



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Pasantía

**Diseño de un sistema acuapónico en la
granja acuícola de la Facultad de Ciencia
Animal de la Universidad Nacional Agraria,
agosto a febrero 2021**

Autor

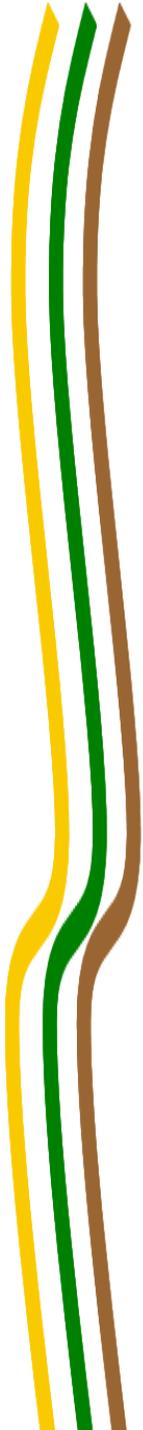
Br. Yasser Antonio Pérez Álvarez

Asesores

Ing. Jolvin Mauricio Mejía Fernández

Ing. MSc. Jorge Gómez Martínez

**Managua, Nicaragua
Febrero, 2021**





“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Pasantía

**Diseño de un sistema acuapónico en la
granja acuícola de la Facultad de Ciencia
Animal de la Universidad Nacional Agraria,
agosto a febrero 2021**

Autor

Br. Yasser Antonio Pérez Álvarez

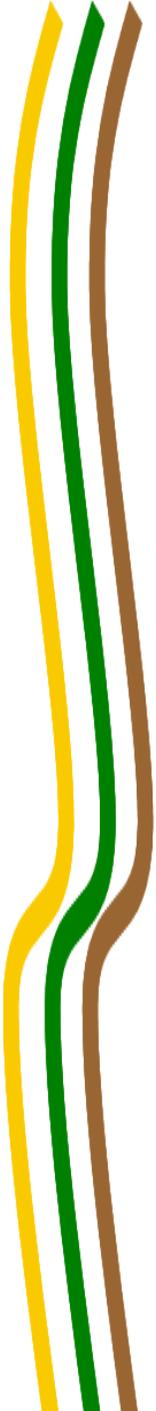
Asesores

**Ing. Jolvin Mauricio Mejía Fernández
Ing. MSc. Jorge Gómez Martínez**

**Presentado a la consideración del honorable comité
evaluador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero Agrónomo**

Managua, Nicaragua

Febrero, 2021



Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Tribunal Examinador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Tribunal Examinador

Presidente (Grado académico y nombre)

Secretario (Grado académico y nombre)

Vocal (Grado académico y nombre)

Lugar y Fecha: _____

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios mi padre celestial, creador de todo, por darme la fortaleza, la sabiduría y el entendimiento para culminar mi formación profesional y sobre todo con mucho ánimo de seguir adelante.

A mi esposa Ana Jancis Cruz Díaz por ser la persona que estuvo ahí brindándome su apoyo incondicional en todo momento.

A mi padre Manuel Antonio Pérez Laguna, por instruirme en el camino del bien brindándome su apoyo incondicional en cada momento de mi desarrollo en mi formación profesional. A mis hermanos, tíos y amigos por su ayuda y consejos, motivándome a mejorar y alcanzar mis metas.

A la Licenciada Johana del Carmen Sandoval Acevedo, por instruirme en el ámbito laboral desde pequeño brindándome sus consejos de cómo sobresalir en todo trabajo, siendo ella un gran ejemplo en mi desarrollo como profesional.

A mi compañero Br. Juan Manuel Medina Rocha, por haberme ayudado en el trabajo de graduación estando presente en todas las etapas del trabajo, desde el inicio hasta el final, superando cada una de las limitantes y así lograr el objetivo de ser un profesional.

AGRADECIMIENTOS

A “DIOS” padre, creador de todo, por darme la fortaleza, el entendimiento y la sabiduría para poder culminar con éxito mis estudios.

A mis padres, hermanos, primos y amigos, por haberme brindado su apoyo incondicional en los momentos oportuno de mi desarrollo como profesional.

Al Ing. Jolvin Mejía Fernández responsable de la Granja Acuícola, por ser un excelente amigo, jefe y por ser ejemplo en el ámbito profesional.

Al Ing. Jorge Gómez Martínez responsable de la parcela Agroecológica, por permitirme la oportunidad de realizar este trabajo de estudio y brindarme sus conocimientos como profesional.

A la Universidad Nacional Agraria, por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios para hacer un profesional hoy en día, a los docentes que aportaron la enseñanza y su abnegación para formarme como un nuevo profesional.

Al grupo Rotary Club de Ciudad Sandino, por apoyarme incondicionalmente con las herramientas necesarias para llevar a cabo el estudio en el sistema acuapónico en la Universidad Nacional Agraria (UNA).

INDICE DE CONTENIDO

SECCION	PÁGINA
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
III. CARACTERIZACION DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA	4
3.1. Trayectoria histórica de la Universidad Nacional Agraria (UNA)	4
3.2. Misión	5
3.3. Visión	5
3.4. Lema	6
3.5. Principios	6
3.6. Objetivos	7
3.7. Políticas	7
3.8. Aspectos normativos	8
3.9. Estructura organizativa	9
3.10. Funciones de las áreas de trabajo de la Universidad Nacional Agraria (UNA)	10
IV. FUNCIONES DEL PASANTE EN EL ÁREA DE TRABAJO	11
4.1. La interacción de la acuicultura y la hidroponía	11
4.2. ¿Qué es la Acuaponía?	13
4.3. Proceso de nitrificación	14
4.4. Selección del sitio	15
4.5. Nivelación y estructura de la cama	16
4.6. Llenado de agua	17
4.7. Germinación de las semillas	18
4.8. Con respecto a peces	19
4.9. Microorganismo en el sistema acuapónico	20
4.10. Siembra de alevines	20
4.11. Trasplante al sistema acuapónico	20
4.12. Alimentación de los peces	21

4.13. Muestreo	21
4.14. Toma de parámetros del agua	22
4.15. Rellenado de agua	23
4.16. Control de plagas	23
4.17. Limpieza de bomba y de las plantas	24
4.18. Cosechas de las plantas	24
4.19. Cosechas de peces	25
V. DESCRIPCION DEL TRABAJO DESARROLLADO	26
5.1. Diseño del sistema acuapónico y sus componentes	26
5.2.1. Componente 1: Sistema de cultivo de peces	29
5.2.2. Componente dos filtros mecánicos	30
5.2.3. Componente tres filtros biológicos (biofiltro)	30
5.2.4. Componente cuatro camas de siembra con balsa flotante	31
5.2.5. Componente cinco el sistema de circulación de agua	31
5.3. Ensamble y función del sistema acuapónico con sus componentes	32
VI. RESULTADOS OBTENIDOS	38
VII. CONCLUSIONES	39
VIII. LECCIONES APRENDIDAS	40
IX. RECOMENDACIONES	41
X. LITERATURA CITADA	42
XI. ANEXOS	43

ÍNDICE DE CUADRO

CUADRO		PÁGINA
1	Parámetro y condiciones ambientales generales requeridas para el buen Desarrollo de vegetales cultivados comúnmente en Acuaponía. Fuente, Somerville 2014.	18
2	Tolerancia, calidad de agua, requerimiento proteico y crecimiento esperado de las principales especies acuáticas de cultivo utilizado en sistema acuapónico. (Modificado de Somerville, 2014).	19
3	Herramientas manuales para la construcción del sistema acuapónico. Fuente, propia.	28
4	Parámetros recomendables para establecer un término medio de calidad del agua para el sistema acuapónico, Fuente, (FAO, 2014).	34
5	Tabla de referencia para comparar el desarrollo de los peces de tilapia. Fuente. Johnny Maradiaga (2018).	36

ÍNDICE DE FIGURA

FIGURA	PÁGINA
1. Estructura organizativa de la Facultad de Ciencia Animal FACA-UNA. Fuente propia.	9
2. Esquema del sistema acuapónico y sus elementos, Fuente propia	28

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Selección del sitio e instalación del sistema acuapónicos	42
2. Germinaciones de la semilla para el sistema acuapónicos	42
3. Preparación de la cama de siembra	43
4. Trasplante de planta a la cama hidropónica	43
5. Siembra de alevines al estanque de peces	44
6. Funcionamiento del Sistema acuapónicos	44
7. Instalación de Sistema acuapónicos en ciudad Sandino comunidad cuaja chillo	45
8. Cosecha de planta del sistema acuapónicos	45
9. Cosecha de peces tilapia	46
10. Presentaciones realizadas sobre el sistema acuapónico en congreso Olof palme.	46
11. Tabla de alimentación.	47
12. Plan de actividades realizadas en el sistema acuapónico de la Granja Acuícola FACA-UNA, durante las prácticas de las pasantías comprendidas en el periodo de agosto a febrero año 2021.	48

RESUMEN EJECUTIVO

Las pasantías juegan un papel muy importante dentro del desarrollo de un futuro profesional en cualquier área o empresa donde se aprende a convivir y a relacionarse de manera personal, laboral y profesional con otras personas, el documento muestra el desempeño laboral práctico del trabajo de pasantía la cual realice en la Universidad Nacional Agraria ubicada en el Km. 12.5 carretera norte; durante el periodo de agosto 2020 a febrero 2021, en este periodo consolide las habilidades y destrezas adquiridas durante la carrera logrando desarrollarme profesionalmente, a la vez adquirir experiencia para optar al título de ingeniero agrónomo. El propósito de la pasantía es fortalecer los conocimientos, habilidades y destrezas para describir el trabajo desarrollado en la granja acuícola, donde diseñe e instale el sistema acuapónico descrito en este trabajo, el cual se realizó en un espacio de 5m de largo y 1.5m de ancho, donde se colocaron todos los componente; un estanque rectangular de polietileno con capacidad de un m³ de agua conteniendo los peces, un barril como filtro mecánico, de 120 litro de agua (para retener las partículas gruesas), un barril como filtro biológico de 120 litro de agua en el que se colocó de 100 a 200 tapones de botella plástica dentro de una malla para la fijación de bacterias, una cama hidropónica con capacidad de 756 litro de agua forrada con plástico negro y en la superficie lamina de poroplas para soporte de plantas, el manejo y seguimiento del sistemas acuapónico consistió en la alimentación según biomasa y tamaño de peces, muestreo general de crecimiento, toma de parámetro físico-químicos, llenado de agua, limpieza de filtro y bomba; manejo agronómico de las plantas, se observó que buen crecimiento en los peces obteniendo una cosecha durante el periodo de seis meses y dos cosechas en las plantas. La pasantía permitió desarrollarme como profesional al usar mis conocimientos en el diseño e implementación de un sistema de producción amigable con el ambiente ya que recicla el agua para reutilizarse constantemente.

Palabras clave: Agronomía, Acuaponía, biofiltro, filtro mecánico, sistema acuapónico.

EXECUTIVE SUMMARY

Internships play a very important role in the development of a professional future in any area or company where you learn to live together and relate personally, professionally and professionally with other people, the document shows the practical work performance of the internship job which take it at the National Agrarian University located at Km. 12 of the north highway. and has a total area of 2 ha; for six months, from August to February 2021, in the time that I demonstrated the skills and abilities acquired during my career and developed professionally, at the same time gaining experience and qualifying for the title of agricultural engineer. The purpose of the internship is to strengthen knowledge and also write the work developed in the aquaculture farm, where the aquaponic system is located. During the six months, the installation of the aquaponic system was carried out with a space of 5m long and 1.5m wide in In this space, a rectangular polyethylene pond with a capacity of one m³ of water was installed where the fish were cultivated, a barrel was used as a mechanical filter, 120 liters of water (to retain coarse particles), a barrel as a biological filter of 120 liter of water, inside the barrel, 100 to 200 plastic bottle caps were placed inside a mesh for the fixation of bacteria. A hydroponic bed with a capacity of 756 liters of water was designed, covering it with black plastic and placing poroplas on the surface where the plants will be placed. Two different types of system were installed to the first one, giving the same management and follow-up to the three aquaponic systems in feeding, sampling, taking parameter, filling water, cleaning the filter, pump and handling in the plant bed. It was observed that the three types of system installed in the farm presented good results, such as the growth and development of the fish, as well as the growth of the plants. Internships allow you to acquire an enrichment such as knowing how to establish and install and manage an aquaponic system with its components such as fish and plants, which strengthens the professional field as an agronomist.

Keywords: Agronomy, types of aquaponic system.

I. INTRODUCCION

En la declaración universal de los derechos humanos, el artículo 25 menciona que toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar, y en especial la alimentación, el vestido, la vivienda, asistencia médica y los servicios sociales necesarios; tiene a sí mismo derecho a los seguros en caso de desempleo, enfermedad, invalidez, vejez u otros casos de pérdida de sus medios de subsistencia por circunstancias independientes de su voluntad (Kanchi, 2013).

Una buena nutrición es la primera defensa contra las enfermedades y nuestra fuente de energía para vivir y estar activo. Los problemas nutricionales causados por una dieta inadecuada pueden ser de muchos tipos, y cuando afectan a toda una generación de niños pueden reducir su capacidad de aprendizaje, comprometiendo así su futuro y perpetuando un ciclo generacional de pobreza y malnutrición con graves consecuencias para los individuos y las naciones (FAO, 2017).

“La disponibilidad de alimentos ejerce una función destacada en la seguridad alimentaria. El suministro de cantidad en alimentos para la población es una condición indispensable, para garantizar que la población tenga un acceso adecuado a los alimentos” (FAO, 2013).

Cada vez más la población aumenta y la calidad de las tierras para el establecimiento de cultivos disminuye y la producción decae constantemente, lo que indica que es necesario llevar a cabo una renovación en las estrategias de producción de alimentos, basándose en sistemas sustentables que además protejan los recursos naturales como el suelo y los cuerpos de agua (Kanchi, 2013 citando a Ramírez, et al 2009).

Debido al crecimiento exponencial de la población que trae consigo un incremento en la demanda de alimento, actualmente se buscan métodos alternativos de producción que permitan satisfacer las necesidades de alimentos de la población con un mínimo uso potencial del suelo.

La acuaponía es una alternativa de producción limpia de alimentos de origen acuícola en zonas urbanas, consiste en una tecnología amigable con el ambiente y puede definirse como una alternativa de producción de alimentos que incorpora dos o más componentes (peces y vegetales o plantas) en un sistema basado en la recirculación de agua (Tyson R. Simonne E, White J y Lamb E. 2004).

Este sistema es objeto de estudio debido a que se pueden producir hortalizas frescas y sanas, y proteína animal de origen orgánico en espacios restringidos (como un jardín y/o patio de una casa) con un mínimo de esfuerzo y participación de todos los miembros de la familia para el auto consumo.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Demostrar habilidades y destrezas en el diseño, instalación, implementación y manejo de un sistema acuapónico.

2.2. Objetivos específicos

- Diseñar un sistema acuapónico fundamentado en la producción de tilapia gris (*Oreochromis Niloticus*) y hierbabuena (*Mentha spicata*).
- Instalar el sistema acuapónico con todos sus componentes.
- Implementar y manejar técnicamente el sistema acuapónico, hasta lograr un ciclo completo de producción de peces y plantas.

III. CARACTERIZACION DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

3.1. Trayectoria histórica de la Universidad Nacional Agraria (UNA)

La UNA está ubicada en el Km. 12 de la carretera norte, Managua, es una institución de enseñanza superior agropecuaria más antigua y de mayor experiencia en Nicaragua, durante sus años de existencia se ha trabajado en pro de una transformación sistemática, cumpliendo la misión de formar profesionales y desarrollar programas de investigación y extensión agropecuaria, respondiendo a los diferentes modelos de desarrollo que el país ha experimentado (UNA, 2011).

“El 25 de mayo de 1917 por Decreto Ejecutivo se constituye la Escuela Nacional de Agricultura, en el Diario Oficial La Gaceta No. 157 que da a conocer el Reglamento Interior de la Escuela Nacional de Agricultura” (UNA, 2011).

En el año 1986 se crearon las orientaciones de la carrera de Ing. Agronómica con menciones en: Ciencias Forestales y Sanidad Vegetal; 1988 se abre la orientación en Suelos y Agua, el período 1985-1989 se caracterizó por la explosión de la matrícula de 48 a sus inicios a 1,578 estudiantes (UNA, 2011).

En el año 1986, el Instituto Superior de Ciencias Agropecuaria (ISCA), amplía su oferta académica e integra la modalidad educativa por Encuentro, para responder a las necesidades del país de profesionalizar a los docentes de los Liceos Agrícolas, ubicados en comunidades rurales; desarrollándose así, el primer programa de educación a distancia en el país con el programa de Licenciatura en Educación Agropecuaria; en el que se graduaron tres promociones (UNA, 2011).

“Posteriormente, se imparte en esta modalidad, los programas de las carreras de Ingeniería Agronómica Generalista, Licenciatura en Educación y Comunicación Agropecuaria y la Licenciatura en Extensión Agraria” (UNA, 2011).

3.2. Misión

La Universidad Nacional Agraria es una Institución de Educación Superior Pública, Autónoma, sin fines de lucro, que contribuye, desde la perspectiva del Compromiso Social Universitario, al desarrollo agrario integral y sostenible, y a la conservación del ambiente, mediante la formación de profesionales competentes, con valores éticos, morales y cultura ambientalista; la construcción de conocimiento científico y tecnológico; y la producción, gestión y difusión de información (UNA, 2011).

3.3. Visión

Es una institución líder en Educación Superior Agraria, caracterizada por su calidad, eficiencia y transparencia, con impacto nacional y proyección regional e internacional en la formación de profesionales, en tanto contribuye con la generación de conocimientos científico-técnicos e innovación para el desarrollo agrario integral y sostenible (UNA, 2011).

Es reconocida por su vinculación e integración al desarrollo regional y nacional a través de programas académicos pertinentes, flexibles e innovadores que abarcan diferentes áreas del conocimiento agrario y son desarrollados en ambientes que fomentan el aprendizaje significativo, con escenarios variados y utilización de tecnologías de comunicación apropiadas para la construcción del conocimiento y el desarrollo de competencias técnicas y valores (UNA, 2011).

Es una institución consolidada orgánicamente, con una estructura flexible, dinámica y adaptada al cambio. Los miembros de la comunidad están comprometidos con la calidad en el desarrollo de todos los procesos y procedimientos académicos y administrativos (UNA, 2011).

3.4. Lema

“POR UN DESARROLLO AGRARIO INTEGRAL Y SOSTENIBLE”

3.5. Principios

La Universidad Nacional Agraria, fundamenta su quehacer en pro de la sociedad nicaragüense sobre la base de los siguientes principios: (UNA, 2011)

- Autonomía Universitaria
- Libertad de cátedra
- Democracia y participación
- Conciencia crítica
- Enfoque de sistema
- Libertad de pensamiento
- Respeto a la libertad de creencias
- Educación para la vida
- Preservación del patrimonio cultural institucional
- Fomento de la cultura y deporte
- La interculturalidad
- Ética, transparencia, eficacia y eficiencia
- Unidad en la diversidad
- Conjugación de la teoría con la práctica
- La educación como proceso único, continuo, permanente
- Participación de la comunidad universitaria.

3.6. Objetivos

- Fomentar talento humano integral y competente en diferentes niveles educativos que contribuya al desarrollo agrario sostenible, en correspondencia con el modelo educativo (UNA, 2011).
- Potenciar la investigación, el desarrollo y la innovación en correspondencia con las necesidades y demandas del país y la región, según los lineamientos de Proyecto Educativo.
- Desarrollar la cultura del compromiso social universitario en la formación integral, contextualizado a las necesidades del país en cumplimiento del rol de la UNA.
- Modernizar la gestión institucional para mayor efectividad, calidad y transparencia en correspondencia al Proyecto Educativo.
- Garantizar el funcionamiento del Sistema de Aseguramiento de la Calidad para la mejora continua del quehacer Institucional.
- Gestionar recursos adicionales que contribuyan a la sostenibilidad y eficiencia Institucional.

Institucionalizar el programa de internacionalización en correspondencia de internacionalización en correspondencia al modelo y proyecto educativo.

3.7. Políticas

La Universidad Nacional Agraria, dispone con un código de ética y conducta, estatutos, manuales, normas, procedimientos, políticas y reglamentos: (UNA, 2011).

- Código de ética y conducta de los servidores públicos de la una.
- Estatutos de la UNA.
- Manual de control interno.

- Manual de normas y procedimientos administrativos financieros de las unidades académicas de producción.
- Normas para la formulación, ejecución y control presupuestario, año 2014.
- Normas y procedimientos para el control de entrega y uso del combustible.
- Normas y procedimientos para los ingresos.
- Normas y procedimientos para uso de vehículos propiedad de la (UNA).
- Política de renovación vehicular en la Universidad Nacional Agraria (UNA).
- Reglamento para compra de ganado.
- Reglamento para compras con fondos de caja chica.
- Reglamento para el control de anticipos a justificar.
- Reglamento para el control de inventario en bodega.
- Reglamento para el registro y control de activos fijos.

3.8. Aspectos normativos

Existen normas simples pero cargadas de contenido morales y prácticos que orientan la convivencia y el desarrollo de la vida en comunidad. La empresa dispone de un manual de funciones en el cual se orientan las diferentes actividades a desarrollarse en cada uno de los departamentos: (UNA, 2011).

- Normativa de funcionamiento del Comité de Auditoría y Finanzas /Comité de Control Interno (CAF/CCI).
- Normativa técnica y procedimientos operativos para el manejo seguro de productos y residuos químicos de la Universidad Nacional Agraria (UNA).
- Normativas para la adquisición de víveres.

3.9. Estructura organizativa de la Facultad de Ciencia Animal FACA-UNA

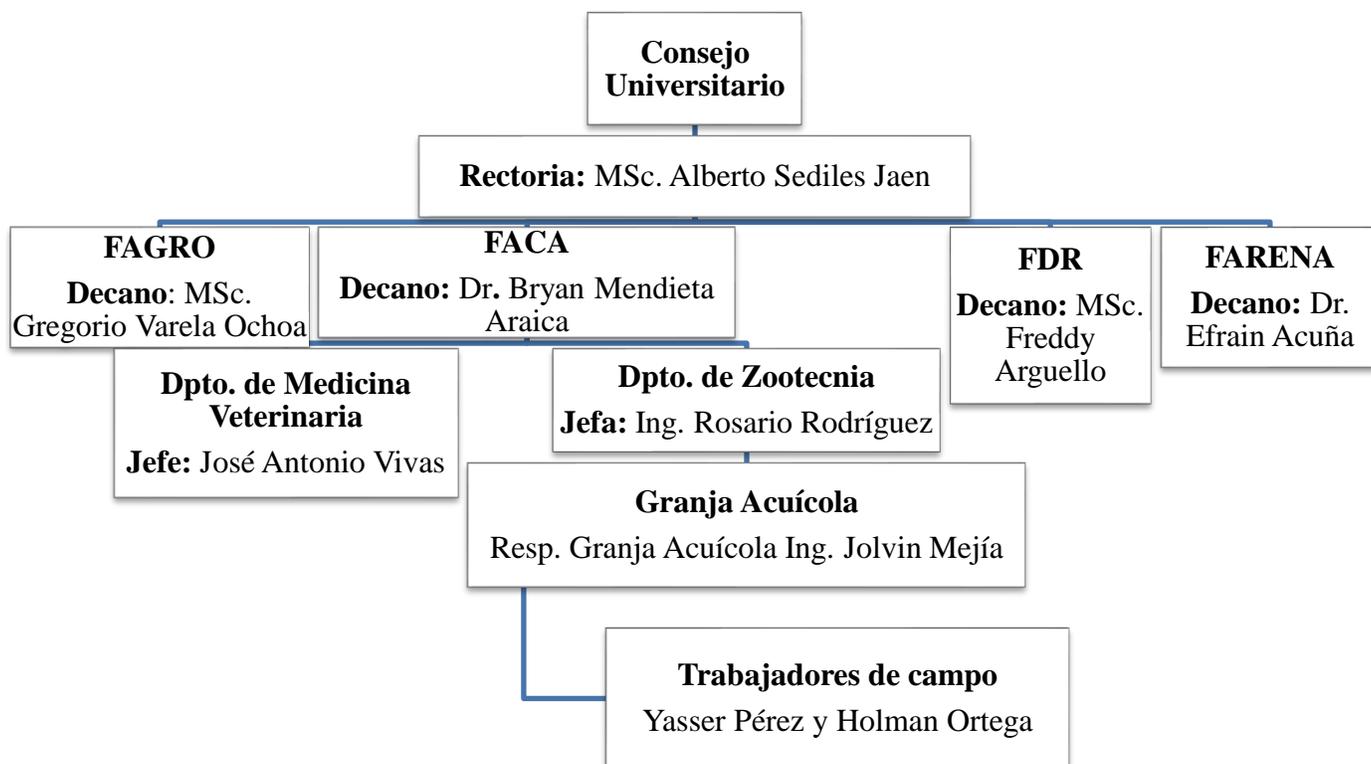


Figura 1. Estructura organizativa de la Facultad de Ciencia Animal FACA-UNA.

Fuente propia.

3.10. Funciones de las áreas de trabajo de la Universidad Nacional Agraria (UNA)

- **Consejo Universitario:** “Es el responsable de establecer todas las disposiciones y reglas generales dirigidas para una mejor organización, funcionamiento técnico, administrativo y docente de la universidad” (UNA, 2011).
- **Rector:** “Es el encargado de dirigir y promover una gestión fundamentada en los principios, valores y fines de la universidad, para garantizar la marcha armoniosa y eficiente de la institución” (UNA, 2011).
- **Decano:** “Dirigir la actividad académica de la facultad y su gestión administrativa, económica y financiera. Preparar los planes de estudio y de trabajo de la facultad, para su aprobación” (UNA, 2011).
- **Jefe dpto. de Zootecnia:** “Cumplimiento de sus funciones y responsabilidades de coordinación, docencia, investigaciones y proyección social con base en la planificación académica establecida” (UNA, 2011).
- **Responsable de la granja Acuícola:** Planea, organiza, dirige y controla las operaciones de explotación acuícola.
- **Trabajadores de campo:** Realizar todas las actividades que conlleva la producción de alevines mono sexo de tilapia, así como también el engorde, mantenimiento de reproductores de Tilapia (*Oreochromis Niloticus*).

IV. FUNCIONES DEL PASANTE EN EL ÁREA DE TRABAJO

La pasantía realizada tuvo una duración de un periodo de seis meses en la Granja Acuícola de la Facultad de Ciencia Animal FACA-UNA, en su Sede Central, estuve involucrado como colaborador del área de manejo de los sistemas acuapónico, siendo orientado por el Ingeniero Jolvin Mejía Fernández responsable de la Granja Acuícola, cumpliendo con las siguientes actividades:

4.1. La interacción de la acuicultura y la hidroponía

La hidroponía es el método más común para la producción de plantas sin suelo (la producción de plantas sin uso de suelo), este método consiste en cultivar plantas en sustratos que entran en contacto con una solución nutritiva, el sustrato sirve para soporte a la planta y hace posible retener la húmeda, el sistema de riego está integrado dentro del sustrato para proporcionar a la raíz los nutrientes necesarios para el crecimiento de la planta.

La acuicultura es la cría de peces en cautiverio y de otros crustáceos, así como plantas acuáticas en condiciones controladas, en los sistemas de acuicultura se distinguen cuatro categorías:

- El sistema de circuito abierto (ej. Las jaulas o corrales abiertos medio ambiente natural).
- Sistema de cultivo en estanques.
- Sistema de canalización (tipo de canaleta, generalmente de hormigón, con circulación de agua.).
- Sistema de recirculación de agua (Sistemas de recirculación en acuicultura - RAS).

La acuaponía es una forma de agricultura que integra dos importantes técnicas: acuicultura e hidroponía en una unidad de acuaponía que trabaj en circulación continua en el cual el agua sale del tanque conteniendo todo el residuo metabólico de los organismos acuáticos (por ejemplo, peces), excrementos y restos de alimentos no consumidos, el agua sale del tanque, de los peces y pasa a través de un filtro mecánico que elimina los residuos sólidos mayores

y luego pasa, a un biofiltro que contiene bacterias para transformar el amoníaco a nitrito y a nitrato, disponible para las plantas.

Los residuos de los peces son importantes ya que proporcionan todos los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, el agua pasa a la cama hidropónica donde están las plantas para absorber los nitratos a través del sistema radicular y a la vez las raíces purifican el agua, a través de la bomba sumergible el agua regresa al tanque de cría de los peces por medio de tubos PVC de ½”.

El biofiltro provee las condiciones adecuado para las bacterias, las que convierte los desechos de los peces en nutrientes para las plantas, este proceso de eliminación y transformación de nutrientes pueden purificar el agua, el amoníaco es un elemento tóxico para los peces esto permite que los peces mueran por el exceso de este elemento (amoníaco) de este modo todos los organismos del sistema acuapónico trabajan juntos para crear un ambiente saludable a condición de que el sistema esté bien equilibrado.

La acuaponía es una técnica que se puede implementar o incorporar en la agricultura productiva y sostenible en particular a nivel familiar, este sistema permite en primer lugar el apoyo y la colaboración de diferentes organismos (peces u organismos acuáticos y verduras), y en segundo lugar los rendimientos esperados pueden ser satisfactorios sobre todo en el contexto del lugar, medio ambiente y condiciones económicas.

La acuaponía es una técnica adecuada para la producción en zonas donde existe escases de tierra y agua, y los suelos son pobres (por ejemplo, los desiertos o regiones áridas, islas de arena atolones y jardines urbanos) que pueden albergar sistema acuapónico, desde trabajos de producción en un circuito cerrado, porque se utiliza una cantidad mínima de agua.

En general, el diseño o la instalación de un sistema acuapónico es costoso porque requiere de los productos (acuicultura y hidroponía) y la recirculación de agua se da a través de una bomba sumergible. Sin embargo, el sistema se puede adaptar, diseñar y dimensionar de acuerdo con las necesidades, capacidades y recursos del agricultor, siempre que sea posible,

se recomienda construir el sistema con materiales disponibles localmente, así como depender de los conocimientos tradicionales y tener en cuenta los factores ambientales y culturales locales.

Se recomienda un personal capacitado para realizar los trabajos de diseño, producción y mantenimiento, tanto en la piscicultura como en el cultivo de hortalizas.

En nuestro caso siguiendo la lógica del diseño descrito el sistema acuícola se acopla al sistema hidropónico a través de un sistema de filtros (mecánico y biológico) y el sistema de recirculación de agua, permitiendo el funcionamiento integral de un sistema de producción de peces de tilapia y hierbabuena.

4.2. ¿Qué es la Acuaponía?

Jones, (2002) menciona que:

La acuaponía es un sistema de producción cerrado que integra la técnica de la acuicultura con la hidroponía, es decir, es una combinación de la producción de peces y hortalizas sin suelo como medio común el agua, las plantas y los peces crean una sinergia, ya que los desechos metabólicos de los peces son aprovechados como nutrientes por los vegetales para crecer y las plantas limpian el agua y eliminan los compuestos tóxicos para los peces (principalmente amonio y nitritos).

En cuanto al color del tanque, blancos o de otros colores brillantes son muy recomendables debido a que permite una mejor observación de los peces y su comportamiento, y también permite evaluar fácilmente la cantidad de residuos depositados en el fondo del tanque los contenedores blancos también permiten reflejar la luz del sol y así mantener el agua fresca.

Se pueden utilizar muchos tipos de sustratos para dar cabida a las bacterias: sustrato de plástico (pelotas, tubos corrugados, tapones de botellas de plástico), grava

volcánica, redes o chips de cloruro de polivinilo PVC, esponja o cepillo nylon, cordelería para la agricultura.

Camas de sustrato: son las más adecuadas para proyectos de baja a mediana escala por su bajo costo, manejo y simplicidad, el sustrato tiene la función de sostener las raíces de la planta y también funciona como filtro biológico y mecánico; su principal desventaja es que presenta mayor evaporación en comparación con otras técnicas, generalmente se usa para sistemas muy pequeños película nutritiva (NFT): es el más conocido de la hidroponía por su versatilidad de ensamblaje y el poco consumo de agua en comparación con los otros métodos, es el indicado para hortalizas de hoja porque no requieren una gran cantidad de sustrato.

Balsas flotantes: en este sistema las raíces están sumergidas en el agua por lo que el cuidado de la oxigenación es importante, es el más adecuado para producciones con espacio suficiente y que produzcan hortalizas de hoja únicamente.

Bomba de agua: es el motor del sistema acuapónico, dirige el agua desde la cama hidropónicas y la reenvía de nuevamente al tanque en un sistema cerrado de recirculación. En los sistemas acuapónico se pueden establecer los siguientes cultivos: apio, cilantro, tomate, chiltoma, lechuga, menta, hierbabuena, chile.

4.3. Proceso de nitrificación

La nitrificación es la conversión aeróbica de amoníaco a nitratos es una de las funciones más importantes en un sistema de acuaponía, porque reduce la toxicidad del agua para los peces y permite que los compuestos de nitrato resultantes sean eliminados por las plantas para su nutrición.

El amoníaco es desprendido constantemente por excreción y branquias de los peces por su metabolismo, es preciso filtrar el amoníaco ya que concentraciones superiores a 0.5 a 1 ppm, son mortales para los peces aunque las plantas en parte pueden absorber amoníaco del agua, los nitratos son más fácilmente asimilados reduciendo así la toxicidad del agua para los peces,

el amoníaco puede ser convertido en otros componentes nitrogenados a través de poblaciones saludables de:

- Nitroso monas: bacteria que convierte amoníaco en nitritos.
- Nitro bacteria: bacteria que convierte nitritos en nitratos.

Tres organismos están involucrados en el rendimiento óptimo de los sistemas acuapónico: plantas, peces y bacterias nitrificadoras que benefician a las plantas, siendo los peces aprovechados para el comercio, estas bacterias son importante a su vez en la biofiltración, convirtiendo los desechos tóxicos de amoníaco de los peces en nitrato nitrogenado, uno de los nutrientes minerales más requeridos por las plantas.

4.4. Selección del sitio

El Sitio seleccionado está ubicado en la granja de acuicultura porque cumple con los requerimientos necesarios para un sistema de acuaponía como: abastecimiento de agua, energía eléctrica, peces y materiales necesario.

a) Evitar la exposición a los vientos y lluvia

Las condiciones ambientales extremas pueden en primer lugar, causar estrés o causar la muerte de las plantas y peces, en segundo lugar, puede debilitar y destruir las instalaciones de acuaponía los vientos fuertes y constantes a menudo tienen un impacto negativo considerable en la producción de los cultivos, ya que dañan las plantas, rompen los tallos y destruyen los órganos reproductores (ejemplo flores, frutas).

Las fuertes lluvias pueden dañar el sistema hidropónico los conectores eléctricos no protegidos, si el sistema recibe gran cantidad de agua de lluvia, se diluye el agua rica en nutrientes y la unidad puede ser inundada (Coral, D. 2015).

b) Exposición a la luz solar o a la sombra

Las plantas utilizadas en acuaponía deben tener la característica de crecer y desarrollarse a pleno sol, no así en algunas plantas en el sistema hidropónico no son tolerantes a las temperaturas altas de la luz solar como la lechuga, apio y repollo.

Por tanto, en ocasiones es aconsejable proporcionar sombra para este tipo de plantas (ejemplo mallas de sombra, grandes ramas u hojas secas depositadas sobre una estructura), si se elige un lugar cercano a poblados urbanos, resulta beneficioso porque puede proporcionar seguridad más fácilmente que un sitio alejado de la localidad.

c) Acceso a servicios e infraestructura adecuados

En la selección del sitio, es importante tener en cuenta la disponibilidad de los servicios públicos (agua, electricidad), se requiere que el acceso a la electricidad para hacer funcionar las bombas de agua y aire las conexiones eléctricas deben estar protegidas de salpicaduras y provistas de un dispositivo de corriente residual.

4.5. Nivelación y estructura de la cama

Es importante elegir un sitio de construcción donde el piso sea estable y nivelado ya que algunos elementos de una unidad de acuaponía son pesadas cuando la cama hidropónica solo lleva sustrato como piedrín, hormigón, piedra volcánica, por lo tanto, existe un riesgo potencial de que las estructuras (tanques de cría o cultivo) sufran hundimiento en el suelo esto puede causar la interrupción del flujo de agua, la inundación de los cultivos o colapso completo del sistema.

Cuando se selecciona el sitio hay que hacer las nivelaciones del sistema de acuaponía, ya que para cada elemento que se va a utilizar es diferente. El nivel del tanque donde están los peces tiene que estar con un nivel exacto, el agua del estanque de los peces cae al filtro mecánico por gravedad el filtro mecánico debe tener una pendiente del 5%, donde pasa el agua del filtro mecánico al filtro biológico por gravedad, la nivelación del filtro biológico lleva el 5%, donde pasa el agua por gravedad a la cama hidropónica donde va la cama de siembra no

mayor al 1%, la cama hidropónica es rectangular no necesita que tenga pendiente por lo que la bomba se instala en la cama hidropónica la que impulsa el agua al tanque de los peces.

La cama que se construyó esta con las siguientes medidas: 1.20m de ancho, 2.50m de largo y 0.30m de altura, luego se forra con plástico negro donde tendrá un almacenamiento de 756 (L) de agua, por encima de la pinicula de agua lleva un poroplas donde se pondrán las plantas.

4.6. Llenado de agua

Llenado del sistema acuapónico con agua limpia se dejó reposar entre 4 a 7 días para la eliminación de toxinas de la pintura resina, pega, tubería PVC y de los tanques de polietileno luego drenarlo.

El agua es vital e indispensable para el buen funcionamiento del sistema acuapónico es a través de ella que las plantas se alimentan de los nutrientes del amonio expulsado de los peces y estos a su vez obtienen su oxígeno por medio de la circulación del agua.

El llenado de los tanques completamente se realizó al inicio del proceso de producción durante el ciclo productivo el sistema de recirculación propuesto, permitiendo que el volumen de agua en cada uno de los tanques pueda ser recirculado entre 30 y 40 veces y que el mismo pueda ser filtrado completamente al menos una vez, por hora. Un sistema de recirculación es cuando la mayor parte del agua es reutilizable con eliminación de sólidos y habiendo una conversión biológica de amoniacio no ionizado disuelto a nitrato la calidad del agua y su química debe de ser modificada antes que el agua regrese al tanque de cultivo así, de esta manera se inyecta oxigeno directamente al agua, el dióxido de carbono se volatiliza o el agua se ozoniza es decir, pasa por bancos de luz ultravioleta para el control de patógenos y compuestos disueltos orgánicos, todos los sistemas de recirculación eliminan desperdicios oxidan $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, eliminan CO_2 , añaden oxigeno suplementario antes de retornar al tanque (Stover, S. 2009).

4.7. Germinación de las semillas

Durante el proceso de la estructura del sistema acuapónico se pone a germinar las semillas seleccionadas con el sustrato necesario para la germinación y posterior se hace el traslado al sistema acuapónico.

En acuaponía las plantas pueden estar en substratos sobre recipientes o tuberías y recircular el agua en el sistema acuapónico, se pueden cultivar en bandejas de semilleros de las, plantas más aptas para el sistema acuapónico son aquellas de pequeño porte (hojas) y no leñosas entre ellas tenemos la lechuga de hoja verde o morada, hierbabuena, apio, cilantro, brócoli, tomate, chiltoma, estas son idóneas para la acuaponía.

Cuadro 1. Parámetros y condiciones ambientales generales requeridas para el buen desarrollo de vegetales cultivados en acuaponía.

Especies de cultivo	pH	Plantas/m²	Tiempo de germinación días	Tiempo de crecimiento semana	Temperatura (C°)	Exposición solar
Albahaca	5,5-6,5	8-40	6-7	5-6	20-25	Moderada/Alta
Coliflor	6-6,5	3-5	4-7	8-16	10-20	Alta
Lechugas	6-7	20-25	3-6	4-5	15-22	Moderada/Alta
Pepinos	5,5-6,5	2-5	3-6	7-9	18-26	Alta
Berenjena	5,5-7	3-5	8-10	12-16	15-25	Alta
Tomate	5,5-6,5	3-5	4-7	6-12	15-25	Alta
Repollo	6-7,5	4-8	4-7	6-10	15-20	Alta
Brócoli	6-7	4-7	4-7	6-12	10-20	Moderada/Alta
Acelga	6-7,5	15-20	4-5	4-5	15-25	Moderada/Alta
Perejil	6-7	10-15	8-10	3-4	15-25	Moderada/Alta

Fuente, Somerville 2014.

4.8. Con respecto a peces

El tipo de especie que se utiliza depende del lugar geográfico en donde se realice el cultivo acuapónico, esto estará en dependencia del clima, la temperatura y se aconseja utilizar peces autóctonos que tengan valor nutritivo, comercial en su especie y el más apto en la acuaponía es la tilapia (*Oreochromis niloticus*).

Cuadro 2. Tolerancia, calidad de agua y requerimiento proteico y crecimiento esperado de las principales especies acuáticas de cultivo utilizado en sistema de acuapónico.

Especie de cultivo	Temperatura C°)		Nitrógeno NAT (mg/l)	Nitrito (mg/l)	Oxígeno (mg/l)	% Proteína en alimento	Tiempo de crecimiento
	Vital	Optima					
Carpa común (<i>Cyprinus carpio</i>)	4 a 34	25 a 30	<1	<1	>4	30 a 38	600g en 10 meses.
Tilapia del nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	14 a 36	27 a 30	<2	<1	>4	28 a 32	600g en 7 meses.
Bagre del canal (<i>Ictalurus punctatus</i>)	5 a 34	25 a 30	<1	<1	>3	25 a 36	400g en 8 meses.
Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus Mykiss</i>)	10 a 18	14 a 16	<0.5	<0.2	>6	42	1 kg en 15 meses.
Cabeza Chata (<i>Mugil Cephalus</i>)	8 a 32	20 a 27	<1	<1	>4	30 a 34	750g en 10 meses.
Camarón de agua dulce (<i>Macrobrachium rosenbergli</i>)	18 a 34	26 a 29	<0.5	<2	>3	35	30g en 4 meses.

Fuente, modificado de Somerville, 2014.

4.9. Microorganismo en el sistema acuapónico

(FAO, 2014) menciona que:

La tilapia es la especie más utilizada en los sistemas acuapónicos, una vez liberados los peces en el tanque, las bacterias nitrificadoras (*Nitrosomonas sp.* y *Nitrobacter sp.*) que se encuentran libremente en la naturaleza empiezan a colonizar los sustratos de forma natural y espontánea, en un sistema acuapónico se puede detectar la presencia de las bacterias y su actividad, a través de un análisis de muestro de agua, se observan los niveles de amonio, nitritos y nitratos.

Las bacterias (*Nitrosomonas sp.*), son las primeras en colonizar el sistema y las encargadas de transformar el amonio en nitrito de esta manera, la concentración de amonio tiende a bajar y aumenta el nivel de nitritos; a través de una simbiosis se esperan las bacterias (*Nitrobacter sp.*) que trasforman los nitritos en nitratos.

4.10. Siembra de alevines

El tipo de peces que se sembró en el sistema fue la variedad (*Oreochromis niloticus*), ya que esta presenta una mayor resistencia, estos peces son los primeros que deben ser establecidos en el sistema acuapónico, estos realizan una actividad muy importante por el amonio que deben aportar para el desarrollo de las plantas.

4.11. Trasplante al sistema acuapónico

Una vez que germinó la semilla y presentan de dos a cuatro hojas de hierbabuena estas plantas se trasladan en sus respectivos vasos de poroplas con su esponja para sostener la plántula de cada una de ellas, siendo colocadas en la cama hidropónica donde está el sistema acuaponico.

4.12. Alimentación de los peces

Para la alimentación de los peces se trabajó con una tabla de alimentación y una estrategia de alimentación implementada en el cultivo de tilapia en tanques circulares, utilizando dietas con contenido proteína y presentaciones de alimento recomendado para cada etapa de cultivo, los porcentajes varían desde el 45% de en la etapa inicial de cultivo 38% en el pre engorde y 32% o 28% en la etapa final de engorde.

Las dosis de proteínas tal y como se muestra en la tabla de alimentación estará acorde a la fase de cultivo.

- 45% de proteína cruda durante el primer mes de cultivo hasta que la tilapia pueda alcanzar un peso entre 20 y 30g promedio la presentación del alimento puede ser en polvo fino y grueso combinado o bien en forma granulada (paletizado) entre 1-3mm.
- 38% de proteína cruda durante el segundo y tercer mes, hasta que la tilapia alcance un peso promedio de 100 a 120g.
- 32% de proteína cruda durante los últimos tres meses de cultivo se espera que la tilapia alcance un peso total de 454-500g.

4.13. Muestreo

La alimentación se ajustó semanalmente para lo cual se tomó una muestra de 20 peces, se pesaron y se tomó el peso promedio de igual manera se llevó un control de la mortalidad y de la existencia actual de animales en cada tanque con estos datos primarios se estimará la biomasa (peso vivo existente), con ayuda del cual se calculará la ración diaria a suministrar (RD), como un porcentaje del peso vivo usando la tabla de alimentación recomendada.

4.14. Toma de parámetros del agua

(Saavedra 2006) menciona que:

- **Temperatura:** Los rangos óptimos de temperatura oscilan entre 20 a 30°C a temperaturas menores de 15°C, el crecimiento de los peces se reduce considerablemente, por las temperaturas mayores a 32°C, el consumo de alimento disminuye y retarda el crecimiento.

- **Oxígeno Disuelto (OD):** El rango óptimo deseable para el crecimiento de la tilapia es de 2 a 3mg/L, la tilapia soporta bajas concentraciones de oxígeno disuelto, aproximadamente de 1mg/L, aunque puede resistir valores menores por periodos cortos, a menor concentración de oxígeno el consumo de alimento se reduce o se detiene y por consiguiente el crecimiento de los peces también se detiene.

- **El fitoplancton** es probablemente el mayor instrumento que influencia las características de la calidad del agua en los estanques. La fotosíntesis que realiza produce como resultado oxígeno, que resulta ser crítico para la vida de los animales que viven en el estanque, pero durante la noche el fitoplancton (constituido por las algas) también respira y ejerce una gran influencia sobre los niveles mínimos de oxígeno del sistema.

- **pH:** El rango adecuado para la tilapia es de 7 a 9, este depende principalmente de la cantidad de carbonatos, bicarbonatos y dióxido de carbono (CO₂), presente un alto contenido de CO₂ puede causar valores de pH ácidos, afectando el crecimiento de los peces ya que disminuye el consumo de alimento la presencia en altas concentraciones de carbonatos y bicarbonatos puede producir condiciones alcalinas en el agua.

- **Turbidez:** Se deben mantener por lo menos 30 centímetros de turbidez medidos con el Disco Secchi, esta medida de turbidez permite calcular la zona fótica en donde ocurre la fotosíntesis para la producción de oxígeno disuelto.

- **Amoniaco:** Es el principal desecho producido por los peces es el subproducto de la digestión de proteínas por la síntesis de los aminoácidos se estima que 2.2 libras de amoniaco son producidos por cada 100 libras de alimento suministrado, cabe señalar que el primer paso de la nitrificación produce ácido lo que resulta en una disminución en el pH, debido a que la nitrificación se inhibirá con pH bajo, se debe contar con una base para tamponar el ácido producido durante la nitrificación. La instalación de biofiltro es recomendada para el tratamiento de estos desechos nitrogenados cuando se producen en grandes cantidades y sobrepasan la capacidad de absorción de las plantas generando toxicidad por acumulación.

4.15. Rellenado de agua

Producto de la evaporación, el uso de agua por las plantas y drenado de filtros se proyecta una pérdida de agua del 3 al 10% semanal, la cual deberá ser nuevamente incorporada hasta mantener los niveles de agua en el sistema.

4.16. Control de plagas

(FAO, 2014) menciona que:

Las plagas y enfermedades no deben ser controladas con plaguicidas debido a que estos compuestos llegan a afectar a los peces. Lo más recomendable para el control de Fito patógenos es el manejo integrado de:

- **Métodos físicos:** el plástico del invernadero la malla sombra o mallas anti-áfidos reducen la incidencia de plagas actuando como barrera física.
- **Trampas:** se recomienda el uso de trampas adhesivas de colores; las de color azul atraen estados adultos de trips, mientras que las amarillas atraen las moscas blancas o voladores pequeños.
- **Biopesticidas:** son organismos o sustancias de origen natural derivados de animales plantas, microorganismos y minerales, los más comunes son los Biopesticidas vegetales y se elaboran a base de extractos de cebolla, ajo y chile, mismos que son efectivos para repeler y controlar plagas y enfermedades. Por su manera de aplicación no contaminan la solución nutritiva, pues se aplican el mismo día de su elaboración y pierden efectividad al poco tiempo.
- **Control biológico:** se introducen depredadores naturales en el ambiente para controlar las infestaciones, para esto se debe conocer la plaga y su depredador natural, algunas de las ventajas son: ausencia de residuos no desarrolla resistencia en las plagas, económicamente viable (en proyectos a gran escala) y es ecológico. También el uso de entomopatógenos es seguro los más comunes son (*Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis*).

4.17. Limpieza de bomba y de las plantas

El mantenimiento de la bomba sumergible del sistema se realiza dos veces a la semana con el objetivo de tener una buena circulación de agua dentro del sistema. Al finalizar el trasplante en los sistemas acuapónico en la primera semana se eliminaron las plantas que se marchitaron o no se adaptaron en el sistema en la trayectoria del manejo del sistema se fue haciendo limpieza de planta o de hojas para evitar suciedad en la cama de las plantas.

4.18. Cosechas de las plantas

La hierbabuena (*Mentha sativa*), es una planta cuyo cultivo es poco extendido y sólo se realiza en pequeños huertos se trata de una planta herbácea viva y con raíces la planta de color verde con ramificados y de unos 25cm de altura.

La recolección se realiza cerca a los dos meses después de plantación en la cama hidropónica antes de que la planta entre en plena floración, , la cosecha se comienza a realizar a los dos meses y medio, obteniendo de dos a cinco cosechas al año, cada 35 o 45 días se puede realizar un corte, este se realizará cuando la planta tenga una medida de 20 o 25cm de altura, cortando las plantas y haciendo manojos la planta rebrotara con gran fuerza produciendo fuertes ramificaciones.

Las cosechas obtenidas luego de un determinado tiempo serán las que generen el mayor porcentaje de producción debido al corto tiempo requerido en comparación con los peces.

A diferencia de los cultivos hidropónicos las plantas producidas en acuaponía pueden obtener certificación orgánica puesto que los nutrientes son suministrados por los desechos de los peces las plantas que más se recomiendan en este sistema son las hortalizas de hoja (lechuga) y las plantas aromáticas (albahaca, menta, orégano), debido a que son cultivos de ciclos cortos.

4.19. Cosechas de peces

La cosecha es la etapa final del cultivo de peces, se pueden ejecutar tanto totales o parciales, dependiendo a como se realice la demanda de la cantidad y frecuencia con que se pretende tener el producto disponible para su comercialización estas se realizan cuando los peces han alcanzado su tamaño esperado de 380g.

V. DESCRIPCION DEL TRABAJO DESARROLLADO

En la granja de acuicultura se implementó el sistema acuapónico con un espacio de 5m de largo y 1.5m de ancho en ese espacio, se instaló un estanque rectangular de polietileno de un metro de largo y un metro de altura con capacidad de un m³ de agua se procedió hacer el llenado de agua con una bomba sumergible donde se instaló desde una pila hasta llenar el estanque donde duro una hora para llenarse, realice la siembra de 60 alevines en el estanque con un peso de 5g.variedad Tilapia (*Oreochromis niloticus*).

Como filtro mecánico se utilizó un barril de 120 (L) de agua se incorporó hormigón como sustrato (para retener los elementos solidos) y otro barril como filtro biológico de 120 (L) de agua por dentro del barril, llevó la cantidad de 100 a 200 tapones de botella plástico dentro de una malla roja, dicha función es la fijación de bacterias. Se construyó una cama hidropónica con capacidad de 756 (L) de agua forrándola con plástico negro y poniéndole por encima una lámina de poroplas a su medida donde estarán las plantas.

5.1. Diseño del sistema acuapónico y sus componentes

- Se ensambló el sistema acuapónico con los siguientes materiales 1 tubo PVC de 2 pulgada, 1 codo de 2 pulgada, 1 tubo PVC de 1/2 pulgada, se instaló una bomba sumergible en el sistema acuapónico con la capacidad de 2 500 (L) por hora, una vez colocado el sistema acuapónico se trasplantó las plantas de hierbabuena a la cama flotante.
- El recipiente utilizado para el cultivo de peces fue un tanque rectangular de plástico polietileno color blanco con capacidad para 1 000 (L) de agua (1m³).
- Un filtro mecánico y sedimentador compuesto por un barril color azul con una capacidad de agua de 120 (L), este método de filtración es adecuado para las unidades de acuaponía de pequeña escala como, lo es en el diseño.
- Un filtro biológico compuesto por un barril azul con la capacidad de 120 (L) de agua, varios tipos de sustratos que se pueden utilizar para la fijación de las bacterias como

piedra de los ríos, hormigón, tapones, botella plástica y el tipo de sustrato que se prefirió fueron tapones de botellas de plástico.

- La cama hidropónica se construyó sobre doce piedras canteras de forma rectangular con tabloncillos de madera 1.20 de ancho 2.10 de largo 0.30cm de altura, se forró con cuatro yardas de plástico negro, para una capacidad de 756 (L) de agua, en la cama de siembra se utilizó una lámina de poroplas de 4 pie x 8 pie x 2 pulgada, donde queda el poroplas flotando en la cama de agua, el cual contiene los vasos de poroplas para fijar las plantas.
- La planta que se colocó en el sistema hidropónico fue hierbabuena.
- La bomba sumergible Aquarium con serie NS 2 500, con una capacidad de caudal de 2 500 (L) _{h-1} una potencia de 50w y una altura máxima de 3m.

En el sistema acuapónico la densidad de siembra de las plantas está en relación directa con la biomasa existente de peces cuando el sistema está en su máxima capacidad operativa, en nuestro caso particular la relación peces-planta será de 1x2 (dos plantas de hierbabuena por libra de peces).

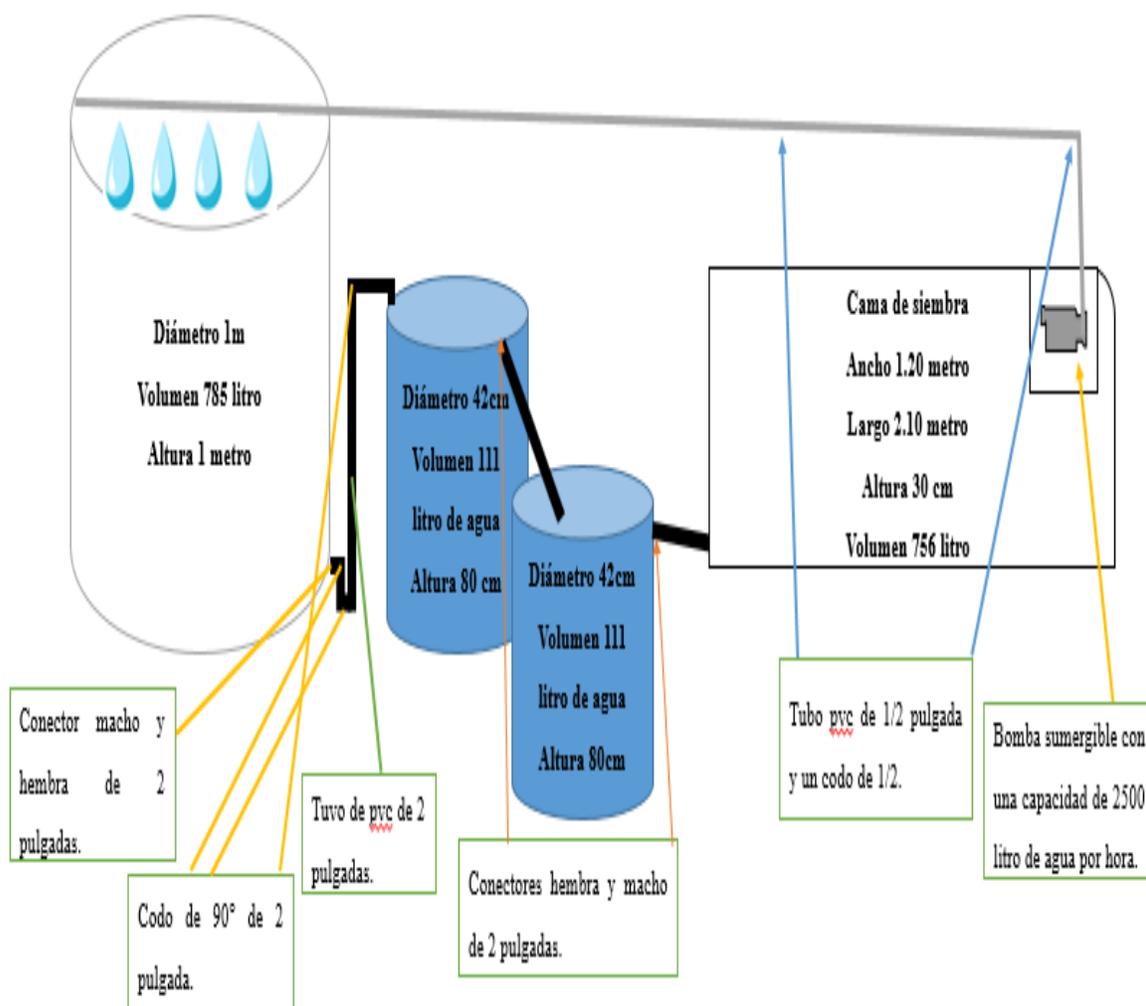


Figura 2. Propuesta de diseño del sistema acuapónico.

Fuente, propia.

Cuadro 3. Herramientas manuales para la construcción del sistema acuapónico

Descripción	Unidad de medida	Cantidad
Maxi cubo para peces	1 m ³	1
Barriles azules	120 litros	2
Tubos PVC	½ pulgada	2
Tubo PVC	2 pulgadas	1
Codos PVC	½ pulgada	2
Tapón	½ pulgada	1
Reductor	½ pulgada	1
Codos PVC	2 pulgadas 90°	4
Codos PVC	2 pulgadas 45°	4
Plástico negro	Yardas	4
Bomba	1200 lt/h	1
Lámina de poroplas	Pulgadas	1
Piedras canteras	Unidad	12
Tablones 8 x 12 x 1	Unidad	3
Vasos poroplas	6 onza	150
Esponja	Unidad	1
Cinta métrica	Unidad	1
Sierra para cortar tubo	Unidad	1
SERRUCHO	Unidad	1
Clavos de 2 pulgadas	Libras	3
Clavos de 3 pulgadas	Libras	3
Martillo	Unidad	1
Silicón	Unidad	1
Teflón	Unidad	1
Disco de madera	Unidad	1
Disco de metal	Unidad	1
Toma corriente	Unidad	1

Fuente. propia.

5.2.1. Componente 1: Sistema de cultivo de peces

El recipiente utilizado para el cultivo de peces en el diseño acuapónico fue un tanque rectangular de plástico polietileno color blanco con capacidad para 1 000 (L) de agua (1m³), el pez utilizado es tilapia gris (*Oreochromis niloticus*), esta presenta mayor resistencia con un peso inicial de 5g. sembrados a una densidad de 60 peces /m³.

5.2.2. Componente dos filtros mecánicos

Este componente tiene como función filtrar (sedimentar los sólidos gruesos de heces y alimento no consumido), el agua que sale del tanque de cría de peces el filtro consiste en un barril de plástico color azul con capacidad de 120 (L) de agua, este método de filtración es adecuado para las unidades de acuaponía de pequeña escala como lo es en el diseño.

(Saavedra 2006).

Con esto se garantiza la separación parcial de los residuos sólidos que son luego removidos del sistema para prevenir la liberación de gases tóxicos por parte de bacterias dañinas que se alimentan de los residuos sólidos acumulados, además, estos residuos gruesos pueden obstruir el sistema (tuberías, bombas) e interrumpir el flujo de agua, causando condiciones estresantes para las raíces de las plantas (por ejemplo, la falta de agua, la falta de oxígeno).

5.2.3. Componente tres filtros biológicos (biofiltro)

La filtración biológica es la materia orgánica por bacterias vivas que transforman el amoníaco a nitrito y luego a nitrato, una gran cantidad de residuos de los peces no es retenida por el filtro mecánico, son los llamados sólidos suspendidos debido a que estos residuos se disuelven directamente en el agua y el tamaño de estas partículas son demasiado pequeño para ser retenido mecánicamente. es necesario utilizar un filtro microscópico como los son las bacterias de nitrificación.

El biofiltro se encuentra instalado entre el filtro mecánico y la cama de cultivo hidropónico, el sustrato utilizado para la fijación de bacterias en el filtro biológico son tapones de botellas de plástico.

5.2.4. Componente cuatro camas de siembra con bolsa flotante

Material de construcción y dimensiones de la cama de siembra

- a) **Medida de la cama y capacidad de agua:** La cama de siembra es de forma rectangular construida con tablonces de madera que mide 1.20 de ancho, 2.10 de largo y 0.30cm de altura, forrada con plástico negro, con estas medidas y se obtienen una capacidad de 756 (L) de agua.
- b) **Plástico para forrar la cama:** Utilizaron 4 yarda de plástico negro para cubrir la cama de siembra para la retención del agua.
- c) **Poroplas (Balsa flotante):** En la cama de siembra se utilizó una lámina de poroplas con las siguientes dimensiones 4 pie x 8 pie x 2 pie, donde quedo el poroplas flotando en la cama de agua y ahí se colocaron vasos de poroplas para fijar las plantas y que la raíz quedo flotando, al poroplas se le hicieron de 100 a 200 perforación de 2 a 3 pulgada de diámetro para colocar los vasos.
- d) **Forma de colocar los vasos en la lámina de poroplas:** Se utilizaron vasos de poroplas de 100ml, se les hace una rotura en el fondo del vaso se incorporan dentro pedazo de esponja y se introduce la planta dentro del vaso.
- e) **Tipo de planta que se utilizó en el sistema acuapónico:** Hierbabuena.

5.2.5. Componente cinco el sistema de circulación de agua

Para mantener las buenas condiciones de vida para todos los organismos del sistema de acuaponía es esencial que el agua esté en constante movimiento se mencionó anteriormente, el agua siempre fluye desde el tanque de peces, y luego a través del filtro mecánico, el biofiltro y finalmente llega a los peces a través de la bomba sumergible. Si el flujo de agua se detiene se produce una reducción del oxígeno disuelto (riesgo de asfixia en los peces) y la acumulación de residuos en el tanque de cría de los peces,

la bomba sumergible con capacidad de caudal de 2 500 (L) por hora con una potencia de 50w, a una altura máxima de 3m.

5.3. Ensamble y función del sistema acuapónico con sus componentes

Se seleccionó el sitio para el sistema acuapónico luego se midió 5m de largo y 1.5m de ancho, donde se va a instalar el sistema.

- Se realizó la limpieza y la nivelación del sitio.
- Se instaló un tanque rectangular de plástico con capacidad para 1 000 (L) de agua (1m^3), a través de una pulidora y el disco de cortar se procedió a cortar la tapa del tanque rectangular dejando la parte de arriba abierta.
- Llenado de agua, se instaló un tubo de 1/2 y una bomba sumergible de un estanque de peces al tanque rectangular.

Filtro mecánico: se compone de un barril de plástico color azul con capacidad de 120 litros el estanque de peces en la parte de abajo tiene una llave con un adaptador macho de 2 pulgada, se le anexo un pedazo de tubo de 2 pulgada de 10cm, para que acople con un codo de 2 pulgada de 90°, luego se midió 95cm de tubo PVC de 2 pulgadas, y se acopló el tubo de 95cm al codo de 2 pulgada, así el agua con todo el sedimento de los peces cae por gravedad al filtro mecánico.

Filtro biológico: al filtro mecánico se le hizo en la parte de arriba a 5cm, abajo un agujero de 2 pulgada, donde se le incorporo un adaptador de 2 pulgada PVC hembra y macho en el agujero del filtro mecánico, se corta 30cm de tubo de 2 pulgada para adaptarlo del filtro mecánico al filtro biológico así el agua cae por gravedad al filtro biológico, una gran cantidad de partícula gruesa de los peces no es retenida por el filtro mecánico, son los llamados solidos suspendidos, debido a que estos residuos se disuelven directamente en el agua y el tamaño de estas partículas es demasiado pequeño para ser retenido mecánicamente.

El sustrato utilizado para la fijación de bacterias en el filtro biológico son tapones de botellas de plástico, donde el amoníaco cuando llega al filtro biológico puede ser convertido en otros componentes nitrogenados a través de poblaciones saludables de:

- ✓ Nitroso monas: bacteria que convierte amoníaco en nitritos.
- ✓ Nitro bacteria: bacteria que convierte nitritos en nitratos.

Filtro biológico se le hizo en la parte superior a 5cm, abajo un agujero de 2 pulgada donde se le incorporó un adaptador de 2 pulgada PVC hembra y macho, en el agujero del filtro biológico se corta 30cm de tubo de 2 pulgada para adaptarlo al filtro biológico a la cama de hidroponía, el agua cae por gravedad y los nutrientes caen a la cama de siembra en donde son aprovechados por las plantas para su desarrollo vegetativo y además ayudan a purificar el agua para que el agua circulando de nuevo a la bomba sumergible que está en la cama de hidroponía.

La cama de siembra esta de forma rectangular construida con dos tablones de madera que mide 1.20 de ancho, 2.10 de largo y 0.30cm de altura, clavada con clavos de 3 pulgadas y forrada con plástico negro introducido con clavos de 2 pulgadas, con estas dimensiones se obtuvo una capacidad de 756 (L) de agua.

Utilicé una lámina de poroplas de 4 pie x 8 pie x 2 pulgada donde quedó el poroplas flotando en la cama de agua y sobre el cual se colocaron vasos de poroplas para fijar las plantas cuya raíz quedo flotando, al poroplas se le hicieron de 100 a 200 orificio de 2 a 3 pulgada de diámetro.

Para la colocación de los vasos se hace una rotura en la parte de abajo, posteriormente se incorporó dentro del vaso un pedazo de esponja y se coloca la planta, luego se ubica en los orificios que se le hicieron a la lámina del poroplas.

La bomba se colocó en la cama de siembra a través de un tubo PVC de ½ pulgada, se conecta a la bomba para llevar el agua al estanque de peces, el agua cae limpia a los peces por el sistema radicular de las plantas que ayudan como filtro.

Así el movimiento del agua es fundamental para conservar ambos sistemas en funcionamiento, se programa por medio de un timer (temporizador) y se recomienda que el agua circule al menos dos veces por hora.

Implementación y manejo del sistema acuapónico

(Saavedra 2006).

1) Calidad del agua en sistemas acuapónico

Analizar con frecuencia el nivel de agua del sistema es esencial para mantener su buena calidad, inicialmente el agua inyectada en el sistema debe ser cuidadosamente elegida, esto empieza con la selección de la fuente de agua como es: agua de lluvia, agua del acuífero, agua de grifo, es importante el análisis y supervisión de la calidad del agua (teniendo un registro) cada semana, mediante la medición de los siguientes parámetros pH, temperatura, dureza y contenido de nitrato y carbonato.

Las mediciones de contenido de amoníaco y nitrito se deben realizar en particular en el arranque del sistema acuapónico en donde la mortalidad de los peces es anormalmente alta (problemas de toxicidad).

Principales parámetros que afectan la calidad del agua

- Tasa de oxígeno disuelto.
- pH.
- Temperatura.
- Concentraciones de nitrógeno total (amoníaco, nitrito, nitrato).
- Dureza del agua (indicador de la mineralización de agua, debido a la presencia de iones de calcio y magnesio).

Cuadro 4. Parámetros ideales para el establecer un término medio de calidad del agua para el sistema acuapónico.

Parámetros	Rangos
Temperatura (°C)	18- 30
pH	6-9
Amoniaco (mg/litro)	<1
Nitrito (mg/litro)	<1
Nitrato (mg/litro)	5-150
Oxígeno disuelto	>5

Fuente, (FAO, 2014).

2) Control de crecimiento

El crecimiento de los peces puede considerarse como un incremento en longitud o peso y es el resultado de procesos químicos, osmóticos y otros factores que contribuyen al aporte de material en el organismo, el cual es transferido a muchas partes del cuerpo.

El control de crecimiento se fue observando a través de los muestreos que se realizaron semanalmente a los peces para comprobar si el alimento permite obtener el resultado esperado, según (fuente de información proyecto, privado de cultivo de tilapia en la UNA).

Se toma la cantidad de 20 peces para realizar el muestreo para obtener el peso promedio de los peces en estudio, se trabajó con una tabla alimenticia y una estrategia de alimentación utilizando dietas con un contenido proteico para cada etapa del crecimiento los porcentajes de proteínas varían desde el 45% de en la etapa inicial 38%, en el pre engorde y de 28 a 32% en la etapa final de engorde.

Resultados obtenidos en el sistema acuapónico

- El peso de los peces fue de 380g. hasta 430g. según la fuente de información cual no se llegó a lograr el peso esperado.
- Desde el momento de la siembra de las semillas hasta el trasplante de la planta de hierbabuena, transcurrieron treinta y dos días para que las plantas fueran trasladadas a la cama hidropónica, dándoles un seguimiento a diario sobre su desarrollo, por lo cual se verificó que crecieron de 1 a 2cm de altura por día, por lo tanto, los elementos que circularon en el sistema estaban funcionando bien.

La cosecha de hierbabuena se inicia posteriormente a los dos meses de su plantación en la cama hidropónica, antes que la planta entre en su periodo de floración. Cuando la planta alcanza de 20 o 25cm de altura, se procede a obtener la cosecha.

Cuadro 5. Tabla de referencia para comparar el desarrollo de los peces de tilapia.

Mes	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
Rango de la tasa de crecimiento diario (g).	0.5 - 1.20	1.7 - 2.8	2.5 - 3.5	3.2 - 4.6	4.5 - 5.7	5.7 - 7
Rango de peso promedio mensual (g).	5 a 30	30 a 90	90 a 180	180 a 300	300 a 450	450 a 630

Fuente. Johnny Maradiaga (2018).

3) Control de alimentación

La alimentación de los peces en el sistema acuapónico fue mucho más exigente que en la acuicultura convencional, debido a que un exceso puede provocar demasiada descarga de nutrientes o bien de sustancias tóxicas como el amonio, dióxido de carbono o bien situaciones de anoxia (escasez de oxígeno) letales para los peces de igual manera un deficiente alimenticio puede provocar una recirculación baja de nutrientes en el sistema y un crecimiento lento de las plantas en la cama hidropónica.

El control de concentraciones de nutrientes fue determinante en la regulación de la alimentación de los peces en el sistema acuapónico. Asimismo, se llevó un control de la mortalidad si ocurre el caso en el sistema acuapónico, en donde disminuiría la calidad del nutriente para el desarrollo de las plantas por la falta del amonio impulsado por los peces.

4) Control de flujo de agua

Este proceso comprende la circulación de toda el agua a lo largo de todo el prototipo, es decir el movimiento del agua de un lugar a otro cumple diferentes funciones dependiendo por donde ésta pasa.

- Parte hidropónica: aquí se depositan los nutrientes obtenidos de las heces de los peces, a la vez se limpia el agua y se oxigena.
- Acuario: ingresa el agua con el oxígeno necesario para los peces, sale el agua con residuos biológicos necesarios para el filtro mecánico.
- Filtro biológico: ingresa el agua del filtro mecánico y se eliminan partes sólidas de las heces, saliendo solo los nutrientes necesarios para las plantas.
- Parte hidropónica: aquí se depositan los nutrientes obtenidos de las heces de los peces, previa filtración, a la vez se limpia el agua y se oxigena.
- Tuvo PVC de ½, y tuvo PVC de 2 pulgada: es el medio que interconecta todas las partes previamente mencionadas para la recirculación del agua.

VI. RESULTADOS OBTENIDOS

- Cosecha de plantas y peces bajo el sistema acuapónico en la Universidad Nacional Agraria (UNA).
- Dos cosechas de hierbabuena con 50 moños y una cosecha de 58 peces con un peso promedio por una unidad de 380g.
- Conocimiento y experiencia en sistema de producción acuapónico implementando las técnicas de hidroponía y acuicultura, actividades acordes a mi perfil profesional como agrónomo.
- Participación en las capacitaciones de asistencias a productores en el municipio de Ciudad Sandino, en diseño y construcción de un sistema acuapónico de cama profunda o raíz flotante, en donde se implementó el diseño propuesto en este trabajo.
- Apoyo en las actividades encomendadas dentro y fuera de la Universidad Nacional Agraria, atendiendo a productores.

VII. CONCLUSIONES

1. Se diseñó un sistema acuapónico donde se logró la (crianza de peces y cultivo de hierbabuena).
2. Se instaló el sistema acuapónico con todos sus componentes.
3. Se implementó el sistema acuapónico como una alternativa en la producción de hortalizas y crianza de los peces, donde se obtuvieron dos cortes de hierbabuena 50 moños y 58 peces con un peso promedio de 380g.

VIII. LECCIONES APRENDIDAS

- ✓ Desarrolle a través de la práctica de pasantías los conocimientos logrando en la destreza en el manejo y producción en el sistema acuapónico.
- ✓ Obtuve experiencia laboral y profesional, así como el trabajo en equipo.
- ✓ Fortalecido de los conocimientos teóricos.
- ✓ Experimenté que la acuicultura y la hidroponía junta juega un rol importante en la alimentación humana.
- ✓ La planificación de trabajo es muy importante porque permite realizar las actividades con éxito.
- ✓ Participación en las capacitaciones de asistencias técnicas brindadas por el responsable del área me brindó conocimiento de lo sistema acuapónico.
- ✓ Apropiación en el uso y manejo del sistema acuapónico dentro de la Universidad Nacional Agraria (UNA), es de gran provecho para los estudiantes.
- ✓ Valore con más responsabilidad mis labores y comprender que la puntualidad, responsabilidad y otros valores, son importantes para mi formación profesional, mejorar la comunicación entre jefe y colaborador.
- ✓ Alcancé que el sentido de la integridad, el compromiso para trabajar en equipo y la honestidad, son herramientas invaluable adquiridas durante esta pasantía y necesario para el desempeño profesional.

IX. RECOMENDACIONES

1. Al instalar un sistema acuapónico tiene que priorizar que le dé el sol y que el viento no le dé fuerte a la cama hidropónica.
2. Conocer con qué tipo de material se va a construir el sistema acuapónico para hacer un diseño que corresponda con dichos materiales.
3. Se debe realizar un monitoreo semanal de la calidad del agua del acuario para observar en qué condiciones se encuentra el oxígeno, pH, temperatura del agua.
4. Tomar en cuenta el tipo de alimento con el que se va a alimentar a los peces para su debido desarrollo.
5. Los recambios del agua del acuario solo se deben realizar en caso de que los niveles de amonio o nitritos se encuentren muy elevados ya que puede causar la muerte de los peces.
6. El recambio del agua del acuario solo debe de ser del 1.5% del volumen del agua.
7. Alimentar a los peces al menos tres veces al día.
8. Limpiar la bomba y las tuberías dos veces a la semana, para que el flujo de agua tenga facilidad de movimiento en el sistema acuapónico.

X. LITERATURA CITADA

Coral, D. (2015). Diseño de un sistema acuapónico en la Unidad de Agricultura Orgánica.

FAO (2017). Acuicultura.

FAO (2017). Visión general del sector acuícola nacional-Nicaragua.

FAO, FIDA y PMA. (2013). El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2013. Las múltiples dimensiones de la seguridad alimentaria. FAO: Roma.

Jones, V. (2002). Identity and Environment. *The Curriculum Journal*. 13(3): 279-288.

Kanchi, D. (2013). Implementación de un sistema acuapónico urbano bajo invernadero, Jalapa, Veracruz. Universidad Veracruzana.

Maradiaga, J- (2018) documento no oficial a un no publicado OP.

Modelo educativo (ME/UNA) y proyecto educativo septiembre (2011) Managua Nicaragua, Parameters Impacting Nitrification in Aquaponic.

Saavedra, M. (2006). Manejo del cultivo de tilapia. Managua, Nicaragua.

Small-scale aquaponic food production - Integrated fish and plant farming (FAO, 2014).

Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A. & Lovatelli, A. (2014). Small-scale aquaponic.

Stover, S. (2009). Acuaponía: Técnica de producción supe intensiva. Hortalizas.

Tyson, R.V., Simonne, E.H., White, J.M., & Lamb, E.M. (2004). Reconciling Water Quality.

XI. ANEXOS



Anexo 1. Selección del sitio e instalación del sistema acuapónicos.



Anexo 2. Germinaciones de la semilla para el sistema acuapónicos.



Anexo 3. Preparación de la cama hidropónica.



Anexo 4. Trasplante de planta a la cama hidropónica.



Anexo 5. Siembra de alevines al estanque de peces.



Anexo 6. Funcionamiento del sistema acuapónicos.



Anexo 7. Instalación de Sistema acuapónicos en ciudad Sandino comunidad cuajachillo 2.



Anexo 8. Cosecha de planta de hierbabuena del sistema acuapónicos.



Anexo 9. Cosecha de peces tilapia a los 180 días.



Anexo 10. Presentación realizada sobre el sistema acuapónico en el congreso de tecnología Olof palme, Managua.

Anexo 11. Tabla de alimentación.

		TABLA DE ALIMENTACION SEMANAL POR ESTANQUE												
PRECRIA	Semana	Poblacion	Peso (g)	% Mortalidad	Muertos	% Alimentacion	Alimento/día	Alimento/se	Alim/Seman	Alimento día	Alim/Quince	Alim/Mes Lb		
		1	2500	1	0.04	100	12	300	2,100	4.63	0.29			
	2	2400	4	0.03	72	10	960	6,720	14.80	0.94	19			38% de proteina
	3	2328	8	0.01	23	9	1,676	11,733	26	1.65				32% de proteina
	4	2305	12	0.005	12	8	2,213	15,488	34	2.18	60	79		
	5	2293	20	0.004	9	7	3,210	22,473	50	3.16				
	6	2284	32	0.003	7	6	4,385	30,697	68	4.31	117			
	7	2277	50	0.002	5	5	5,693	39,851	88	5.60				
	8	2273	70	0.001	2	3	4,772	33,407	74	4.69	161	278		
ENGORDE	9	2270	105	0.0009	2	2.5	5,960	41,718	92	5.86				
	10	2268	140	0.0009	2	2.3	7,304	51,128	113	7.18	205			
	11	2266	175	0.0008	2	2.1	8,329	58,300	128	8.19				
	12	2264	210	0.0007	2	2	9,511	66,575	147	9.35	275	480		
	13	2263	245	0.0006	1	2	11,088	77,616	171	10.90				
	14	2262	280	0.0006	1	2	12,664	88,651	195	12.45	366			
	15	2260	315	0.0005	1	1.9	13,527	94,689	209	13.30				
	16	2259	350	0.0005	1	1.8	14,232	99,623	219	13.99	428	794		
	17	2258	385	0.0005	1	1.7	14,778	103,445	228	14.53				
	18	2257	420	0.0005	1	1.6	15,165	106,158	234	14.91	462			
	19	2256	455	0.0002	1	1.5	15,395	107,763	237	15.14				
	20	2255	490	0.0002	1	1.5	16,572	116,001	256	16.30	493	955		
	21	2254	525	0.0002	1	1.5	17,747	124,231	274	17.45				
	22	2253	560	0.0002	1	1.4	17,661	123,624	272	17.37	546			
	23	2252	595	0.0002	1	1.4	18,756	131,293	289	18.44				
	24	2251	630	0.0002	1	1.3	18,433	129,029	284	18.13	573	1119		
	25	2250	665	0.0002	1	1.3	19,448	136,136	300	19.12				
	26	2249	700	0.0002	1	1.2	18,888	132,219	291	18.57	591	591		

Anexo 12. Plan de actividades realizadas en el sistema acuapónico de la Granja Acuícola FACA-UNA, durante las prácticas de las pasantías comprendidas en el periodo de agosto a febrero del año 2021.

Agosto			
Semana	Objetivo	Actividad	Resultado
17 al 21 de agosto 2020	Una vez instalado el sistema acuapónico, tendré el atributo esperado.	Selección de sitio.	Satisfacción por obtener el conocimiento de positivo en la construcción del sistema acuapónico.
24 al 28 de agosto 2020	Una vez instalado el sistema acuapónico, tendré el atributo esperado.	Instalación del sistema acuapónico.	Alcanzar que toda la instalación del sistema acuapónico se haga con éxito.

Septiembre			
Semana	Objetivo	Actividad	Resultado
31 al 04 de septiembre 2020	Adquirir conocimiento y alcanzar meta de trabajo.	Llenado de agua, Siembra de plantas y alevines.	Conocimiento adquirido en el sistema acuapónico como se tiene proyectado.
14 al 18 de septiembre 2020	Adquirir conocimiento y alcanzar meta de trabajo.	Muestreo.	Tener buenos resultado de crecimiento en la tilapia.
21 al 25 de septiembre 2020	Adquirir conocimiento y alcanzar meta de trabajo.	Relleno de agua para el sistema acuapónicos.	Mantener los componentes con su agua a nivel.

Octubre			
Semana	Objetivo	Actividad	Resultado
28 al 02 de octubre 2020	Poner en práctica los conocimientos adquiridos en la Universidad Nacional Agraria.	Alimentación y Muestreo.	Tener buenos resultado de crecimiento en los peces de tilapia.
05 al 09 de octubre 2020	Poner en práctica mi conocimiento adquirido en la Universidad Nacional Agraria.	Alimentación y Muestreo.	Tener buenos resultado de crecimiento en los peces de tilapia.
12 al 16 de octubre 2020	Poner en práctica mi conocimiento adquirido en la Universidad Nacional Agraria.	Alimentación y Muestreo.	Tener buenos resultado de crecimiento en los peces de tilapia.
19 al 23 de octubre 2020	Poner en práctica mi conocimiento adquirido en la Universidad Nacional Agraria.	Alimentación y Muestreo.	Tener buenos resultado de crecimiento en los peces de tilapia.
26 al 30 de octubre 2020	Poner en práctica mi conocimiento adquirido en la Universidad Nacional Agraria.	Relleno de agua para el sistema acuapónicos.	Mantener los componentes con su agua a nivel.

Noviembre			
Semana	Objetivo	Actividad	Resultado
02 al 06 de noviembre 2020	Afianzar mejor conocimiento técnico sobre el sistema acuapónicos.	Alimentación y Muestreo.	Obtener buenos resultado de crecimiento en los peces de tilapia.
09 al 13 de noviembre 2020	Afianzar mejor conocimiento técnico sobre el sistema acuapónicos.	Alimentación y Muestreo.	Obtener buenos resultado de crecimiento en la tilapia.
16 al 20 de noviembre 2020	Afianzar mejore conocimiento técnico sobre el sistema acuapónicos.	Alimentación, Muestreo y cosecha de hierbabuena.	Obtener buenos resultado de crecimiento en la tilapia y cosecha de la hierbabuena.
23 al 27 de noviembre 2020	Afianzar mejor conocimiento técnico sobre el sistema acuapónicos.	Relleno de agua para el sistema acuapónicos.	Mantener los componentes con su nivel de agua.

DICIEMBRE			
Semana	Objetivo	Actividad	Resultado
30 al 04 de diciembre 2020	Manifestar a mi jefe inmediato el conocimiento adquirido en el sistema acuapónico.	Aplicación de insecticida orgánico, alimentación y muestreo.	Obtener resultados satisfactorios en el sistema acuapónico e hidropónico.
07 al 11 de diciembre 2020	Manifestar a mi jefe inmediato el conocimiento adquirido en el sistema acuapónico.	Alimentación y Muestreo.	Obtener buenos resultados de crecimiento en los peces de tilapia.
14 al 18 de diciembre 2020	Manifestar a mi jefe inmediato el conocimiento adquirido en el sistema acuapónico.	Alimentación y Muestreo.	Obtener resultados satisfactorios en el sistema acuapónico e hidropónico.
21 al 25 de diciembre 2020	Manifestar a mi jefe inmediato el conocimiento adquirido en el sistema acuapónico.	Relleno de agua para el sistema acuapónicos.	Mantener los componentes con su agua a nivel.

ENERO			
Semana	Objetivo	Actividad	Resultado
04 al 08 de enero 2021	Poner en práctica el conocimiento y ejercer habilidades del sistema acuapónico.	Instalación de sistema acuapónico en Ciudad Sandino, Cuajachillo 2.	Se logró instalar el sistema acuapónico en la Comarca Cuajachillo 2.
11 al 15 de enero 2021	Poner en práctica el conocimiento y ejercer habilidades del sistema acuapónico.	Llenado de agua, Siembra de plantas y alevines.	Se concreto el sistema acuapónico como se tiene proyectado.
18 al 22 de enero 2021	Poner en práctica los conocimientos y ejercer habilidades del sistema acuapónico.	Muestreo.	Obtener buenos resultado de crecimiento en los peces de tilapia.
25 al 29 de enero 2021	Poner en práctica los conocimientos y ejercer habilidades del sistema acuapónico.	Relleno de agua para el sistema acuapónico.	Mantener los componentes con su nivel de agua.

FEBRERO			
Semana	Objetivo	Actividad	Resultado
01 al 05 de febrero 2021	Explicar en la práctica lo aprendido sobre el sistema acuapónico.	Alimentación, muestreo y cosecha de hierbabuena.	Tener buenos resultado de crecimiento en la tilapia y se cosecho lo esperado de la cama hidropónica.
08 al 12 de febrero 2021	Explicar en la práctica lo aprendido sobre el sistema acuapónico.	Alimentación y Muestreo.	Tener buenos resultado de crecimiento en los peces de tilapia.
15 al 17 de febrero 2021	Explicar en la práctica lo aprendido sobre el sistema acuapónico.	Cosecha de peces de tilapia.	Se obtuvo 58 peces, de los 60 peces sembrado con un peso de 380(g).