible ambiental y nutricionalmente para las familias urbanas, ya que permiten aprovechar mejor el espacio en los hogares y el recurso agua para tener a la mano nutrientes de fibra vegetal como la lechuga y proteica como el pescado (pez de consumo).

Por otro lado, para futuros estudios se recomienda llevar un registro más monitoreado de la calidad del agua en especial la temperatura en tres partes: día, medio día y noche; ya que permitiría conocer la variación del clima en el sistema y conocer la implementación de otras especies de producción acuática como la trucha o la tilapia.

De igual forma, se recomienda para próximos modelos de acuaponía urbana dentro de instituciones educativas establecer un lugar más adecuado, donde se evite la caída de objetos

como balones sobre el cultivo o la presencia constante de personas ajenas (posibles portadores de plagas).

Otra recomendación es implementar nuevos productos biológicos u orgánicos para el control de plagas como el pulgón, o generar una limpieza con agua caliente del sustrato a usar para eliminar posibles huevos de plagas o realizar un control de desinfección a las plántulas antes de ser sembradas.

Los proyectos acuapónicos en zonas urbanas son de gran ayuda para el abastecimiento de la canasta familiar en cuanto a productos orgánicos y propios, donde se permite un crecimiento de desarrollo social, económico y familiar para las personas involucradas, a la par que garantiza el cuidado ambiental al tener un bajo consumo de agua, aunque se espera a futuro disminuir igualmente el recurso energético para las bombas de oxigenación y de bombeo.

Como conclusión, para trabajos futuros realizar investigación en medidas de prevención de plagas en cultivos acuapónicos urbanos como en la reducción energética de las bombas de agua y de oxigenación del sistema que ayuden al fortalecimiento del conocimiento sobre estas nuevas alternativas de producción urbana a baja escala.

## 9. Bibliografía

Acuña, E., Castrillón, V. y Toro, K. (2020). *Antecedentes, Situación Actual Y Perspectivas De La Piscicultura En El Departamento De Risaralda*. [Archivo PDF].

<https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/6285/1/DDMAE114.pdf>

Ako, H. y Baker, A. (2004). *Nutrient fluxes in aquaponics systems*. Department of Molecular Biosciences and Bioengineering. College of Tropical Agriculture and Human Resources. University of Hawaii at Manoa.

Alcaldía de Bogotá. (21 de junio de 2023). *Localidad de los Mártires*. <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/localidades/los-martires>

Álvarez, F., Ornelas, C. y Wegier, A. (2019). *Antropización un término viejo con un nuevo significado*. In *Antropización: Primer Análisis Integral*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología - Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

<https://doi.org/10.22201/ib.9786073020305e.2019.c1>

Avendaño-Abarca, V. H., González-Sandoval, D. C., Munguía-López, J. P., Hernández-Cuevas, R., Luna-Maldonado, A. I., Vidales-Contreras, J. A., ... & Rodríguez-Fuentes, H. (2020). *Crecimiento y absorción total nutrimental de lechuga romana tipo baby cultivada con iluminación led bajo sistema fábrica de plantas*. Información Técnica Económica Agraria, 116(4).

Agrofy. (2023). *Detergente Biológico Jabotan*. <https://www.agrofy.com.co/detergente-biologico-jabotan.html>

- Artmann, M. y Sartison, K. (2018). *El papel de la agricultura urbana como una solución basada en la naturaleza: una revisión para desarrollar un marco de evaluación sistémica. Sostenibilidad*, 10 (6) 1937. <https://doi.org/10.3390/su10061937>
- Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca- AUNAP. (2014). *Plan Nacional para el Desarrollo Sostenible de la Acuicultura en Colombia AUNAP -FAO Libertad* [Archivo PDF]. <https://fedeaqua.org/files/plan-nacional-para-el-desarrollo-de-la-acuicultura-sostenible-colombia.pdf>
- Cabrera, D., Cerrotta, A., Lindström, L., Trucco, V., Castellanos, O., Giolitti, F., (2021). *Primer informe de virus infectando cártamo en Argentina - En: Libro de Resúmenes: 5º Congreso Argentino de Fitopatología: 59º Reunión APS División Caribe. Asociación Civil Argentina de Fitopatólogos. - Asociación Civil Argentina de Fitopatólogos. - Páginas/s: 214 - ISBN/ISSN: 978-987-24373-3-6*
- Cadena-Torres, J., Quijano, E. B., Ferrer, J. L. R., & Mercado, K. (2021). *Crecimiento foliar y comportamiento diario de la fotosíntesis en plantas de fique cv Ceniza (Furcraea cabuya Trelease)*. *Temas Agrarios*, 26(2), 129-139.
- Callejas, D. y Pulgarin, P. (2021). *Diseño y evaluación de un sistema acuapónico como estrategia de seguridad alimentaria en zonas urbanas deprimidas en Pereira, Risaralda*. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Colombia.
- Candarle, P. (2015). *Técnicas de acuaponía. Centro Nacional de Desarrollo agrícola, (CENADAC), Dirección de acuicultura*.
- Cepal, N. U. (2020). *América Latina y el Caribe ante la pandemia del COVID-19: efectos económicos y sociales*.

Congreso de la República de Colombia. (2014). *Proyecto de ley 025 de 2014. Por la cual se promueve y regula el aprovechamiento integral y sostenible de la pesca y la acuicultura en los cuerpos de agua lacustres del país.*

Colagrosso, A. (2014). *Instalación y manejo de sistemas de cultivo acuaponicos a pequeña escala.* ©Tutti

Departamento Administrativo Nacional de Estadística- DANE. (2023). *Boletín Técnico- Mercado laboral de la población campesina Trimestre móvil diciembre 2022-febrero 2023. DANE, Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH).* [Archivo PDF].  
[https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ech\\_poblacion\\_campesina/boletin\\_GEIH\\_poblacion-campesina\\_dic22\\_feb23.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ech_poblacion_campesina/boletin_GEIH_poblacion-campesina_dic22_feb23.pdf)

David, L., Pinho, S., Agostinho, F., Costa, J., Portella, M., Keesman K. y Garcia, F. (2022). *Sustainability of urban aquaponics farms: An emergy point of view. Journal of Cleaner Production*, 331(129896).

Departamento Nacional de Planeación- DNP. (2023). *Seguridad Alimentaria y Nutricional. Colombia.* <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-social/pol%C3%ADticas-sociales-transversales/Paginas/seguridad-alimentaria-y-nutricional.aspx#:~:text=%E2%80%8B%E2%80%8B%E2%80%8B%E2%80%8B%E2%80%8B,condiciones%20que%20permitan%20su%20adecuada>

Espinoza, N. y Rincón, Á. (2006). *Instrucciones para la elaboración y presentación de monografías.: La visión de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes. Acta odontologica venezolana*, 44(3), 406–412.

Estay, P. (2018). *Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades Pulgón de la Lechuga*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. INIA. Ficha técnica 01. Chile. [Archivo PDF].

<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/66725/NR41190.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Estrada, N. (2016). *Modelos estocásticos de producción de un sistema de recirculación acuapónico para el cultivo de tilapia, lechuga y pepino*. Conacyt.

<http://dspace.uan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1371/2016%20modelos%20estocasticos%20de%20produccion%20de%20un%20sistema%20de%20recirculacion%20acuaponico%20para%20el%20cultivo%20de%20tilapa%20lechuga%20y%20pepino.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fishipedia. (01 de mayo de 2023). *Pez dorado*. <https://www.fshipedia.es/pez/carassius-auratus>

Flórez Chacón, C. V., & Mojica Flórez, J. S. (2019). *Determinación de la composición química de los aceites esenciales de Tomillo (Thymus vulgaris) y Romero (Rosmarinus officinalis) y su posible uso como antifúngico contra microorganismos fitopatógenos en productos agrícolas*. No objeto asociado.

Franco, J. y Díaz, J. (2021). *Evaluación de un prototipo acuapónico educativo bajo el enfoque STEAM en la I.E.D. Ricaute de Bogotá, para abordar problemáticas como el emprendimiento la sostenibilidad y seguridad alimentaria en zonas urbanas*. Bogotá, Colombia.

Grupo Banco Mundial. (2022). *El agua en la agricultura*.

<https://www.bancomundial.org/es/topic/water-in->

[agriculture#:~:text=El%20agua%20es%20un%20insumo,alimentos%20en%20todo%20el%20mundo.](#)

Goldstein, B., Hauschild, M., Fernández, J. y Birkved, M. (2016). *Urban versus conventional agriculture, taxonomy of resource profiles: a review. Agronomy for Sustainable Development*, 36(1).

Hanna Instruments SAS. (2023). *Calidad de Agua en Acuaponía*.

<https://hannacolombia.com/aqua/blog/item/calidad-de-agua-en-acuaponia>

Hazeltine, B. (2003). *Field guide to appropriate technology* (B. Hazeltine & C. Bull, Eds.).

*Elsevier Science & Technology*. <https://shop.elsevier.com/books/T/A/9780123351852>

Hernández, C., Bapista, P. (2014). *Metodología de la investigación. Sexta edición*. [Archivo PDF]. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Hunt Jr, G. L., & Stabeno, P. J. (2002). *Climate change and the control of energy flow in the southeastern Bering Sea. Progress in Oceanography*, 55(1-2), 5-22.

Jiménez, O. (2020). *Acuaponía: Una Forma Potencial Y Sustentable De Cultivar De Manera Eficiente Y Sustentable Alimentos*. III Congreso Virtual Internacional sobre Economía Social y Desarrollo Local Sostenible febrero 2020, Tlaxiaco, México. [Archivo PDF].

<https://www.eumed.net/actas/20/economia-social/26-acuaponia-una-forma-potencial-y-sustentable-de-cultivar.pdf>

Körner, O., Bisbis, M., Baganz, G., Baganz, D., Staaks, G., Monsees, H., Goddek, S. y Keesman, K. (2021). *Environmental impact assessment of local decoupled multi-loop aquaponics in an urban context. Journal of Cleaner Production*, 313(127735).

- Larrinaga, J., Racotta, I., y Yamada, S. (2020). *Manual Técnico de Acuaponia Combinada con Cultivo a Cielo Abierto Adaptado en Zonas Áridas*. Imprenta Fukui. Tottori, Japón.  
[Archivo PDF]. [https://www.jica.go.jp/mexico/espanol/activities/c8h0vm00007f8s9j-att/manual\\_sp.pdf](https://www.jica.go.jp/mexico/espanol/activities/c8h0vm00007f8s9j-att/manual_sp.pdf)
- López, J. (2019). *Cultivo acuapónico- Guía especializada. Aquaponic culture-Tool Kit. DIKA estudio creativo S.L.U.*
- Moreno Hurtado, F. H. (1996). *Fotosíntesis y crecimiento en plántulas de sajo (Camposperma Panamensis) y cuángare (Otoha Gracilipes) bajo diferentes ambientes lumínicos (Doctoral dissertation)*.
- Núcleo Ambiental S.A.S. (2015). *Manual: Lechuga. Cámara de Comercio de Bogotá. Programa De Apoyo Agrícola Y Agroindustrial Vicepresidencia De Fortalecimiento Empresarial Cámara De Comercio De Bogotá*. Bogotá, Colombia.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación -FAO. (2011). *La Seguridad Alimentaria: información para la toma de decisiones -Guía práctica. Programa CE-FAO*. [Archivo PDF]. <https://www.fao.org/3/al936s/al936s00.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación -FAO. (2022). *Producción de alimentos en pequeña escala Cultivo integral de peces y plantas*. [Archivo PDF]. <https://www.fao.org/3/i4021es/i4021es.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación -FAO. (2022). *El Estado Mundial de La Pesca Y La Acuicultura 2022*.  
<https://www.fao.org/3/cc0461es/online/sofia/2022/aquaculture-production.html>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación -FAO. (2023). *Visión general de la legislación acuícola nacional: Colombia.*

[https://firms.fao.org/fi/website/FIRetrieveAction.do?dom=legalframework&xml=nalo\\_colombia.xml](https://firms.fao.org/fi/website/FIRetrieveAction.do?dom=legalframework&xml=nalo_colombia.xml)

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación -FAO. (2023). *Plan Nacional para el Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia – PlaNDAS.*

<https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC172999/#:~:text=El%20Plan%20Nacional%20para%20el,marco%20de%20sostenibilidad%20ambiental%20y>

Parrado, Y. (2012). *Historia de la Acuicultura en Colombia. Revista AquaTIC*, n° 37, pp. 60-77. 2012 ISSN 1578-4541.

PROBOGOTA. (2023). *Ficha Técnica de Localidades: Los Mártires.* [Archivo PDF].

[https://1d1e0643-7170-4879-86d9-bdd6d6346767.usrfiles.com/ugd/1d1e06\\_fd8dc12e13db4211a81856e4c10122e2.pdf](https://1d1e0643-7170-4879-86d9-bdd6d6346767.usrfiles.com/ugd/1d1e06_fd8dc12e13db4211a81856e4c10122e2.pdf)

Ramírez, D., Sabogal, D., Jiménez, P., & Hurtado, H. (2008). *La acuaponía: una alternativa orientada al desarrollo sostenible.* Facultad de ciencias básicas, 4(1), 33–51.

Rakocy, J., Masser, M. y Losordo, T. (2006). *Recirculating aquaculture tank production systems: Aquaponics – Integrating fish and plant culture.* Southern Regional Aquaculture Center (SRAC). Publication n° 454.

Realpe, C. O., Medina, E. K., & Fernández, O. (2021). *Avances de la Secretaría Distrital de Salud en la implementación de huertas agroecológicas en zonas urbanas y periurbanas*

*de Bogotá, una estrategia que integra la salud ambiental y la seguridad alimentaria y nutricional. Bogotá 2021. Boletín Epidemiológico Distrital-Bed, 18(11), 4-17.*

Secretaría Técnica Nacional Cadena de la Acuicultura – MADR. (2021). *ACUICULTURA EN COLOMBIA Cadena de la Acuicultura. Miniagricultura*. [Archivo PDF].

<https://sioc.minagricultura.gov.co/Acuicultura/Documentos/2021-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

Silvera, J., Cantero, K. (2022). *Implementación de un sistema acuapónico híbrido (solar y tradicional) para el cultivo de tilapia roja, especies seleccionadas y forraje verde hidropónico como estrategia de producción más limpia en polonuevo, Atlántico*. Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Barranquilla, Colombia. [Archivo PDF].

<https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/9492/Implementaci%C3%B3n%20de%20un%20sistema%20acuap%C3%B3nico%20h%C3%ADbrido.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A. y Lovatelli, A. (2022). *Producción de alimentos en acuaponía a pequeña escala – Cultivo integral de peces y plantas. FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura No. 589*. FAO, Roma.

Valderrama, G. A. (2018). *Técnica empleada para el buen manejo y recolección de envases fungicidas e insecticidas en el sector rural del municipio de Tipacoque departamento de Boyacá*.

Vence, L; Valenzuela, O; Svartz, H. & Conti, M. (2013). *Elección del sustrato y manejo del riego utilizando como herramienta las curvas de retención de agua. Cienc. suelo [online]. 2013, vol.31, n.2 [citado 2023-08-12], pp.153-164. Disponible en:*

<[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-20672013000200002&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672013000200002&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 1850-2067

Yep, B. y Zheng, Y. (2019). *Aquaponic trends and challenges – A review. Journal of Cleaner Production*, 228, 1586–1599.

Pertierra, R., & Quispe, J. (2020). Análisis económico de lechugas hidropónicas bajo sistema raíz flotante en clima semiárido. *Ciencias de la vida*, pISSN:1390- 3799; eISSN:1390-8596. Santa Elena, Ecuador.

## 10. ANEXOS

### Anexo 1

*Formato registro crecimiento plantas y calidad del agua.*

#### FORMATO REGISTRO PLANTULAS

Cama Sustrato 1																
Batavia- Bt				Anthony-At				Vera- Vr				Anthony-At				
1	Bt 1		Bt 2		At 1		At 2		Vr 1		Vr 2		At 11		At 12	
2	Bt 3		Bt 4		At 3		At 4		Vr 3		Vr 4		At 13		At 14	
3	Bt 5		Bt 6		At 5		At 6		Vr 5		Vr 6		At 15		At 16	
4	Bt 7		Bt 8		At 7		At 8		Vr 7		Vr 8		At 17		At 18	
5	Bt 9		Bt 10		At 9		At 10		Vr 9		Vr 10		At 19		At 20	
6	Bt 11		Bt 12						Vr 11		Vr 12					

Fecha Toma de medida y Observaciones:

Cama Sustrato 2																
Batavia- Bt				Vera- Vr				Batavia- Bt				Batavia- Bt				
1	Bt 13		Bt 14		Vr 13		Vr 14		Bt 25		Bt 26		Bt 35		Bt 36	
2	Bt 15		Bt 16		Vr 15		Vr 16		Bt 27		Bt 28		Bt 37		Bt 38	
3	Bt 17		Bt 18		Vr 17		Vr 18		Bt 29		Bt 30		Bt 39		Bt 40	
4	Bt 19		Bt 20		Vr 19		Vr 20		Bt 31	/	Bt 32	/	Bt 41		Bt 42	
5	Bt 21		Bt 22		Vr 21		Vr 22		Bt 33		Bt 34		Bt 43		Bt 44	
6	Bt 23		Bt 24		Vr 23		Vr 24						Bt 45		Bt 46	

Fecha Toma de medida y Observaciones:

Cama Sustrato 3											
Batavia- Bt			Anthony-At				Vera- Vr		Anthony-At		
1	Bt 47	Bt 48	At 21	At 22		Vr 25	Vr 26	At 35	At 36		
2	Bt 49	Bt 50	At 23	At 24		Vr 27	Vr 28	At 37	At 38		
3	Bt 51	Bt 52	At 25	At 26		Vr 29	Vr 30	Bt 59	At 39		
4	Bt 53	Bt 54	At 27	At 28	/	Vr 31	Vr 32	At 40	At 41		

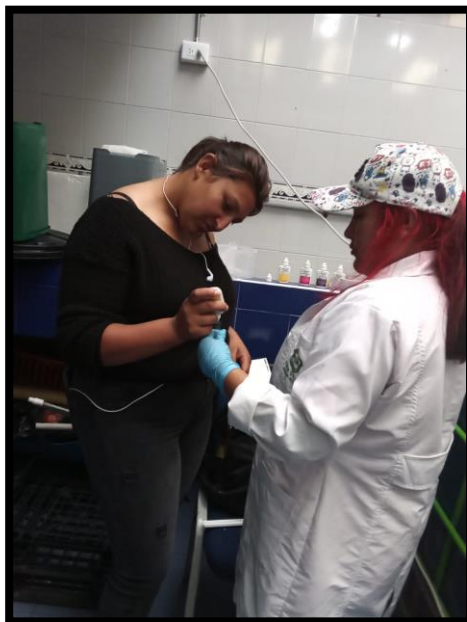
5	Bt 55	Bt 56	At 29	/	At 30	/	Vr 33	Vr 34	At 42	At 43	/
6	Bt 57	Bt 58	At 33		At 34		Vr 35	Vr 36			
							Vr 37	Vr 38			

FORMATO REGISTRO CALIDAD DEL AGUA

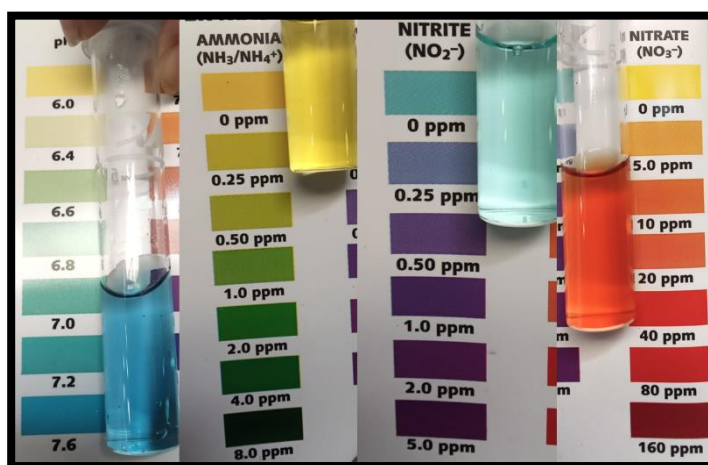
PARAMETROS DEL AGUA					
Fecha Toma Muestra					
pH					
Amonio ppm					
Nitritos ppm					
Nitratos ppm					

**Anexo 2.**

*Toma de muestras calidad de agua del sistema acuapónico doméstico I.E.D. Ricaurte.*

**Anexo 3.**

*Toma de muestras calidad de agua del sistema acuapónico doméstico I.E.D. Ricaurte.*



**Anexo 4.**

*Peces del sistema acuapónico doméstico I.E.D. Ricaurte.*

**Anexo 5.**

*Siembra de las plántulas en el sistema acuapónico doméstico I.E.D. Ricaurte.*



## Anexo 6.

*Ubicación de las plántulas en el sistema acuapónico doméstico I.E.D. Ricaurte.*



## Anexo 7.

*Registro crecimiento plántulas.*

UA	Cama Sustrato 1																
	Batavia- Bt			Anthony-At			Vera- Vr			Anthony-At							
1		6,1	8,4		12,9	13,9		9,2	8		8,3	9,8					
2		7,3	7,4		11,5	11,7		7,9	7,4		8,4	8,6					
3		7,9	7,7		10,3	12,3		7,6	6,2		9	10,2					
4		8,6	8,9		10,9	11,2		6	7,5		11,2	10,4					
5		8,1	8,3		10,5	11,5		7,4	6,1		4,11	10					
6		8,4	8,9					6,3	7,4		13,4	11,4					
Promedio		8			11,67			7,25			9,57						
Fecha Toma de medida y Observaciones: 13/03/2023- Siembra plantas de 8 días																	
UA	Cama Sustrato 1																
	Batavia- Bt				Anthony-At				Vera- Vr				Anthony-At				
1	Bt 1	14	Bt 2	13,2	At 1	10,4	At 2	12	Vr 1	16	Vr 2	14,2	At 11	13	At 12	11,2	
2	Bt 3	13,5	Bt 4	14,3	At 3	14	At 4	12	Vr 3	12	Vr 4	14,2	At 13	10	At 14	11,5	
3	Bt 5	13,5	Bt 6	12,5	At 5	10	At 6	9	Vr 5	11	Vr 6	12,2	At 15	9,5	At 16	10	
4	Bt 7	11	Bt 8	11,2	At 7	10,5	At 8	12	Vr 7	11	Vr 8	14,2	At 17	12	At 18	11,2	
5	Bt 9	12,2	Bt 10	/	At 9	9,2	At 10	12,2	Vr 9	14	Vr 10	15,2	At 19	10	At 20	9,2	
6	Bt 11	11,2	Bt 12	10,5					Vr 11	14	Vr 12	13,2					
Promedio		12,5				11,13				13,4				10,76			
Fecha Toma de medida y Observaciones: 25/03/2023 Primer marcaje con tapas: se observo la muerte por alta humedad en la plantula Bt10																	

UA	Cama Sustrato 1															
	Batavia- Bt				Anthony-At				Vera- Vr				Anthony-At			
1	Bt 1	16	Bt 2	15,4	At 1	11,6	At 2	10,4	Vr 1	16,6	Vr 2	14,3	At 11	13,6	At 12	11,3
2	Bt 3	15,4	Bt 4	15,6	At 3	15,1	At 4	12,3	Vr 3	12,4	Vr 4	11,8	At 13	12,5	At 14	12,7
3	Bt 5	15,7	Bt 6	13,3	At 5	9,6	At 6	10,4	Vr 5	11,3	Vr 6	14,7	At 15	12,7	At 16	10,3
4	Bt 7	12,9	Bt 8	15,1	At 7	11,5	At 8	14,6	Vr 7	12,4	Vr 8	15,2	At 17	12,8	At 18	10,2
5	Bt 9	13,7	Bt 10	/	At 9	9,9	At 10	12,4	Vr 9	12,5	Vr 10	14	At 19	11,3	At 20	10,2
6	Bt 11	13,6	Bt 12	11,9					Vr 11	13,2	Vr 12	13,1				
Promedio	14,4				11,78				13,5				11,76			

Fecha Toma de medida y Observacioens: 28/03/2023; se observo el crecimiento de pulgones en varias plantulas en la zona del tallo, y daños en hojas de Batavia, por lo cual se procedio a realizar el primer control de plaga con Jabotan

U/L	Cama Sustrato 1															
	Batavia- Bt				Anthony-At				Vera- Vr				Anthony-At			
1	Bt 1	16,2	Bt 2	15,9	At 1	12,1	At 2	12,2	Vr 1	16,9	Vr 2	15	At 11	14,1	At 12	12
2	Bt 3	15,6	Bt 4	16,1	At 3	16	At 4	12,6	Vr 3	13	Vr 4	12,3	At 13	13	At 14	13,2
3	Bt 5	16	Bt 6	13,9	At 5	10	At 6	11	Vr 5	/	Vr 6	15,1	At 15	13,2	At 16	11,2
4	Bt 7	13	Bt 8	15,3	At 7	12	At 8	15	Vr 7	13	Vr 8	15,9	At 17	13,5	At 18	10,9
5	Bt 9	13,9	Bt 10	/	At 9	10,2	At 10	13,1	Vr 9	13,1	Vr 10	15	At 19	12,1	At 20	11
6	Bt 11	14	Bt 12	12,2					Vr 11	13,6	Vr 12	14				
Promedio	14,73636364				12,42				14,26363636				12,42			

Fecha Toma de medida y Observacioens: 03/04/2023; se observo el crecimiento de pulgones en varias plantulas en la zona del tallo y daños en algunas hojas de vera y anthony y se observo muerte en las planta vera 5

UA	Cama Sustrato 1															
	Batavia- Bt				Anthony-At				Vera- Vr				Anthony-At			
1	Bt 1	16,3	Bt 2	15,6	At 1	8,5	At 2	11	Vr 1	16	Vr 2	13,1	At 11	13	At 12	10,5
2	Bt 3	16,4	Bt 4	16	At 3	13,5	At 4	9,5	Vr 3	13,2	Vr 4	13,5	At 13	12	At 14	11
3	Bt 5	16,9	Bt 6	13,1	At 5	9	At 6	10,5	Vr 5	/	Vr 6	12	At 15	12,2	At 16	10,3
4	Bt 7	13,7	Bt 8	16,2	At 7	14,5	At 8	12,5	Vr 7	12,1	Vr 8	12,2	At 17	13	At 18	12,5
5	Bt 9	16,3	Bt 10	14,2	At 9	/	At 10	14,5	Vr 9	12	Vr 10	13	At 19	8,5	At 20	11
6	Bt 11	9,4	Bt 12	13,1					Vr 11	8	Vr 12	11				
Promedio	14,76666667				11,5				12,37272727				11,4			

Fecha Toma de medida y Observacioens: 07/04/2023; se observo mayor crecimiento de pulgones en todas las plantulas; en la zona del tallo y hojas; especialmente en At 7, At 8, At11 y veras del 1 al 8

UA	Cama Sustrato 1															
	Batavia- Bt				Anthony-At				Vera- Vr				Anthony-At			
1	Bt 1	16,7	Bt 2	17,6	At 1	8	At 2	12,5	Vr 1	17	Vr 2	12	At 11	13	At 12	10,3
2	Bt 3	16,4	Bt 4	16,9	At 3	13,2	At 4	9	Vr 3	14,5	Vr 4	14,2	At 13	12,2	At 14	10
3	Bt 5	16,6	Bt 6	13,4	At 5	9	At 6	10	Vr 5	/	Vr 6	14	At 15	11,5	At 16	10
4	Bt 7	13,3	Bt 8	15,8	At 7	13,5	At 8	12,5	Vr 7	11	Vr 8	9,1	At 17	12	At 18	12
5	Bt 9	15,8	Bt 10	14,4	At 9	/	At 10	13	Vr 9	11,2	Vr 10	12	At 19	9	At 20	9,5
6	Bt 11	8,4	Bt 12	11,7					Vr 11	8,5	Vr 12	14				
Promedio	14,75				11,18888889				12,5				10,95			

Fecha Toma de medida y Observacioens: 11/04/2023; se realiza la toma de crecimiento de las plantulas, donde se ven mas afectas en esta cama las plantulas de Anthony y Vera por la plaga del pulgón, por lo cual se realiza un aumento en la concentracion del Jabotan utilizado de 4ml por litro, se observo que a las horas de aplicado aparece abundante espuma en tanque de biofiltro y en medida en el tanque de peces; por lo cual se realiza recambio del 50 % del H2O de los filtros, se aprecia que las hojas de las plantulas de Batavia estan fragiles pero más resistentes al pulgón.

LIA	Cama Sustrato 1															
	Batavia- Bt				Anthony-At				Vera- Vr				Anthony-At			
1	Bt 1	16,9	Bt 2	18,1	At 1	9	At 2	13	Vr 1	17,5	Vr 2	12,5	At 11	13,6	At 12	11
2	Bt 3	16,7	Bt 4	17,2	At 3	14,2	At 4	10,2	Vr 3	14,6	Vr 4	15,2	At 13	13,1	At 14	/
3	Bt 5	17,2	Bt 6	14,1	At 5	9,2	At 6	10,2	Vr 5	/	Vr 6	15,2	At 15	12	At 16	10,9
4	Bt 7	14,6	Bt 8	16,1	At 7	14,3	At 8	/	Vr 7	12	Vr 8	/	At 17	13	At 18	12,8
5	Bt 9	16,1	Bt 10	15,2	At 9	/	At 10	14,2	Vr 9	/	Vr 10	12,3	At 19	10,1	At 20	10,6
6	Bt 11	/	Bt 12	12,1					Vr 11	9,6	Vr 12	14,6				
Promedio	15,84545455				11,7875				13,72222222				11,9			

Fecha Toma de medida y Observacioens: 15/04/2023

LIA	Cama Sustrato 1															
	Batavia- Bt				Anthony-At				Vera- Vr				Anthony-At			
1	Bt 1	14,9	Bt 2	17,1	At 1	7	At 2	11,4	Vr 1	16	Vr 2	11,1	At 11	13,6	At 12	11
2	Bt 3	15,2	Bt 4	15,3	At 3	13,9	At 4	9,7	Vr 3	13,8	Vr 4	10,7	At 13	13,1	At 14	/
3	Bt 5	18,4	Bt 6	11,4	At 5	10	At 6	9,4	Vr 5	/	Vr 6	15	At 15	12	At 16	10,9
4	Bt 7	15,1	Bt 8	14,4	At 7	/	At 8	/	Vr 7	/	Vr 8	/	At 17	13	At 18	12,8
5	Bt 9	16,5	Bt 10	/	At 9	/	At 10	15,4	Vr 9	/	Vr 10	/	At 19	10,1	At 20	10,6
6	Bt 11	/	Bt 12	10,3					Vr 11	/	Vr 12	12,6				
Promedio	14,86				10,97142857				13,2				11,9			

Fecha Toma de medida y Observacioens: 19/04/2023; Se observaron las plantulas más decaídas con menos presencia de hojas y de coloración verde-amarillo, e igualmente sus hojas estaban más debiles; sigue la presencia de pulgones en especial en las plantulas de Batavia y Vera; no se observan babosas pero si la presencia de hojas agujeradas; Se observo bajo-escaso riego de agua de la cama 3 de sustrato de piedra por lo cual se revisaron los tuvos y el sistema y se adiciono agua en el tanque de biofiltro y el de reserva, dando como resultado la recuperacion del caudal de esta cama; de igual forma, se presento espuma al momento de mover las tapitas del biofiltro, por lo que la adición de esta se espera que diluya más los restos del biocontrolador Jabotan usado la semana pasada. Las plantulas At5 y At10 se encuentran en estado de podridura, las plantulas de Vr se estan perdiendo más que las de At y de Bt.

LIA	Cama Sustrato 1															
	Batavia- Bt				Anthony-At				Vera- Vr				Anthony-At			
1	Bt 1	16,1	Bt 2	17,4	At 1	4,5	At 2	11	Vr 1	16,7	Vr 2	11,5	At 11	11,1	At 12	9
2	Bt 3	15,5	Bt 4	15,6	At 3	13,6	At 4	9,4	Vr 3	11	Vr 4	10	At 13	10,4	At 14	/
3	Bt 5	20,7	Bt 6	11,8	At 5	8,2	At 6	/	Vr 5	/	Vr 6	15,7	At 15	8,2	At 16	6,7
4	Bt 7	14,7	Bt 8	13,6	At 7	/	At 8	/	Vr 7	/	Vr 8	/	At 17	10,7	At 18	10,1
5	Bt 9	14	Bt 10	/	At 9	/	At 10	15,6	Vr 9	/	Vr 10	/	At 19	4	At 20	/
6	Bt 11	/	Bt 12	9,8					Vr 11	/	Vr 12	11,8				
Promedio	14,92				10,38333333				12,78333333				8,775			

Fecha Toma de medida y Observacioens: 21/04/2023: se encontraron muertas por alta humedad a las plantulas At6 y At20, se observo la presencia de pulgones en sus diferentes faces de vida, principalmente en las plantulas de Batavia. De igualmanera, al realizar el movimiento de las tapas del biofiltro se percivio reciduos del Jabotan utilizado la semana pasada como controlador del pulgón, siendo este inefectivo, ya que la concentracion de pulgones aumento al igual que la muerte de las plantulas, por tal motivo se procede a cambiar de tipo de controlador de plagas.

UA	Cama Sustrato 2																
	Batavia- Bt				Vera- Vr				Batavia- Bt				Batavia- Bt				
1		7,5		6,5		6		6,5		9		5,6		10		10,2	
2		7,1		6,5		6		5,6		9,5		7		7		6	
3		6,8		9,2		5,6		6		7		8,5		7,8		8	
4		9,4		9		5		5,6		7,1		7,5		7,2		8,2	
5		8		7,5		7,2		6,5		7,3		7,6		8,2		7	
6		9,5		9,9		9,5		5,3						7		10,2	
Promedio		8,08				6,23				7,61				8,1			

Fecha Toma de medida y Observaciones: 13/03/2023- Siembra plantas de 8 días

UA	Cama Sustrato 2																
	Batavia- Bt				Vera- Vr				Batavia- Bt				Batavia- Bt				
1	Bt 13	13,4	Bt 14	16,4	Vr 13	11,3	Vr 14	14,2	Bt 25	13,7	Bt 26	14,7	Bt 35	13,6	Bt 36	13,1	
2	Bt 15	11,2	Bt 16	12,1	Vr 15	15,4	Vr 16	16,7	Bt 27	11,8	Bt 28	10	Bt 37	12,8	Bt 38	11,1	
3	Bt 17	11	Bt 18	14,6	Vr 17	13,7	Vr 18	13,8	Bt 29	11,1	Bt 30	14,2	Bt 39	13,4	Bt 40	11,4	
4	Bt 19	13,2	Bt 20	14,2	Vr 19	14,4	Vr 20	14,5	Bt 31	/	Bt 32	/	Bt 41	13,6	Bt 42	11,2	
5	Bt 21	13,2	Bt 22	13,1	Vr 21	14	Vr 22	14,3	Bt 33	11	Bt 34	10,8	Bt 43	13,8	Bt 44	14,9	
6	Bt 23	13,4	Bt 24	13,1	Vr 23	14,4	Vr 24	14,9					Bt 45	11,6	Bt 46	12,3	
Promedio		13,2				14,3				12				13			

Fecha Toma de medida y Observaciones: 25/03/2023 Primer marcaje con tapas: se observo la muerte por la humedad de las plantulas Bt 31 y Bt 32 no se encontraron, se presento un aplo crecimiento y presencia de insectos tipo mosquitos; Bt45 una hoja presenta daño por humedad

UA	Cama Sustrato 2																
	Batavia- Bt				Vera- Vr				Batavia- Bt				Batavia- Bt				
1	Bt 13	11,4	Bt 14	15,1	Vr 13	12,7	Vr 14	14,8	Bt 25	15,1	Bt 26	15,4	Bt 35	14,6	Bt 36	13,9	
2	Bt 15	11,4	Bt 16	12,3	Vr 15	17,7	Vr 16	16,5	Bt 27	12,7	Bt 28	10,1	Bt 37	13,4	Bt 38	12,3	
3	Bt 17	11,4	Bt 18	15,5	Vr 17	13,9	Vr 18	14,4	Bt 29	11,6	Bt 30	14,4	Bt 39	13,9	Bt 40	14	
4	Bt 19	13,6	Bt 20	15,1	Vr 19	14,6	Vr 20	14,7	Bt 31	/	Bt 32	/	Bt 41	15,1	Bt 42	12,3	
5	Bt 21	14	Bt 22	13,6	Vr 21	15	Vr 22	14,3	Bt 33	11,5	Bt 34	10,7	Bt 43	14,8	Bt 44	15,7	
6	Bt 23	14,6	Bt 24	14,9	Vr 23	13,6	Vr 24	16,5					Bt 45	14,3	Bt 46	13,4	
Promedio		13,6				14,9				13				13,975			

Fecha Toma de medida y Observaciones: 28/03/2023; se observo el crecimiento de pulgones en varias plantulas en la zona del tallo, y daños en hojas de Batavia, por lo cual se procedio a realizar el primer control de plaga con Jabotan

UA	Cama Sustrato 2																
	Batavia- Bt				Vera- Vr				Batavia- Bt				Batavia- Bt				
1	Bt 13	12,1	Bt 14	15,8	Vr 13	13	Vr 14	15,2	Bt 25	15,5	Bt 26	15,9	Bt 35	15	Bt 36	14,1	
2	Bt 15	12	Bt 16	12,9	Vr 15	18,1	Vr 16	17	Bt 27	13,2	Bt 28	10,9	Bt 37	14	Bt 38	12,9	
3	Bt 17	11,9	Bt 18	15,9	Vr 17	14,2	Vr 18	14,9	Bt 29	12,2	Bt 30	15	Bt 39	14,1	Bt 40	14,2	
4	Bt 19	14	Bt 20	15,5	Vr 19	15	Vr 20	15,1	Bt 31	/	Bt 32	/	Bt 41	15,6	Bt 42	13	
5	Bt 21	14,5	Bt 22	14	Vr 21	15,2	Vr 22	14,9	Bt 33	12,1	Bt 34	11	Bt 43	15	Bt 44	16	
6	Bt 23	15	Bt 24	15,2	Vr 23	14	Vr 24	16,9					Bt 45	14,9	Bt 46	13,9	
Promedio		14,06666667				15,29166667				13,225				14,39166667			

Fecha Toma de medida y Observaciones: 03/04/2023; seobservo el crecimiento de pulgones en varias plantas en zona de las hojas y daños en algunas hojas de Batavia y de vera

UA	Cama Sustrato 2																
	Batavia- Bt				Vera- Vr				Batavia- Bt				Batavia- Bt				
1	Bt 13	13,9	Bt 14	15,6	Vr 13	12	Vr 14	14,1	Bt 25	16,1	Bt 26	16,7	Bt 35	16,4	Bt 36	15,1	
2	Bt 15	12,4	Bt 16	13,3	Vr 15	17,2	Vr 16	16	Bt 27	12,2	Bt 28	12,6	Bt 37	14,8	Bt 38	12,7	
3	Bt 17	13,4	Bt 18	17,6	Vr 17	12	Vr 18	13,1	Bt 29	13,4	Bt 30	14,5	Bt 39	15,7	Bt 40	15,2	
4	Bt 19	16,1	Bt 20	18	Vr 19	14	Vr 20	16	Bt 31	/	Bt 32	/	Bt 41	16,3	Bt 42	14,4	
5	Bt 21	15,6	Bt 22	14,1	Vr 21	16,3	Vr 22	16,5	Bt 33	10,7	Bt 34	12,5	Bt 43	14,7	Bt 44	16,1	
6	Bt 23	13,8	Bt 24	15,7	Vr 23	12,5	Vr 24	18,2					Bt 45	11,9	Bt 46	13,2	
Promedio		14,95833333				14,825				13,5875				14,70833333			

Fecha Toma de medida y Observaciones: 07/04/2023; se observo mayor crecimiento de pulgones en todas las plantulas; en la zona del tallo y hojas; la Bt 45 presenro perdida de hojas por humedad elevada, se procedio a bajar un poco el goteo

UA	Cama Sustrato 2															
	Batavia- Bt				Vera- Vr				Batavia- Bt				Batavia- Bt			
1	Bt 13	13,6	Bt 14	16,9	Vr 13	10,2	Vr 14	13	Bt 25	14,6	Bt 26	16,4	Bt 35	15,5	Bt 36	15,2
2	Bt 15	14,6	Bt 16	15	Vr 15	17	Vr 16	15	Bt 27	12,9	Bt 28	14	Bt 37	15,4	Bt 38	12,7
3	Bt 17	13,4	Bt 18	18,7	Vr 17	13	Vr 18	13,5	Bt 29	13,3	Bt 30	15,6	Bt 39	14,6	Bt 40	15,3
4	Bt 19	16,5	Bt 20	17,7	Vr 19	14	Vr 20	16,5	Bt 31	/	Bt 32	/	Bt 41	16,4	Bt 42	13,6
5	Bt 21	15,6	Bt 22	14,6	Vr 21	17	Vr 22	17,5	Bt 33	10,7	Bt 34	12,5	Bt 43	17,3	Bt 44	16,4
6	Bt 23	15,4	Bt 24	15,4	Vr 23	12,5	Vr 24	16					Bt 45	9,4	Bt 46	13,3
Promedio	15,61666667				14,6				13,75				14,59166667			

Fecha Toma de medida y Observacioens: 11/04/2023; se realiza la toma de crecimiento de las plantulas, donde se ven mas afectas en esta cama las plantulas de Vera por la plaga del pulgón, aunque menos que las otras camas, por lo cual se realiza un aumento en la concentracion del Jabotan utilizado de 4ml por litro, se observo que a las horas de aplicado aparece abundante espuma en tanque de biofiltro y en medida en el tanque de peces; por lo cual se realiza recambio del 50 % del H2O de los filtros, se aprecia que las hojas de las plantulas de Batavia estan fragiles pero más resistentes al pulgón.

UA	Cama Sustrato 2															
	Batavia- Bt				Vera- Vr				Batavia- Bt				Batavia- Bt			
1	Bt 13	14,1	Bt 14	18	Vr 13	13,5	Vr 14	13,5	Bt 25	15,2	Bt 26	16,5	Bt 35	16	Bt 36	12,4
2	Bt 15	16,1	Bt 16	16,4	Vr 15	17	Vr 16	15,5	Bt 27	15,2	Bt 28	14,4	Bt 37	14	Bt 38	12,6
3	Bt 17	14,1	Bt 18	20,5	Vr 17	13,8	Vr 18	19,1	Bt 29	15,1	Bt 30	19,2	Bt 39	14,7	Bt 40	15,7
4	Bt 19	16,3	Bt 20	18,9	Vr 19	16	Vr 20	20	Bt 31	/	Bt 32	/	Bt 41	16	Bt 42	14,6
5	Bt 21	15,1	Bt 22	16,4	Vr 21	18,4	Vr 22	17,4	Bt 33	10,8	Bt 34	9	Bt 43	17,4	Bt 44	15,4
6	Bt 23	15,2	Bt 24	15	Vr 23	15,4	Vr 24	13					Bt 45	7,4	Bt 46	12,2
Promedio	16,34166667				16,05				14,425				14,03333333			

Fecha Toma de medida y Observacioens: 19/04/2023: Se observaron las plantulas más decaídas con menos presencia de hojas y de coloracion verde-amarillo, e igualmente sus hojas estaban más debiles; sigue la presencia de pulgones en especial en las plantulas de Batavia y Vera; no se observan babosas pero si la precencia de hojas agujeradas; Se observo bajo-escaso riego de agua de la cama 3 de sustrato de piedra por lo cual se revisaron los tuvos y el sistema y se adiciono agua en el tanque de biofiltro y el de reserva, dando como resultado la recuperacion del caudal de esta cama; de igual forma, se presento espuma al momento de mover las tapitas del biofiltro, por lo que la adición de esta se espera que diluya más los restos del biocontrolador jabotan usado la semana pasada.

UA	Cama Sustrato 2															
	Batavia- Bt				Vera- Vr				Batavia- Bt				Batavia- Bt			
1	Bt 13	15,6	Bt 14	20	Vr 13	13	Vr 14	13,1	Bt 25	16,4	Bt 26	18,7	Bt 35	16,4	Bt 36	12,7
2	Bt 15	17,2	Bt 16	16,3	Vr 15	17,9	Vr 16	17	Bt 27	12	Bt 28	12,4	Bt 37	14,6	Bt 38	13,6
3	Bt 17	14,8	Bt 18	19,2	Vr 17	12,1	Vr 18	18,3	Bt 29	13	Bt 30	19,3	Bt 39	14,4	Bt 40	15,5
4	Bt 19	16,5	Bt 20	19,5	Vr 19	15,4	Vr 20	20,1	Bt 31	/	Bt 32	/	Bt 41	17,8	Bt 42	14,9
5	Bt 21	15,7	Bt 22	17,9	Vr 21	17	Vr 22	16	Bt 33	11,1	Bt 34	10,3	Bt 43	18,6	Bt 44	19,2
6	Bt 23	14,1	Bt 24	15,6	Vr 23	13	Vr 24	15,5					Bt 45	7,9	Bt 46	13,5
Promedio	16,86666667				15,7				14,15				14,925			

Fecha Toma de medida y Observacioens: 21/04/2023: se observo el aplastamiento de varias plantulas por posible balón de juegos, ya que las plantulas de Bt26, Bt27, Bt28, Bt38, Bt39 y Bt40 presentaban hojas aplastadas y fracturadas por un objeto circular (como se muestra en las fotografias de evidencia), se observo la presencia de pulgones en sus diferentes fases de vida, principalmente en las plantulas de Batavia. De igualmanera, al realizar el movimiento de las tapas del biofiltro se percivio reciduos del Jabotan utilizado la semana pasada como controlador del pulgón, siendo este inefectivo, ya que la concentracion de pulgones aumento al igual que la muerte de las plantulas, por tal motivo se procede a cambiar de tipo de controlador de plagas.

UA	Cama Sustrato 3																
	Batavia- Bt				Anthony-At				Vera- Vr				Anthony-At				
1		7		10		13		12,5		6		5,5		10		11,2	
2		7,1		8,5		13		12,5		6,5		7		12,2		12,6	
3		6,5		6,5		11		11,5		6,6		5,8		9,4		11,4	
4		6,5		7		9,5		10		5,5		6,1		10,3		11,4	
5		10		8,5		10		11		6,8		6,5		12,4		9,5	
6		8		8		6,5		6,5									
Promedio		7,8				11				6,2				11,0			

Fecha Toma de medida y Observaciones: 13/03/2023- Siembra plantas de 8 días

UA	Cama Sustrato 3																
	Batavia- Bt				Anthony-At				Vera- Vr				Anthony-At				
1	Bt 47	13,5	Bt 48	9,9	At 21	9,5	At 22	9,5	Vr 25	13,5	Vr 26	11	At 35	10,6	At 36	14,3	
2	Bt 49	12	Bt 50	12	At 23	11,5	At 24	11,5	Vr 27	10,5	Vr 28	8,5	At 37	12	At 38	11,3	
3	Bt 51	12,1	Bt 52	13	At 25	9,4	At 26	10,5	Vr 29	17	Vr 30	13	Bt 59	11,5	At 39	11,9	
4	Bt 53	14,4	Bt 54	11,5	At 27	9	At 28	/	Vr 31	15,2	Vr 32	12,5	At 40	10	At 41	9	
5	Bt 55	12	Bt 56	12,4	At 29	/	At 30	/	Vr 33	11,5	Vr 34	12,5	At 42	8	At 43	/	
6	Bt 57	12,3	Bt 58	11	At 33	10	At 34	8	Vr 35	10,5	Vr 36	12,3					
									Vr 37	14,8	Vr 38	13,5					
Promedio		12,2				9,9				12,6				11,0			

Fecha Toma de medida y Observaciones: 25/03/2023 Primer marcaje con tapas: Se observo la muerte por alta humedad de las plantulas At28 y At 43; se presencia la ausencia de varias plantulas At29 -At 32

UA	Cama Sustrato 3																
	Batavia- Bt				Anthony-At				Vera- Vr				Anthony-At				
1	Bt 47	15,2	Bt 48	12,4	At 21	10,3	At 22	10,7	Vr 25	15,4	Vr 26	15,6	At 35	14,4	At 36	12,5	
2	Bt 49	13,7	Bt 50	14,9	At 23	13	At 24	13	Vr 27	13,4	Vr 28	13,3	At 37	12,4	At 38	12,2	
3	Bt 51	12,3	Bt 52	12,4	At 25	9,2	At 26	10,5	Vr 29	18,9	Vr 30	14,6	Bt 59	11,2	At 39	11,1	
4	Bt 53	14,8	Bt 54	12,5	At 27	10	At 28	/	Vr 31	15,7	Vr 32	14,7	At 40	11,1	At 41	10,6	
5	Bt 55	15	Bt 56	14,3	At 29	/	At 30	/	Vr 33	12,8	Vr 34	12,5	At 42	13,5	At 43	/	
6	Bt 57	14,4	Bt 58	13,6	At 33	9,8	At 34	9,6	Vr 35	12,5	Vr 36	13,6					
									Vr 37	10,7	Vr 38	13,5					
Promedio		14				11				14,1				12,1			

Fecha Toma de medida y Observaciones: 28/03/2023; se observo el crecimiento de pulgones en varias plantulas en la zona del tallo, y daños en hojas de Batavia, por lo cual se procedio a realizar el primer control de plaga con Jabotan

UA	Cama Sustrato 3																
	Batavia- Bt				Anthony-At				Vera- Vr				Anthony-At				
1	Bt 47	15,6	Bt 48	13	At 21	11	At 22	11,2	Vr 25	15,9	Vr 26	16	At 35	15	At 36	13	
2	Bt 49	14	Bt 50	15	At 23	13,2	At 24	13,5	Vr 27	14	Vr 28	13,9	At 37	13	At 38	12,9	
3	Bt 51	12,9	Bt 52	13,1	At 25	10	At 26	11	Vr 29	19	Vr 30	15,1	Bt 59	12	At 39	11,6	
4	Bt 53	15	Bt 54	13	At 27	10,4	At 28	/	Vr 31	16	Vr 32	15	At 40	11,9	At 41	11	
5	Bt 55	15,3	Bt 56	14,9	At 29	/	At 30	/	Vr 33	13	Vr 34	13	At 42	13,9	At 43	/	
6	Bt 57	14,9	Bt 58	14	At 33	10	At 34	10,1	Vr 35	12,9	Vr 36	14					
									Vr 37	11	Vr 38	14					
Promedio		14,225				11,15555556				14,48571429				12,7			

Fecha Toma de medida y Observaciones: 03/04/2023 se observo pulgon el hojas de vera y Anthony y algunas hojas caidas y secas

UA	Cama Sustrato 3															
	Batavia- Bt				Anthony-At				Vera- Vr				Anthony-At			
1	Bt 47	14,7	Bt 48	12,6	At 21	10,3	At 22	11,5	Vr 25	14	Vr 26	13	At 35	8,5	At 36	13,3
2	Bt 49	13,7	Bt 50	16,4	At 23	9,1	At 24	11,5	Vr 27	12,5	Vr 28	15	At 37	11,5	At 38	11,5
3	Bt 51	14,4	Bt 52	14,6	At 25	9	At 26	10	Vr 29	13,5	Vr 30	15	Bt 59	12,1	At 39	11,5
4	Bt 53	15,6	Bt 54	11,8	At 27	12,5	At 28	/	Vr 31	16,3	Vr 32	14	At 40	10,5	At 41	9,2
5	Bt 55	14,6	Bt 56	14,2	At 29	/	At 30	/	Vr 33	12,5	Vr 34	12	At 42	12,5	At 43	/
6	Bt 57	13,8	Bt 58	14,3	At 33	7,8	At 34	/	Vr 35	10,5	Vr 36	11,6				
									Vr 37	/	Vr 38	13				
Promedio	14,225				10,2125				13,3				11,1777778			

Fecha Toma de medida y Observacioens: 07/04/2023; se observo mayor crecimiento de pulgones en todas las plantulas; en la zona del tallo y hojas; se presento la muerte de la plantula At 34 y Vr 37

UA	Cama Sustrato 3															
	Batavia- Bt				Anthony-At				Vera- Vr				Anthony-At			
1	Bt 47	14,1	Bt 48	11,6	At 21	10,2	At 22	12	Vr 25	14	Vr 26	12,5	At 35	5	At 36	14
2	Bt 49	14,1	Bt 50	16,1	At 23	/	At 24	10,4	Vr 27	12,5	Vr 28	12	At 37	11	At 38	11,5
3	Bt 51	15,6	Bt 52	15,2	At 25	9,3	At 26	9,3	Vr 29	15	Vr 30	14	Bt 59	12	At 39	11
4	Bt 53	15,9	Bt 54	12	At 27	12	At 28	/	Vr 31	15,1	Vr 32	14,2	At 40	11,3	At 41	7
5	Bt 55	13,4	Bt 56	15,4	At 29	/	At 30	/	Vr 33	12	Vr 34	/	At 42	10,3	At 43	/
6	Bt 57	14,1	Bt 58	12,5	At 33	/	At 34	8	Vr 35	10	Vr 36	12				
									Vr 37	/	Vr 38	12,1				
Promedio	14,1666667				10,17142857				12,95				10,34444444			

Fecha Toma de medida y Observacioens: 11/04/2023; se realiza la toma de crecimiento de las plantulas, donde se ven mas afectas en esta cama las plantulas de Anthony y Vera por la plaga del pulgón, siendo la cama mas afectada, por lo cual se realiza un aumento en la concentracion del

UA	Cama Sustrato 3															
	Batavia- Bt				Anthony-At				Vera- Vr				Anthony-At			
1	Bt 47	13,5	Bt 48	13,4	At 21	8,5	At 22	12	Vr 25	9,8	Vr 26	11,7	At 35	14,7	At 36	/
2	Bt 49	15,1	Bt 50	14,6	At 23	/	At 24	11,5	Vr 27	12,8	Vr 28	12	At 37	5,4	At 38	10,2
3	Bt 51	15,5	Bt 52	14,4	At 25	5	At 26	9,2	Vr 29	14	Vr 30	14,1	Bt 59	12,1	At 39	2,4
4	Bt 53	13,9	Bt 54	11,7	At 27	9,5	At 28	/	Vr 31	10	Vr 32	13,5	At 40	10	At 41	3,8
5	Bt 55	11,6	Bt 56	15,6	At 29	/	At 30	/	Vr 33	/	Vr 34	/	At 42	5,4	At 43	/
6	Bt 57	12,6	Bt 58	/	At 33	/	At 34	/	Vr 35	/	Vr 36	/				
									Vr 37	/	Vr 38	/				
Promedio	13,80909091				9,283333333				12,2375				8			

Fecha Toma de medida y Observacioens: 19/04/2023: Se observaron las plantulas más decaídas con menos presencia de hojas y de coloración verde-amarillo, e igualmente sus hojas estaban más débiles; sigue la presencia de pulgones en especial en las plantulas de Batavia y Vera; no se observan babosas pero si la presencia de hojas agujeradas; Se observo bajo-escaso riego de agua de la cama 3 de sustrato de piedra por lo cual se revisaron los tuvos y el sistema y se adicióno agua en el tanque de biofiltro y el de reserva, dando como resultado la recuperación del caudal de esta cama; de igual forma, se presento espuma al momento de mover las tapitas del biofiltro, por lo que la adición de esta se espera que diluya más los restos del biocontrolador Jabotan usado la semana pasada.

UA	Cama Sustrato 3															
	Batavia- Bt				Anthony-At				Vera- Vr				Anthony-At			
1	Bt 47	14	Bt 48	14,2	At 21	1,5	At 22	10,6	Vr 25	10,2	Vr 26	12	At 35	14,5	At 36	/
2	Bt 49	15,5	Bt 50	13,6	At 23	/	At 24	9,8	Vr 27	11,5	Vr 28	13,8	At 37	4	At 38	10,5
3	Bt 51	14,7	Bt 52	15,4	At 25	4,6	At 26	9,5	Vr 29	13,5	Vr 30	13,2	Bt 59	11	At 39	/
4	Bt 53	15,6	Bt 54	11,7	At 27	6,7	At 28	/	Vr 31	10	Vr 32	12,3	At 40	3	At 41	3,1
5	Bt 55	14,2	Bt 56	15,5	At 29	/	At 30	/	Vr 33	/	Vr 34	/	At 42	/	At 43	/
6	Bt 57	11,8	Bt 58	/	At 33	/	At 34	/	Vr 35	/	Vr 36	/				
									Vr 37	/	Vr 38	/				
Promedio	14,2				7,11666667				12,0625				7,683333333			

Fecha Toma de medida y Observacioens: 21/04/2023: Se aprecia la muerte por alta humedad de la plantula At 39, se observo la presencia de pulgones en sus diferentes fases de vida, principalmente en las plantulas de Batavia. De igualmanera, al realizar el movimiento de las tapas del biofiltro se percivio reciduos del Jabotan utilizado la semana pasada como controlador del pulgón, siendo este inefectivo, ya que la concentracion de pulgones aumento al igual que la muerte de las plantulas, por tal motivo se procede a cambiar de tipo de controlador de plagas.

Cama Raiz Flotante 1																
	Anthony				Vera				Anthony				Batavia			
1	At 11f	10,6	At 12f	13,1	Vr 1f	14	Vr 2f	9	At 1f	10,2	At 2f	/	Bt 1f	13	Bt 2f	11,3
2	At 13f	10,3	At 14f	12	Vr 3f	9,5	Vr 4f	10	At 3f	10,9	At 4f	9,6	Bt 3f	11,9	Bt 4f	14,4
3	At 15f	9,8	At 16f	10,5	Vr 5f	15,2	Vr 6f	10	At 5f	13,1	At 6f	11,8	Bt 5f	12,6	Bt 6f	11
4	At 17f	11,6	At 18f	10,5	Vr 7f	11	Vr 8f	8,7	At 7f	14,6	At 8f	12,6	Bt 7f	13,5	Bt 8f	10,4
5	At 19f	12	At 20f	13	Vr 9f	10,5	Vr 10f	9,2	At 9f	12,4	At 10f	9,8	Bt 9f	12	Bt 10f	13,1
6																
Promedio	11,34				10,71				11,7				12,32			

Fecha Toma de medida y Observacioens: 25/03/2023; las plantulas (At 2f; Vr 2f) más sercanas a la fuente de coteo de agua presentaron bajo crecimiento, algunas muerte y perdidas de hojas por humedad

Cama Raiz Flotante 1																
	Anthony				Vera				Anthony				Batavia			
1	At 11f	13,4	At 12f	10,4	Vr 1f	9	Vr 2f	10,4	At 1f	/	At 2f	/	Bt 1f	14,5	Bt 2f	12
2	At 13f	11,5	At 14f	13,2	Vr 3f	10,8	Vr 4f	8,5	At 3f	13,1	At 4f	10,8	Bt 3f	15,7	Bt 4f	12,7
3	At 15f	10,4	At 16f	11,4	Vr 5f	9,6	Vr 6f	16,5	At 5f	13,6	At 6f	12,5	Bt 5f	12	Bt 6f	13,6
4	At 17f	13	At 18f	10,2	Vr 7f	9	Vr 8f	9,4	At 7f	13	At 8f	16,1	Bt 7f	10,5	Bt 8f	13,5
5	At 19f	14,3	At 20f	11,8	Vr 9f	10,11	Vr 10f	13,2	At 9f	12,4	At 10f	11,6	Bt 9f	13,1	Bt 10f	13,8
6																
Promedio	11,96				10,7				12,9				13,14			

Fecha Toma de medida y Observacioens: 28/03/2023; se observo el crecimiento de pulgones en varias plantulas en la zona del tallo, y daños en hojas de Batavia, por lo cual se procedio a realizar el primer control de plaga con Jabotan; la mayor presencia de esta plaga se vio en las camas flotantes

Cama Raiz Flotante 1																
	Anthony				Vera				Anthony				Batavia			
1	At 11f	13,9	At 12f	11	Vr 1f	9,6	Vr 2f	10,8	At 1f	/	At 2f	/	Bt 1f	14,9	Bt 2f	12,5
2	At 13f	12	At 14f	13,9	Vr 3f	11,2	Vr 4f	8,9	At 3f	13,6	At 4f	11	Bt 3f	16	Bt 4f	13
3	At 15f	11	At 16f	11,9	Vr 5f	10,1	Vr 6f	17	At 5f	13,9	At 6f	12,9	Bt 5f	12,5	Bt 6f	14
4	At 17f	13,5	At 18f	10,6	Vr 7f	9,5	Vr 8f	10	At 7f	13,5	At 8f	16,9	Bt 7f	10,9	Bt 8f	14,1
5	At 19f	14,6	At 20f	12	Vr 9f	10,9	Vr 10f	13,9	At 9f	13	At 10f	12	Bt 9f	13,5	Bt 10f	14,2
6																
Promedio	12,44				11,19				13,4				13,56			

Fecha Toma de medida y Observacioens:03/04/2023; se observo el crecimiento de úlgones en las hojas de las plantulas y daños en hojas de vera y anthony por lo cual el día de hoy se realizo el segundo control de plagas

Cama Raiz Flotante 1																
	Anthony				Vera				Anthony				Batavia			
1	At 11f	8,9	At 12f	10	Vr 1f	10,5	Vr 2f	9	At 1f	/	At 2f	/	Bt 1f	13,2	Bt 2f	12,9
2	At 13f	11,7	At 14f	13,4	Vr 3f	12,3	Vr 4f	15,2	At 3f	14,5	At 4f	11	Bt 3f	15,3	Bt 4f	15,9
3	At 15f	14,2	At 16f	11	Vr 5f	18	Vr 6f	15,4	At 5f	15,5	At 6f	11,4	Bt 5f	12,9	Bt 6f	14,5
4	At 17f	11,6	At 18f	11	Vr 7f	14,2	Vr 8f	17,5	At 7f	20	At 8f	11	Bt 7f	15,3	Bt 8f	13,3
5	At 19f	13,4	At 20f	13,5	Vr 9f	17,2	Vr 10f	14	At 9f	14,7	At 10f	13	Bt 9f	14,6	Bt 10f	14,9
6																
Promedio	11,87				14,33				13,9				14,28			

Fecha Toma de medida y Observacioens:07/04/2023; se observo mayor crecimiento de pulgones en todas las plantulas; en la zona del tallo y hojas; se observo la muerte de la plantula At 1f y At 2f por alta humedad.

Cama Raiz Flotante 1																
	Anthony				Vera				Anthony				Batavia			
1	At 11f	7,6	At 12f	9,5	Vr 1f	10,6	Vr 2f	/	At 1f	/	At 2f	/	Bt 1f	14,3	Bt 2f	13,1
2	At 13f	10,2	At 14f	13	Vr 3f	12,3	Vr 4f	15,6	At 3f	14,5	At 4f	11,4	Bt 3f	16,9	Bt 4f	15,7
3	At 15f	14,4	At16f	11,1	Vr 5f	17,7	Vr 6f	15,8	At 5f	15	At 6f	13,1	Bt 5f	13,6	Bt 6f	14,3
4	At 17f	11,5	At 18f	9,7	Vr 7f	15,3	Vr 8f	18	At 7f	18,4	At 8f	11,5	Bt 7f	13,4	Bt 8f	15,1
5	At 19f	13	At 20f	13,5	Vr 9f	16,5	Vr 10f	14	At 9f	13,3	At 10f	11,4	Bt 9f	14,9	Bt 10f	14,5
6																
Promedio	11,35				15,08888889				13,6				14,58			

Fecha Toma de medida y Observacioens: 11/04/2023; se realiza la toma de crecimiento de las plantulas, donde se venque las plantulas en su mayoría presentan un buen crecimiento pero con mayor carga de pulgones, por lo cual se realiza un aumento en la concentracion del Jabotan utilizado de 4ml por litro,se observo que a las horas de aplicado aparece abundante espuma en tanque de biofiltro y en medida en el tanque de peces; por lo cual se realiza recambio del 50 % del H2O de los filtros, se aprecia que las hojas de las plantulas de Batavia estan fragiles pero más resistentes al pulgón.

Cama Raiz Flotante 1																
	Anthony				Vera				Anthony				Batavia			
1	At 11f	/	At 12f	7	Vr 1f	/	Vr 2f	/	At 1f	/	At 2f	/	Bt 1f	13,7	Bt 2f	12
2	At 13f	7,2	At 14f	12,5	Vr 3f	13,4	Vr 4f	13,4	At 3f	13,8	At 4f	12,8	Bt 3f	13,5	Bt 4f	13,7
3	At 15f	13,5	At16f	10,4	Vr 5f	16,6	Vr 6f	15	At 5f	14	At 6f	12	Bt 5f	13	Bt 6f	14,6
4	At 17f	13	At 18f	10	Vr 7f	19,1	Vr 8f	14,1	At 7f	19,6	At 8f	12	Bt 7f	13	Bt 8f	14,1
5	At 19f	14	At 20f	11,6	Vr 9f	15,4	Vr 10f	13,6	At 9f	13,2	At 10f	12,1	Bt 9f	13	Bt 10f	12,4
6																
Promedio	11,02222222				15,075				13,7				13,3			

Fecha Toma de medida y Observacioens: 19/04/2023: Se observaron las plantulas más decaídas con menos presencia de hojas y de coloracion verde-amarillo, e igualmente sus hojas estaban más debiles; sigue la presencia de pulgones en especial en las plantulas de Batavia y Vera; no se observan babosas pero si la precencia de hojas agujeradas; Se observo bajo-escaso riego de agua de la cama 3 de sustrato de piedra por lo cual se revisaron los tuvos y el sistema y se adiciono agua en el tanque de biofiltro y el de reserva, dando como resultado la recuperacion del caudal de esta cama; de igual forma, se presento espuma al momento de mover las tapitas del biofiltro, por lo que la adición de esta se espera que diluya más los restos del biocontrolador jabotan usado la semana pasada.

Cama Raiz Flotante 1																
	Anthony				Vera				Anthony				Batavia			
1	At 11f	/	At 12f	/	Vr 1f	/	Vr 2f	/	At 1f	/	At 2f	/	Bt 1f	11,1	Bt 2f	10,2
2	At 13f	/	At 14f	13	Vr 3f	16	Vr 4f	12,8	At 3f	14	At 4f	11,9	Bt 3f	14	Bt 4f	6,2
3	At 15f	14,3	At16f	11	Vr 5f	16,7	Vr 6f	19,7	At 5f	13	At 6f	12	Bt 5f	13,5	Bt 6f	15,2
4	At 17f	12	At 18f	9,8	Vr 7f	10,5	Vr 8f	17,5	At 7f	12	At 8f	17,5	Bt 7f	14	Bt 8f	15,5
5	At 19f	11,5	At 20f	10,5	Vr 9f	17	Vr 10f	13	At 9f	15,5	At 10f	13	Bt 9f	13	Bt 10f	13
6																
Promedio	11,72857143				15,4				13,6				12,57			

Fecha Toma de medida y Observacioens: 21/04/2023: Se tomo el registro de crecimiento de las plantulas, donde se vio la muerte por alta humedad de las plantulas At12f yAt13f. Se observo la presencia de pulgones en sus diferentes faces de vida, principalmente en las plantulas de Batavia. De igualmanera, al realizar el movimiento de las tapas del biofiltro se percivio reciduos del Jabotan utilizado la semana pasada como controlador del pulgón, siendo este inefectivo, ya que la concentracion de pulgones aumento al igual que la muerte de las plantulas, por tal motivo se procede a cambiar de tipo de controlador de plagas.

Cama Raiz Flotante 2																
	Anthony				Vera				Anthony				Batavia			
1	At 21f	12	At 22f	/	Vr 11f	13,9	Vr12f	10,5	At 11f	/	At 12f	/	Bt 11f	13,5	Bt 12f	14,2
2	At 23f	12,2	At 24f	12,5	Vr 13f	11	Vr14f	11,1	At 13f	12,5	At 14f	11,2	Bt 13f	12	Bt 14f	13,9
3	At 25f	11,9	At 26f	12	Vr 15f	13,2	Vr16f	10,9	At 15f	13,6	At 16f	13,6	Bt 15f	14,6	Bt 16f	13,6
4	At 27f	13	At 28f	12,1	Vr 17f	11,9	Vr18f	10,5	At 17f	15,2	At 18f	13,5	Bt 17f	13	Bt 18f	12
5	At 29f	13,1	At 30f	13,6	Vr 19f	11,5	Vr20f	10,9	At 19f	13,6	At 20f	11,5	Bt 19f	13,2	Bt 20f	14,5
6																
Promedio	12,4888889				11,54				13,0875				13,45			

Fecha Toma de medida y Observacioens: 03/04/2023 se observo pulgon el las hojas de las plantulas y se caida de hojas en Anthony y en Batavia .

Cama Raiz Flotante 2																
	Anthony				Vera				Anthony				Batavia			
1	At 21f	/	At 22f	/	Vr 11f	9,7	Vr12f	12,3	At 11f	/	At 12f	/	Bt 11f	18,4	Bt 12f	15,3
2	At 23f	/	At 24f	12,8	Vr 13f	15,7	Vr14f	14,3	At 13f	11,5	At 14f	13	Bt 13f	17,1	Bt 14f	14,9
3	At 25f	8	At 26f	/	Vr 15f	11,6	Vr16f	12,4	At 15f	11	At 16f	16	Bt 15f	14,6	Bt 16f	14,4
4	At 27f	11,4	At 28f	7,2	Vr 17f	8,8	Vr18f	13,4	At 17f	14,5	At 18f	10,5	Bt 17f	14,1	Bt 18f	15,6
5	At 29f	14,7	At 30f	14,2	Vr 19f	13,6	Vr20f	14,7	At 19f	12	At 20f	11,5	Bt 19f	14,9	Bt 20f	12,4
6																
Promedio	11,38333333				12,65				12,5				15,17			

Fecha Toma de medida y Observacioens: 07/04/2023; se observo mayor crecimiento de pulgones en todas las plantulas; en la zona del tallo y hojas.

Cama Raiz Flotante 2																
	Anthony				Vera				Anthony				Batavia			
1	At 21f	/	At 22f	/	Vr 11f	11	Vr12f	8	At 11f	8	At 12f	/	Bt 11f	15	Bt 12f	18
2	At 23f	12	At 24f	/	Vr 13f	12	Vr14f	12,5	At 13f	12	At 14f	10,4	Bt 13f	15	Bt 14f	15,1
3	At 25f	/	At 26f	7,5	Vr 15f	14,1	Vr16f	12	At 15f	10	At 16f	14,3	Bt 15f	14,3	Bt 16f	13
4	At 27f	6,5	At 28f	12	Vr 17f	9	Vr18f	12	At 17f	8,5	At 18f	14,1	Bt 17f	13,5	Bt 18f	12,5
5	At 29f	12,5	At 30f	12,5	Vr 19f	12,5	Vr20f	10	At 19f	9,2	At 20f	11	Bt 19f	13,5	Bt 20f	15
6																
Promedio	10,5				11,31				10,8				14,49			

Fecha Toma de medida y Observacioens: 11/04/2023; se realiza la toma de crecimiento de las plantulas, donde se venque las plantulas en su mayoría presentean un buen crecimiento pero con mayor carga de pulgones, al igual que la presencia de una babosa en la zona de las plantulas de Vera, por lo cual se realiza un aumento en la concentracion del Jabotan utilizado de 4ml por litro, se observo que a las horas de aplicado aparece abundante espuma en tanque de biofiltro y en medida en el tanque de peces; por lo cual se realiza recambio del 50 % del H2O de los filtros, se aprecia que las hojas de las plantulas de Batavia estan fragiles pero más resistentes al pulgón.

Cama Raiz Flotante 2																
	Anthony				Vera				Anthony				Batavia			
1	At 21f	/	At 22f	/	Vr 11f	12,4	Vr12f	9	At 11f	2,5	At 12f	/	Bt 11f	18,4	Bt 12f	15,1
2	At 23f	9,5	At 24f	/	Vr 13f	14,4	Vr14f	18,3	At 13f	13,1	At 14f	15,5	Bt 13f	18,4	Bt 14f	16,8
3	At 25f	3,6	At 26f	/	Vr 15f	16,4	Vr16f	14	At 15f	18,4	At 16f	13,6	Bt 15f	20	Bt 16f	15,1
4	At 27f	10,6	At 28f	7,2	Vr 17f	11,3	Vr18f	/	At 17f	15,1	At 18f	9,4	Bt 17f	13	Bt 18f	16,4
5	At 29f	12	At 30f	12,4	Vr 19f	13,8	Vr20f	12,8	At 19f	10,4	At 20f	9,8	Bt 19f	14,1	Bt 20f	14,3
6																
Promedio	9,21666667				13,6				12,0				16,16			

Fecha Toma de medida y Observacioens: 19/04/2023: Se observaron las plantulas más decaidas con menos presencia de hojas y de coloracion verde-amarillo, e igualmente sus hojas estaban más debiles; sigue la presencia de pulgones en especial en las plantulas de Batavia y Vera; no se observan babosas pero si la precnencia de hojas agujeradas; Se observo bajo-escaso riego de agua de la cama 3 de sustrato de piedra por lo cual se revisaron los tuvos y el sistema y se adicono agua en el tanque de biofiltro y el de reserva, dando como resultado la recuperacion del caudal de esta cama; de igual forma, se presento espuma al momento de mover las tapitas del biofiltro, por lo que la adición de esta se espera que diluya más los restos del biocontrolador jabotan usado la semana pasada.

Cama Raiz Flotante 2																
	Anthony				Vera				Anthony				Batavia			
1	At 21f	/	At 22f	/	Vr 11f	10	Vr12f	13,5	At 11f	/	At 12f	/	Bt 11f	19,4	Bt 12f	14
2	At 23f	9,5	At 24f	/	Vr 13f	16,5	Vr14f	16,3	At 13f	14	At 14f	13,8	Bt 13f	17	Bt 14f	18,5
3	At 25f	5,4	At 26f	/	Vr 15f	16,7	Vr16f	16	At 15f	19,8	At 16f	15,2	Bt 15f	20	Bt 16f	15,5
4	At 27f	10,3	At 28f	4,3	Vr 17f	12,5	Vr18f	/	At 17f	15,5	At 18f	9,8	Bt 17f	12,8	Bt 18f	19,1
5	At 29f	13,5	At 30f	14,4	Vr 19f	13,2	Vr20f	13,2	At 19f	11	At 20f	10,6	Bt 19f	19	Bt 20f	14
6																
Promedio	9,56666667				14,21111111				13,7				16,93			

Fecha Toma de medida y Observacioens: 21/04/2023: Se realizo la toma de creciminto, apreciando la muerte de varias plantulas entre ellas At11f por alta humedad, se observo la presencia de pulgones en sus diferentes facas de vida, principalmente en las plantulas de Batavia. De igualmanera, al realizar el movimiento de las tapas del biofiltro se percivio reciduos del Jabotan utilizado la semana pasada como controlador del pulgón, siendo este inefectivo, ya que la concentracion de pulgones aumento al igual que la muerte de las plantulas, por tal motivo se procede a cambiar de

**Anexo 8.**

*Resultados toma calidad del agua durante el estudio.*

<b>PARAMETROS DEL AGUA</b>						
<b>Fecha Toma Muestra</b>	13/03/2023	25/03/2023	03/04/2023	11/04/2023	19/04/2023	24/04/2023
<b>pH</b>	7,6	7,6	7,6	7,6	7,5	7,6
<b>Amonio</b>	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0,10 ppm	0,5ppm
<b>Nitritos</b>	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
<b>Nitratos</b>	15 ppm	3 ppm		7 ppm	4 ppm	5 ppm

**Anexo 9.**

*Matriz Análisis de Evaluación de Factores Internos- EFI.*

Auditoría Interna

Matriz de Evaluación de Factores Internos (EFI)

Aumento demanda de productos orgánicos	<b>Fortalezas</b>		<b>Debilidades</b>	
	1.	Calidad del producto	1.	Intervención de diferentes colaboradores
2.	Mayor productividad en m2	2.	Poca generación de empleos	
3.	Mejora nutricional	3.	Supervisión constante	
4.	Diversificación de alimentos	4.	Inversión inicial elevada	
5.	Bajo costo de producción	5.	Requiere personal calificado.	

Oportunidades		1-Estrategias FO	2-Estrategias DO
1	Aumento demanda de . productos orgánicos	FO1 Producir mayor variedad de plántulas orgánicas con modelos de cuidado y desinfección amigables con el ambiente	DO 1 Aplicar las tecnologías de información en la organización
2	Compromiso . ambiental		
3	Apoyo de programas . gubernamentales	FO2 Generar productos orgánicos y con alto valor nutricional según el consumidor a dirigir la producción	DO 2 Establecer un compromiso social para la capacitación adecuada
4	Oportunidad de . producir otros productos		
5	Implementar nuevas . tecnologías	FO3 Desarrollar una propuesta o manual que puedan llevar a cabo los diferentes programas gubernamentales para generar una mayor actividad colaborativa	DO 3 Generar un cronograma de actividades oportuno y claro, para evitar pérdidas en producción y llevar un control adecuado de la misma
Amenazas		3-Estrategias FA	4-Estrategias DA



<b>ECONÓMICO</b>	Aumento demanda de productos orgánicos	x						x	
	Fácil imitación del modelo				x			x	
	Aumentos de los insumos y materia prima				x			x	
<b>SOCIAL</b>	Reconocimiento como alimento sano y de alto estatus		x					x	
	Mejora de la calidad de los productos pesqueros ofertados, incluyendo la garantía de la seguridad alimentaria a los consumidores	x						x	
<b>TECNOLÓGICO</b>	Desconocimiento del tema acuapónico				x			x	
	Oportunidad de producir otros productos		x						x
	Implementar nuevas tecnologías		x					x	
<b>ECOLÓGICOS</b>	Compromiso ambiental	x		..... ..... ..... .....				x	

	Desastre naturales y plagas				x			x		
	Enfermedades en los cultivos o peces				x			x		
<b>LEGALES</b>	Dar cumplimiento a las leyes establecidas		x						x	

## Anexo 11.

*Kit calidad de agua.*



Nota: a) Kit tomado de Avinstrumentos, 2023. b) Kit usado dentro de la investigación-