



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ**  
**MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**CARRERA MEDIO AMBIENTE**

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO**  
**EN MEDIO AMBIENTE**

**TEMA:**

**SISTEMA ACUAPÓNICO A ESCALA PILOTO CON CHAME**  
**(DORMITATOR LATIFRONS) LECHUGA y (LACTUCA**  
**SATIVA) PARA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS, COMUNIDAD**  
**CASAS VIEJAS, CANTÓN BOLÍVAR**

**AUTORES:**

**LOOR MORÁN GABRIEL ENRIQUE**  
**MENDOZA CUZME ROBERTH DANIEL**

**TUTORA:**

**ING. FLOR MARÍA CÁRDENAS GUILLÉN**

**CALCETA, NOVIEMBRE 2018**

## DERECHOS DE AUTORÍA

**Loor Moran Gabriel Enrique y Roberth Daniel Mendoza Cuzme**, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

.....  
**GABRIEL E. LOOR MORÁN**

.....  
**ROBERTH D. MENDOZA CUZME**

## CERTIFICACIÓN DE TUTORA

Flor María Cárdenas Guillén certifica haber tutelado la tesis **SISTEMA ACUAPÓNICO A ESCALA PILOTO CON CHAME (*DORMITATOR LATIFRONS*) Y LECHUGA (*Lactuca sativa*) PARA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS, COMUNIDAD CASAS VIEJAS, CANTÓN BOLÍVAR**, que ha sido desarrollada por **Loor Morán Gabriel Enrique** y **Roberth Daniel Mendoza Cuzme**, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....  
**ING. FLOR M. CÁRDENAS GUILLÉN, M.Sc.**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han **APROBADO** la tesis **SISTEMA ACUAPÓNICO A ESCALA PILOTO CON CHAME (*DORMITATOR LATIFRONS*) Y LECHUGA (*Lactuca sativa*) PARA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS, COMUNIDAD CASAS VIEJAS, CANTÓN BOLÍVAR**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por **Loor Moran Gabriel Enrique** y **Mendoza Cuzme Roberth Daniel**, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....  
ING. JULIO A. LOUREIRO SALABARRÍA, Mg.

**MIEMBRO**

.....  
ING. CARLOS F. SOLÓRZANO SOLÓRZANO, Mg.

**MIEMBRO**

.....  
DRA. AIDA M. DE LA CRUZ BALÓN, Mg.

**PRESIDENTA**

## AGRADECIMIENTO

La presente investigación le agradecemos principalmente a nuestro Dios todopoderoso por ser una inspiración y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A nuestros padres quienes a lo largo de toda nuestras vidas nos han apoyado y motivado en nuestra formación universitaria, creyeron en nosotros en todo momento .Por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y por su lucha insaciable, que han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para nosotros, sino para nuestros hermanos y familias en general, por el valor visible para salir adelante y por el amor demostrado gracias.

A la Ing. Flor María Cárdenas Guillén, nuestra Tutora, un agradecimiento especial por habernos brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, y por guiarnos durante todo el desarrollo de la investigación. Sin su ayuda no hubiésemos podido salir adelante.

A los Miembros del Tribunal de Trabajo de tesis conformado por la Dra. Aida M. De la Cruz Balón, Mg; Presidenta; e, Ing. Julio A. Loureiro Salabarría, Mg; y, Carlos F. Solórzano Solórzano, Mg, se agradece por su generosidad, conocimiento científica y valiosas críticas al discutir los resultados de este trabajo. Gracias por su permanente disposición y desinteresada ayuda.

Queremos agradecer a nuestros maestros a quienes les debemos gran parte de nuestros conocimientos y experiencia,

A la prestigiosa ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ, ESPAM-MFL, la cual logró abrir sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos, guiándonos y formándonos como personas de bien productivo.

.....

**GABRIEL E. LOOR MORÁN**

.....

**ROBERTH D. MENDOZA CUZME**

## DEDICATORIA

Esta tesis se la dedicamos a nuestro señor Dios todopoderoso quien nos ha ayudado a seguir adelante con mucha humildad y perseverancia. Hemos rendido nuestro trabajo a nuestro Dios, por darnos la oportunidad de vivir por estar con nosotros en cada paso que hemos dado, por fortalecer nuestro corazón e iluminar nuestras mentes y por haber puesto en nuestros caminos a aquellas personas que han sido nuestro soporte y compañía durante todo el periodo de nuestra vida universitaria.

A nuestros padres Jimmy Loor y Patricia Morán; Lorenzo Mendoza y Gilma Cuzme, por todo el cariño y amor que nos han brindado, porque hicieron lo posible e imposible para que nosotros pudiéramos seguir adelante y lograr nuestro objetivo ya alcanzado, por la paciencia y comprensión porque decidieron sacrificar su tiempo para que emprendiéramos a cumplir con el nuestro, por esa bondad y amor que nos inspiraron a ser mejores para ustedes y poder decir que esta tesis lleva mucho esfuerzo y determinación de nuestros amados padres por la motivación y darnos apoyo cuando sentíamos que el camino se terminaba.

Queremos dedicarles también nuestros familiares y a las personas que nos apoyaron, por convertirse en esas personas importantes en nuestras vidas, porque siempre estuvieron listas para brindarnos todo el apoyo y el afecto, ahora nos toca regresar todo el inmenso apoyo que nos han otorgado. Esta tesis va para ustedes también con todo el cariño mundo.

.....

**GABRIEL E. LOOR MORÁN**

.....

**ROBERTH D. MENDOZA CUZME**

## Contenido

DERECHOS DE AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTORA.....	iii
APROHBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
CONTENIDO.....	vii
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	.xii
ABSTRACT.....	xiii
1. CAPITULO I. ANTECEDENTES .....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2.JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3.OBJETIVOS .....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1.ACUAPONÍA.....	5
2.2. SISTEMA ACUAPÓNICO .....	5
2.3.TIPOS BÁSICOS DE SISTEMAS ACUAPÓNICOS.....	6
2.4. CICLO DEL NITRÓGENO EN LA ACUAPONÍA .....	7
2.5. CALIDAD DEL AGUA .....	7
2.5.1. Oxígeno .....	8
2.5.2. Temperatura .....	9
2.5.3. Potencial de hidrógeno (ph).....	9

2.5.4. Amonio ( <b>NH<sub>4</sub></b> ) .....	10
2.5.5. Nitrito ( <b>NO<sub>2</sub></b> ) y Nitrato ( <b>NO<sub>3</sub></b> ) .....	100
2.5.6. Fosfato ( <b>P03</b> ) .....	100
2.6. ELEMENTOS DE UN SISTEMA ACUAPONICO .....	111
2.6.1. Tanque para cría de los peces.....	111
2.6.2. Bomba de agua .....	12
2.6.3. Aireación mecánica o automatizada .....	12
2.6.4. Filtro .....	13
2.6.5. Sistema de raíz flotante .....	133
2.6.6. Especies para cultivos .....	133
2.7. HIDROPONIA.....	14
2.8. ACUICULTURA .....	14
2.9. PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS.....	14
2.10. CHAME ( <i>Dormitator Latifrons</i> ) .....	155
2.11. PLANTAS EN LA ACUAPONÍA.....	166
2.12. LECHUGA ( <i>Lactuca sativa</i> ) .....	17
2.13. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE .....	177
2.14. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES.....	177
CAPÍTULO III.- DESARROLLO METODOLÓGICO.....	19
3.1. UBICACIÓN.....	19
3.2. DURACIÓN .....	19
3.3MÉTODO.....	20
3.4. TÉCNICAS .....	20
3.5. VARIABLES DE ESTUDIO .....	20
3.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE .....	20



3.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE .....	20
3.6. BPROCEDIMIENTOS.....	21
3.6.1. FASE I. IDENTIFICACIÓN DE LA SITUACIÓN SOCIO- PRODUCTIVO-AMBIENTAL DE LA COMUNIDAD CASAS VIEJAS .....	21
3.6.2. FASE II. DISEÑO DE UN SISTEMA ACUAPÓNICO PARA LA COMUNIDAD CASAS VIEJAS, OPTIMIZANDO Y CONSERVANDO EL RECURSO AGUA.....	22
3.6.3. FASE III: ESTABLECER LA PRODUCCIÓN Y CRECIMIENTO DE PECES Y HORTALIZAS EN EL SISTEMA ACUAPONICO EN RELACIÓN CON LA TEMPERATURA Y OXÍGENO DISUELTO. ....	22
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1. IDENTIFICACIÓN DE LA SITUACIÓN SOCIO –PRODUCTIVO- AMBIENTAL DE LA COMUNIDAD CASAS VIEJAS .....	24
4.2. DISEÑO DEL SISTEMA ACUAPÓNICO.....	51
4.3. ESTABLECER LA PRODUCCIÓN Y CRECIMIENTO DE PECES Y HORTALIZAS EN EL SISTEMA ACUAPONICO EN RELACIÓN CON LA TEMPERATURA Y OXÍGENO DISUELTO. ....	51
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
BIBLIOGRAFÍA .....	72
ANEXOS.....	

## CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

<b>#</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PAG.</b>
Tabla y Grafico 4.1.1.	Actividades productivas de la comunidad Casas Viejas.....	24
Tabla y Grafico 4.1.2.	Cultivos practicados en la comunidad.....	25
Tabla y Grafico 4.1.3	Fuente de abastecimiento de agua para el consumo de su comunidad.....	27
Tabla y Grafico 4.1.4	Grado de dificultad tiene para abastecerse del líquido vital en la producción de alimentos.....	28
Tabla y Grafico 4.1.5.	Producción de alimentos con tratamiento técnico	29
Tabla y Grafico 4.1.6.	Destino de producción de alimentos.....	30
Tabla y Grafico 4.1.7	Nivel de ingresos por la actividad de producción a la que se dedica actualmente.....	31
Tabla y Grafico 4.1.8	Satisfacción con la producción de alimentos.....	33
Tabla y Grafico 4.1.9.	Tipos de capacitación con respecto a la producción de alimentos.....	34
Tabla y Grafico 4.1.10	Afectación del ciclo de vida.....	35
Tabla y Grafico 4.1.11.	Uso excesivo de pesticidas y fertilizantes en producción de alimentos.....	36
Tabla y Grafico 4.1.12.	Proyectos para la producción de alimentos sanos	36
Tabla y Grafico 4.1.13.	Participación de planes, programas o proyectos sobre la producción de alimentos orgánicos.....	37
Tabla y Grafico 4.1.14.	Responsabilidad para promover alimentos más sanos.....	40
Tabla y Grafico 4.1.15	Realización de actividad para producir alimentos más sanos.....	41
Tabla y Grafico 4.1.16.	Conciencia de impacto medio ambiental por diferentes actividades del hombre.....	42
Tabla y Grafico 4.1.17.	Creencia sobre la escasez del agua.....	43
Tabla y Grafico 4.1.18.	Afectación de la fertilidad del suelo por monocultivo.....	44
Tabla y Grafico 4.1.19.	Tipos de actividades que se deben realizar para conservar el suelo.....	45

Tabla y Grafico 4.1.20.	Incorporación de un sistema acuapónico.....	47
Tabla y Grafico 4.2.1.	Sistema acuapónico transmitirá biotecnología al sector rural.....	48
Tabla y Grafico 4.2.2.	Opinión sobre producción de alimentos con sistema acuapónico.....	49
Tabla y Grafico 4.2.3.	Creencia sobre la implementación de un sistema acuapónico en la producción de alimentos sostenibles.....	50
Tabla y Grafico 4.2.3.	Diseño del sistema acuapónico.....	51
Tabla y Grafico 4.3.1.a.	Control del peso del chame (Dormitator latifrons) en el mes de Septiembre.....	52
Tabla y Grafico 4.3.1.b.	Control de la longitud E y T (cm) del chame (Dormitator latifrons) en Septiembre.....	53
Tabla y Grafico 4.3.1.c.	Control de la altura (cm) del chame (Dormitator latifrons) en Septiembre.....	53
Tabla y Grafico 4.3.2.a.	Control del peso (gr) del chame (Dormitator latifrons) en Octubre.....	55
Tabla y Grafico 4.3.2.b.	Control de longitud E y T (cm) (gr) del chame (Dormitator latifrons) en Octubre.....	55
Tabla y Grafico 4.3.2.c.	Control de la altura (cm) del chame (Dormitator latifrons) en Octubre.....	56
Tabla y Grafico 4.3.3.	Oxígeno disuelto/horas – Día 9-26 de Septiembre de 2016.....	57
Tabla y Grafico 4.3.4.	Oxígeno Disuelto/horas –Días 7-24 de Octubre del 2016.....	59
Tabla y Grafico 4.3.5	Temperatura/horas –Días 8-26 de septiembre del 2016.....	60
Tabla y Grafico 4.3.6	Temperatura/horas –Días 7-24 de Octubre de 2016.....	63
Tabla y Grafico 4.3.7	Análisis de los parámetros de agua Sept-Oct.....	64
Tabla y Grafico 4.3.8	Análisis de los parámetros de agua 3-27 Oct.....	66
Tabla y Grafico 4.3.9	Desarrollo de la lechuga en el Sistema Acuapónico.....	68

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue implementar un sistema acuapónico a escala piloto para el crecimiento del chame (*Dormitator latifrons*) y lechuga (*Lactuca sativa*) en comunidad Casas Viejas, Calceta. Estudio no experimental, utilizando métodos bibliográficos, descriptivos y técnicas observación, visitas de campo, y encuestas a 58 familias. Resultando que la mayoría son agricultores; cultivan maíz; consumen agua potable de tanqueros, tienen dificultad para su provisión; la dedican al consumo casero; tienen ingresos mínimos y satisfacción por actividad productiva; reciben charlas sobre calidad de alimentos; creen que producción de orgánicos evita afectación a vida, que el uso excesivo de químicos genera problemas de salud futuros; realizan producción de alimentos sanos; son conscientes del impacto ambiental; creen que el agua escaseará algún día; uso del monocultivo afecta fertilidad del suelo; evitan quema de pastizales; desean incorporar sistema de producción alimenticia; conocen sobre cultivos usando medio acuapónico y que producción de víveres con este medio, es buena; la implementación de éste incidirá en producción de alimentos sostenibles, como lo evidenciaron en aplicación práctica de producción y crecimiento del chame (*Dormitator latifrons*) y lechuga (*Lactuca sativa*). Se analizó longitud y peso de peces, y longitud de plantas, y se obtuvo un aumento de masa de 15% en gramos con una media de 17cm. Respecto a las plantas se completó su ciclo en más de 75%. Para la caracterización de la calidad del agua se tomaron en cuenta el oxígeno, Ph, nitritos, nitratos, fosfato y otros. Se concluye que el sistema acuapónico estudiado es viable.

**PALABRAS CLAVE:** Comunidad, familia, sistema acuapónico, desarrollo sostenible, chame, lechuga.

## ABSTRACT

The objective of the research was to implement an aquaponic system on a pilot scale for the growth of the chame (*Dormitator latifrons*) and lettuce (*Lactuca sativa*) in the Casas Viejas, Calceta community. Non-experimental study, using bibliographic, descriptive and observational techniques, field visits, and surveys of 58 families. As a result, most are farmers; they grow corn; they consume drinking water from tankers, they have difficulty in their provision; they dedicate it to home consumption; they have minimum income and satisfaction for productive activity; they receive talks about food quality; they believe that production of organic avoids affectation to life, that the excessive use of chemicals generates future health problems; they produce healthy food; are aware of the environmental impact; they believe that water will one day be scarce and the use of monoculture affects soil fertility; they avoid burning pastures; they want to incorporate a food production system; they know about crops using aquaponic medium and that food production with this method is good; the implementation of this will affect the production of sustainable food, as evidenced by the practical application of production and growth of chame (*Dormitator latifrons*) and lettuce (*Lactuca sativa*). Fish length and weight, and length of plants were analyzed, and a mass increase of 15% in grams was obtained with an average of 17cm. Regarding the plants, their cycle was completed in more than 75%. For the characterization of water quality, oxygen, Ph, nitrates, phosphate and others were taken into account. It is concluded that the aquaponic system studied is viable.

**KEYWORDS:** Community, family, aquaponic system, sustainable development, lettuce, chame.

# **CAPÍTULO I. ANTECEDENTES**

## **1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

A nivel mundial continúan en la lucha contra el hambre, un número inaceptablemente alto de personas que carece todavía de alimentos necesarios para disfrutar de una vida activa y saludable. Las estimaciones más recientes indican que unos 795 millones de personas en el mundo, estaban subalimentadas entre 2014-16 (FAO-FIDA-PMA, 2015).

La producción pesquera se ha aumentado de forma constante en las últimas décadas y el suministro de peces comestibles se ha incrementado a una tasa media anual del 3,2%, superando así la de crecimiento de la población mundial del 1,6%. El consumo de pescado aumentó de un promedio de 9,9 kg en el decenio de 1960 a 19,2 kg en 2012 (FAO, 2014).

El cultivo orgánico de la lechuga y su manejo se enmarca dentro de lo que constituye la sostenibilidad, cuya propuesta se orienta a proteger los recursos naturales que intervienen en los procesos productivos, proporcionan a la sociedad alimentos de alta calidad, al mismo tiempo que su siembra es rentable (Rivadeneira, 2013).

El agua está distribuida de manera irregular, contaminada y se gestiona de forma insostenible. La escasez de agua constituye uno de los principales desafíos del siglo XXI al que se están enfrentando ya numerosas sociedades de todo el mundo. (IMTA, 2012). El desgaste de agua afecta a cerca de 1.200 millones de personas, casi una quinta parte de la población mundial vive en áreas de escasez de agua. Otros 1.600 millones, alrededor de un cuarto de la población mundial, carecen de infraestructura necesaria para transportar agua desde ríos y acuíferos y abastecer a las comunidades (ONU, 2009).

En Ecuador todavía hay población subalimentada y por lo tanto no ha cumplido el objetivo del milenio de erradicar el hambre en el año 2015. Es importante que la Región cuenta con alimentos suficientes para que todos sus habitantes tengan una adecuada alimentación, pero el problema del hambre es fundamentalmente

debido a que los sectores más vulnerables no cuentan con los medios económicos para acceder a ellos (FAO, 2013).

En el Ecuador la Acuicultura tiene un escaso nivel de desarrollo, comparado con otros países de la región, y está orientada al cultivo de pocas especies. Solo un porcentaje aproximado del área otorgada para acuicultura corresponde a la continental; ello se puede deber a la falta de tecnología en los procesos de cultivo, pre y post cosecha (Sáens, 2011), produciendo alteraciones en el medio ambiente. La actividad pesquera abarca todas las provincias costeras.

Según Diver (2006): “la acuaponía es la solución al problema de la escasez de agua pues utiliza poca cantidad de agua para el mantenimiento de las especies implantadas mediante la recirculación y aprovechamiento de efluentes acuícola, sirviendo como solución para evitar el desperdicio de agua, aportar a que las zonas áridas sean aprovechadas, solucionar la inseguridad alimentaria y la falta de agua para el cultivo de peces y el sector agrícola” (Diver, 2006).

Los antecedentes expuestos, permitieron formular la siguiente pregunta:

¿La implementación de un sistema acuapónico a escala piloto con chame (*Dormitator latifrons*) lechuga (*Lactuca sativa*) incide en la producción de alimentos en la comunidad Casas Viejas, Cantón Bolívar?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Esta investigación se enmarcó en el programa de gobierno 2013-2017, en el apartado revolución ecológica, misma que apuesta por la transformación productiva bajo un modelo de coeficiente con mayor valor económico, social y ambiental. En este sentido, se plantearon como prioridades la conservación y uso sostenible del patrimonio natural, sus recursos naturales, y, la inserción de tecnologías ambientalmente limpias (SENPLADES, 2013).

La acuaponía, permitirá transmitir estos tipos de biotecnología al sector rural como universidad en transferencia de conocimientos según Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la formación tecnificada con la aplicación de nuevas tecnologías para la producción de alimentos como desarrollo sostenible sobre una base de cooperativismo y formación de

pequeñas empresas, teniendo por finalidad demostrar la viabilidad técnica para producir alimentos en el sector rural, manteniendo un ambiente saludable y sobre todo ser eficiente con el recurso agua y medio ambiente (Gallego, 2006).

Es por esto que se propuso desarrollar un modelo de sistema acuapónico conveniente para la comunidad Casas Viejas como alternativa de cultivo orgánico, para obtener una mayor variedad de alimentos sanos sin importar la región, libres de químicos, y al mismo tiempo peces saludables. Por lo tanto, con ello se colabora con el cuidado del medio ambiente y se obtienen fuentes de ingreso.

La práctica de esta tecnología se constituye en una alternativa viable para la reducción de costos y diversificación productiva de las unidades, es por ello que fue necesario de esta manera explorar, optimizar, recuperar, conservar y hacer un trabajo integrado con el recurso agua, plantas y peces. Además, se evaluó la producción y crecimiento de peces; consumo y eficiencia de la calidad de agua; y, se disminuyó la intervención de agentes químicos dañinos y contaminantes con el consumo de agua, mediante una producción orgánica, evitando que afecten el ciclo de vida y problemas ecológicos.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Implementar un sistema acuapónico a escala piloto con chame (*Dormitator latifrons*) lechuga (*Lactuca sativa*) para la producción de alimentos en la comunidad Casas Viejas, Cantón Bolívar

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar la situación socio –productivo-ambiental de la comunidad Casas Viejas
- Diseñar un sistema acuapónico para la comunidad Casas Viejas.
- Establecer la producción y crecimiento de peces y hortalizas en el sistema acuaponico en relación con la temperatura y oxígeno disuelto.



### **1.3.3. IDEA A DEFENDER**

La implementación de un sistema acuapónico a escala piloto con chame (*Dormitator latifrons*) lechuga (*Lactuca sativa*) incide positivamente en la producción de alimentos en la comunidad Casas Viejas, Cantón Bolívar

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ACUAPONÍA**

La acuaponía es un tipo de sistema de la acuicultura e hidroponía que se combinan en una misma función en el cual la acuicultura es el cultivo de peces y la hidroponía es la agricultura de hortalizas con agua. La acuaponía es un sistema de cultivo de peces y vegetales con agua (Parker B. , 2014).

### **2.2. SISTEMA ACUAPÓNICO**

La acuaponía constituye la integración entre cultivo de peces y uno hidropónico de plantas. Estos dos sistemas se unen en un ciclo de recirculación, en el cual se juntan, el componente acuícola y el componente hidropónico (Bofish, 2009).

En este sistema, los desechos metabólicos generados por los peces y restos de alimento, son utilizados por los vegetales y transformados en materia orgánica vegetal. De esta forma se genera un producto de valor a través de un subproducto desechable, los sistemas acuapónicos trabajan en puntos de gran interés en la producción, rentabilidad y tratamiento de desechos (Caló, 2012).

La integración de las plantas con los desechos orgánicos de los peces resulta en la extracción de nutrimentos para los dos, evitando así la necesidad de cambiar el agua, por ende, conservándola. La agricultura integrada da paso a la bio remediación de los efluentes, reduciendo la cantidad de agua necesaria y bajando el impacto medioambiental de este sistema agrario (Stover, 2015).

La acuaponía es una técnica de cultivo en la cual se obtienen peces y hortalizas en un mismo sistema de producción. Es la combinación de un sistema de acuicultura de recirculación con un sistema hidropónico en el cual las plantas reciben la mayoría de los nutrientes necesarios para su crecimiento directamente del agua de cultivo de los peces. Las excretas de los peces son ricas en nutrientes para las plantas, pero tóxicas para los peces mismos, las plantas actúan como un filtro de absorber estas sustancias previamente tratadas por algunas bacterias benéficas. El papel de las bacterias es convertir las excretas de los peces en compuestos más aprovechables para las plantas y menos tóxicos para los peces (Colagrosso, 2015).

## **2.3. TIPOS BÁSICOS DE SISTEMAS ACUAPÓNICOS**

En los sistemas acuapónicos se dividen en tres categorías básicas que también es posible construir sistemas que incorporen dos o más de estos estilos de sistemas en el mismo procedimiento. Mediante, la creatividad y la experimentación se logran ver la gran versatilidad de estos tipos sistemas (Powers, 2013).

### **2.3.1. Sistema de película de nutrientes**

Este sistema Consiste en un filtro y una gran red de tubos de PVC. En los cuales se perforan agujeros en la parte superior de las tuberías y se inserta una planta en cada agujero. El flujo de agua es un circuito constante, ya que va desde el tanque de peces a través de la red de tuberías y de circulación al tanque. La única interrupción del flujo es un tanque de filtro para eliminar sólidos. Esto es necesario para evitar la acumulación de sólidos en las raíces. Las únicas desventajas de este sistema son el remojo constante de las raíces de las plantas y la absoluta necesidad de filtrar los sólidos.

### **2.3.2. Sistema de raíz flotante**

En este tipo de sistema, las plantas permanecen a flote en unas planchas de espuma flex en el tanque de peces y están contenidas en vasos térmicos. Estas planchas pueden bloquear el oxígeno que de otro modo podría penetrar en la superficie del agua. Además, el agua no circula, por lo que disminuye la aireación. Por lo cual estas requieren una aireación adicional.

### **2.3.3. Sistemas de solución nutritiva recirculante**

Este sistema constituye como uno de los más utilizados ya que requieren una red de recipientes de lecho de cultivo conectados con tuberías de PVC en esto se incorpora sifones de campana con el fin de inundar las camas de cultivo hasta su capacidad, luego de drenarlas totalmente de nuevo en la pecera.

## 2.4. CICLO DEL NITRÓGENO EN LA ACUAPONÍA

Las bacterias nitrificantes, viven en diversos ambientes como el suelo, el agua y el aire, son uno de los principales componentes esenciales de los diferentes procesos de nitrificación que convierte los desechos de plantas y animales en nutrientes necesarios para las plantas. Este proceso natural de nitrificación por bacterias que ocurre en el suelo también tiene lugar en el agua de la misma manera. Para la acuaponía, los desechos animales son las excretas de peces liberadas en los tanques de cultivo. Las mismas bacterias nitrificantes que interactúan en la tierra también se establecerán naturalmente en el agua o en toda superficie húmeda, convirtiendo el amoníaco de los desechos de peces en nitrato fácilmente asimilable para las plantas en su desarrollo. La nitrificación en los sistemas acuapónicos proporciona nutrientes para las plantas y elimina el amoníaco y el nitrito que son tóxicos para los peces (Somerville *et al.* 2014).

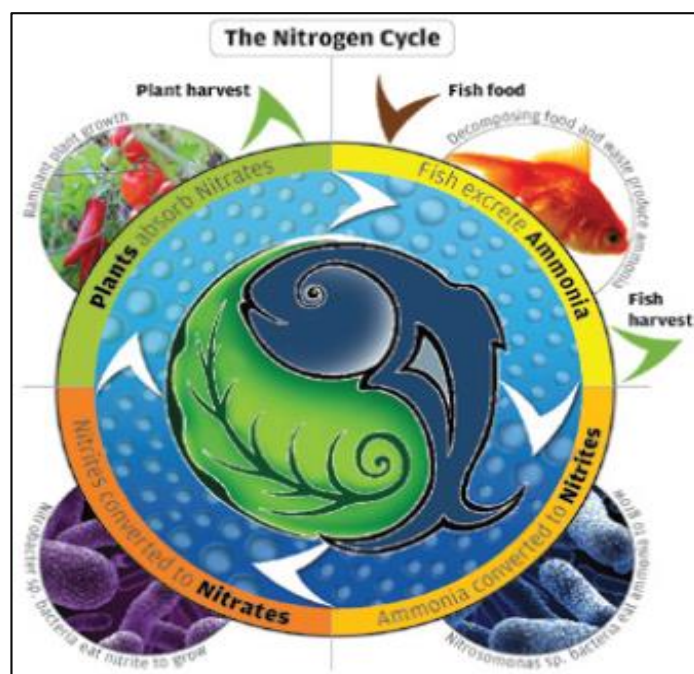


Gráfico 1. Representación del ciclo del nitrógeno en la acuaponía.

Fuente: Backyard Aquaponics (2011)

## 2.5. CALIDAD DEL AGUA

En la calidad de agua no cumplen los requisitos de calidad para una determinada especie piscícola. En estos contenidos inadecuados de minerales disueltos o de materia orgánica en el agua afectan directamente el funcionamiento branquial

generando dificultades respiratorias y metabólicas que proceden en un crecimiento lento. La medición frecuente de ciertos parámetros permite modificar y mantener las características del agua en niveles idóneos, ya que de este modo provoca enfermedades que pueden ser causadas por las condiciones del agua (Coronel, 2014).

Los elementos como pH y conductividad eléctrica determinan el grado de disponibilidad de los nutrientes disueltos y por lo tanto el crecimiento y producción de las plantas. Los parámetros más importantes a medir son: oxígeno, temperatura, pH, amonio, nitrito y nitrato y fosfato.

### 2.5.1. Oxígeno

El oxígeno es esencial para todos los organismos en la acuaponía; por lo tanto las plantas, peces y bacterias nitrificantes necesitan oxígeno para vivir. El nivel de oxígeno disuelto (OD) se describe como la cantidad de oxígeno molecular dentro del agua, y se mide en mg/l. Este es el parámetro de calidad de agua que tiene los efectos más drásticos e inmediatos en la acuaponía. En efecto, los peces pueden llegar a morir en horas cuando son expuestos a bajos niveles de Oxígeno. Por ello, asegurar los niveles adecuados es crucial para la acuaponía. El rango óptimo para cada organismo es de 5 – 8 mg/l. Algunas especies incluyendo el chame pueden tolerar niveles de Oxígeno Disuelto tan bajos como 2 – 3 mg/l, pero es más seguro tener niveles más altos en la acuaponía, por eso, se recomienda que se incremente la aireación usando una bomba de aire (Somerville *et al.* 2014).

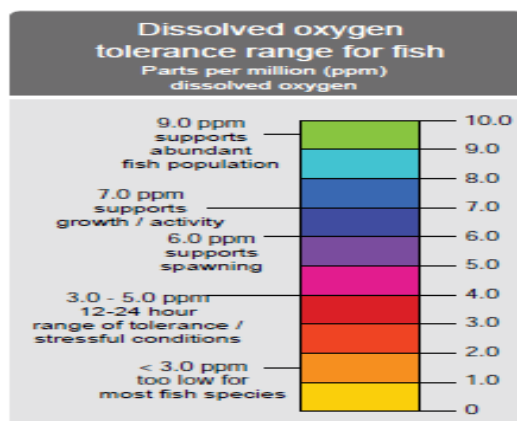


Gráfico 2. Tolerancia general de Oxígeno Disuelto para peces.

Fuente: Somerville *et al.* (2014).

## 2.5.2. Temperatura

La temperatura del agua afecta en todos los aspectos de un sistema acuapónico. El rango óptimo de la temperatura es de 18 a 30 °C, tiende a tener efectos sobre el oxígeno disuelto y también en la toxicidad (ionización) del amonio; las temperaturas altas causan menos oxígeno disuelto y más amonio desionizado (tóxico). Estas temperaturas pueden restringir la absorción de calcio en las plantas, ya que los peces de agua cálida como el chame y las bacterias nitrificantes viven a temperaturas de agua altas de 22 – 29 °C. Al Contrario de algunos vegetales como la lechuga crecen mejor en temperaturas más bajas de 18 – 26 °C (Coronel, 2014).

## 2.5.3. Potencial de hidrógeno (pH)

El pH simboliza la concentración de iones de hidrógeno en una solución. Cada especie piscícola tiene un rango óptimo de pH determinado, en el caso del chame, su pH óptimo es de 6,4 hasta 9,4. La importancia del pH en peces se debe principalmente a la toxicidad que pueden presentar nutrientes en diversos rangos, así, los niveles de pH ácidos pueden generar intoxicación por hierro o aluminio, mientras los niveles elevados producen intoxicación por amonio. En las plantas, el pH es importante para la disponibilidad de nutrientes, pues con un pH mayor a 7 se vuelve más asimilable el potasio, calcio, azufre, magnesio y molibdeno, pero otros elementos como fósforo, boro, cobre y zinc se inhiben. En cambio, en un pH ácido menor a 7, existe riesgo de toxicidad por hierro o aluminio. El pH óptimo para la lechuga es 5.8 (Coronel, 2014).

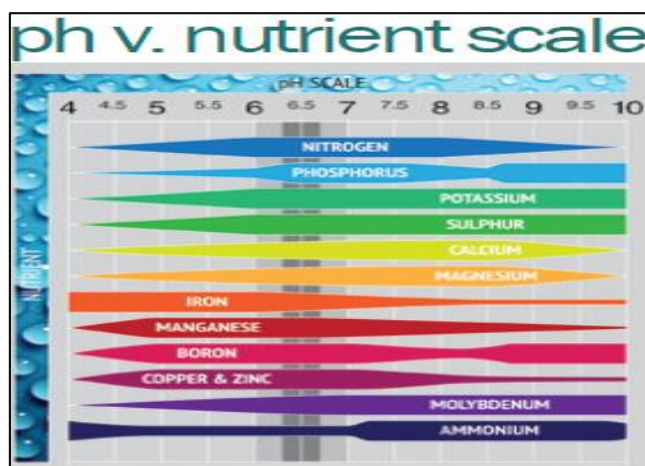


Gráfico 3. Escala gráfica de pH vs, nutrientes.

Fuente: Backyard Aquaponics (2011)

### 2.5.4. AMONIO (NH<sub>4</sub>)

El amonio es importante dentro del sistema acuícola pues es el producto de la excreción de los peces. En concentraciones pequeñas, puede causar una condición denominada “sangre café”, donde la hemoglobina, al entrar en contacto con sustancias nitrogenadas se convierte en metahemoglobina, la cual no posee la capacidad de transportar oxígeno. Los valores de amonio en el agua para *dormitator latifrons*. Deben variar entre 0,01 a 0,1 mg/l, siendo niveles mayores a 2 mg/l letales (Coronel, 2014).

Total Ammonia Nitrogen (TAN) - ppm											
Temp (°C)	pH										
	6.0	6.4	6.8	7.0	7.2	7.4	7.6	7.8	8.0	8.2	8.4
4	200	67	29	18	11	7.1	4.4	2.8	1.8	1.1	0.68
8	100	50	20	13	8.0	5.1	3.2	2.0	1.3	0.83	0.5
12	100	40	14	9.5	5.9	3.7	2.4	1.5	0.95	.61	0.36
16	67	29	11	6.9	4.4	2.7	1.8	1.1	0.71	0.45	0.27
20	50	20	8.0	5.1	3.2	2.1	1.3	0.83	0.53	0.34	0.21
24	40	15	6.1	3.9	2.4	1.5	0.98	0.63	0.4	0.26	0.16
28	29	12	4.7	2.9	1.8	1.2	0.75	0.48	0.31	0.2	0.12
32	22	8.7	3.5	2.2	1.4	0.89	0.57	0.37	0.24	0.16	0.1

Gráfico 4. Escala tóxica del amonio.

Fuente: Backyard Aquaponics (2011)

### 2.5.5. Nitrito (NO<sub>2</sub>) y nitrato (NO<sub>3</sub>)

El amonio puede ser convertido a nitrito mediante un proceso de oxigenación generado por las bacterias de género Nitrosomonas; sin embargo, este es tóxico para los peces. Las bacterias del género Nitrobacter transforman el nitrito a nitrato, la cual es una forma menos perjudicial para los peces y además es la principal forma de asimilación de nitrógeno por las plantas a través de sus raíces. Los niveles seguros de nitrito son de 0,1 mg /l y de nitrato valores menores a 40 mg/l (Coronel, 2014).

### 2.5.6. Fosfato (PO<sub>3</sub>)

La mayor concentración de fosfatos se origina en el agua por las excreciones de los peces, este exceso de comida y descomposición de materia orgánica, ya que se desconocen los niveles específicos de toxicidad de fosfato para diversos peces, el peligro de los mismos es la formación de algas. Cuando los niveles de

nitrógeno o fósforo son muy elevados en un ecosistema acuático se produce la condición de eutrofización, en donde se genera un elevado número de algas las cuales reducen la penetración de la luz a mayores profundidades. Conforme las algas y plantas acuáticas se descomponen, sus sedimentos se almacenan en el fondo del acuífero, donde sus organismos descomponedores y agotan el oxígeno en ese estrato, impidiendo así que se sostenga la vida aeróbica en áreas profundas, este nivel de fosfato es aceptable para esta especie, es menor o igual a 1 mg/l (Coronel, 2014).

Organism type	Temp (°C)	pH	Ammonia (mg/litre)	Nitrite (mg/litre)	Nitrate (mg/litre)	DO (mg/litre)
Warm water fish	22-32	6-8.5	< 3	< 1	< 400	4-6
Cold water fish	10-18	6-8.5	< 1	< 0.1	< 400	6-8
Plants	16-30	5.5-7.5	< 30	< 1	-	> 3
Bacteria	14-34	6-8.5	< 3	< 1	-	4-8

*Tabla 1.* Tolerancias generales de la calidad de agua para peces (agua cálida o fría), plantas hidropónicas y bacterias nitrificantes.

Fuente: Somerville *et al.* (2014).

## 2.6. ELEMENTOS DE UN SISTEMA ACUAPÓNICO

### 2.6.1. Tanque para cría de los peces

El tanque para producir los peces es un componente indispensable en un sistema acuapónico. En este componente se desarrollarán los peces que se han escogido por lo que es necesario que sea de un material resistente, que sus dimensiones sean proporcionales al número y tamaño de los peces. Asimismo, debe tomarse en cuenta que el área del tanque es más importante que su altura, pues los peces se desplazan más en forma horizontal que vertical. Estos tanques pueden ser desde peceras de vidrio o acrílicas, barriles plásticos, tanques plásticos o piletas de concreto. Es esencial que el tanque no haya sido utilizado previamente para el transporte de sustancias tóxicas, ya que estas pueden seguir disolviéndose en el agua y comprometer la salud de los peces y el crecimiento de las hortalizas; además se aconseja que el contenedor a usar como tanque no sea de metal, pues el agua puede corroerlo formando herrumbre y perjudicando a los peces (ENVIRONMENT, 2015).



### **2.6.2. Bomba de agua**

La bomba de agua es el motor del sistema acuapónico, dirige el agua desde el tanque de los peces a los cultivos hidropónicos y de estos la reenvía de vuelta al tanque en un sistema cerrado de recirculación. La circulación del agua generada por la bomba, garantiza que las plantas y las bacterias reciban sus nutrientes, de esta forma se filtra y mejora la calidad del agua que los peces recibirán una vez que el agua complete su recorrido al regresar al tanque.

### **2.6.3. Aireación mecánica o automatizada**

Los peces necesitan la presencia de oxígeno disuelto en el agua para su sobrevivencia y desarrollo. También las raíces de las plantas se ven beneficiadas por la presencia de oxígeno disuelto en el agua del sistema, ya que previene la pudrición de las raíces. La concentración mínima de oxígeno disuelto varía según la especie cultivada. Se puede oxigenar el sistema al permitir la caída del agua recirculante en el contenedor de los peces, otra forma es colocando una bomba de oxigenación, la cual se recomienda cuando las caídas de agua no son suficiente debido a que la cantidad de peces y plantas es demasiada ocasionando una escases de oxígeno en el sistema.

El oxígeno disuelto en el agua se logra a través de la aireación y los peces lo requieren para su sobrevivencia y desarrollo, además las plantas se ven beneficiadas ya que previene muerte de raíces por estar sumergidas. Esta parte del sistema debe estar funcionando de manera constante sin interrupciones (INTAGRI, 2017, pág. 6).

#### **2.6.3.1. Aireación**

El oxígeno disuelto en el agua se logra a través de la aireación y los peces lo requieren para su sobrevivencia y desarrollo, además las plantas se ven beneficiadas ya que previene muerte de raíces por estar sumergidas (INTAGRI, 2017).

### **2.2.3.2. Recirculación.**

El movimiento del agua es fundamental para conservar ambos sistemas en funcionamiento; este es realizado por una bomba de agua que normalmente es sumergible. Se programa por medio de un timer (temporizador) y se recomienda que el agua circule al menos dos veces por hora, por ejemplo: si en total se tienen 1000 litros en el sistema acuapónico, esta debe dar dos vueltas a todo el sistema en una hora. Las capacidades y características de las bombas en el mercado son muy extensas y las más adecuadas dependen del número de tanques, camas y cantidad de agua a usar (INTAGRI, 2017).

### **2.6.4. FILTRO**

Es un aparato compuesto generalmente de un material poroso y carbón activo, que permite purificar este líquido que viene directamente del acueducto y llega a través de los grifos. Al pasar por el filtro, este atrapa las partículas que el agua trae y pueden ser tóxicos o perjudiciales para la salud, algunos de estos elementos son arena, barro, oxido, polvo, hierro, altas cantidades de cloro y bacterias, entre otros (Weebly.com, 2015).

### **2.6.5. SISTEMA DE RAÍZ FLOTANTE**

Esta técnica no requiere de sustrato sólido, las raíces de las plantas permanecen en contacto con el agua que debe ser oxigenada diariamente. La oxigenación puede ser aplicada manualmente o a través de bombas de aire. Este sistema es utilizado en acuaponía a mediana y larga escala y si bien no necesita de sustrato sólido, es necesario añadirle un biofiltro. Además, a diferencia de las camas hidropónicas de raíz flotante, las utilizadas en acuaponía necesitan una entrada y una salida de agua, para la recirculación de la misma (ENVIRONMENT, 2015).

### **2.6.6. ESPECIES PARA CULTIVOS**

Las especies que pueden ser cultivadas en sistemas acuapónicos, son variadas. No obstante, la combinación de ambas (peces y plantas) deberá ser seleccionada con atención a la hora de realizar la operación. Debe considerarse que las dos especies tengan requerimientos similares en cuanto a temperatura y pH, ya que así se lograrán los mejores resultados (ENVIRONMENT, 2015).

## **2.7. HIDROPONIA**

Es la técnica de producción intensiva de plantas, se caracteriza por abastecer el agua y los nutrientes de manera controlada y de proporcionar a las plantas los elementos nutritivos en las concentraciones y proporciones más adecuadas, a través de una solución de elementos esenciales (N, P, K, Ca, Mg, S., etc.) (Sagacarpa, 2007).

Para su aplicación se utilizan sustratos inertes diferentes al suelo a los que se les adiciona en forma constante una solución nutritiva, preparada a partir de fertilizantes comerciales; con esto se logra un medio que proporciona las condiciones físicas, químicas y sanitarias más adecuadas para el desarrollo de los cultivos (Sagacarpa, 2007).

## **2.8. ACUICULTURA**

La acuicultura, al igual que otras actividades económicas, usa y transforma los recursos en productos con un valor económico y social (Parker, 2002). Al hacerlo produce desechos que, a su vez, requieren de otros servicios ambientales para ser asimilados o reciclados (Buschmann, 2001).

La acuicultura libera efluentes con alto contenido de materia orgánica, patógenos piscícolas, sustancias tóxicas e individuos liberados involuntariamente los cuales en la mayoría de los casos son especies introducidas que alteran el ecosistema local (Andrade, 2014)

## **2.9. PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS**

El concepto de producción agrícola es aquel que se utiliza en el ámbito de la economía para hacer referencia al tipo de productos y beneficios que una actividad como la agrícola puede generar. En otras palabras, se puede definir como la cantidad total producida de los bienes destinados para el mercado interno y externo (Monteros & Sumba, 2014)..

La relevancia que tiene el medir la productividad agrícola se presenta cuando un productor pretende aumentar sus volúmenes de producción y por ende su rentabilidad, con una mejor utilización de los factores e insumos que se disponen

para la producción. La productividad puede mejorar mediante la aplicación adecuada de los insumos que necesita el cultivo en cada una de sus etapas de crecimiento y cosecha (Monteros & Sumba, 2014)

Existen más de 300 plantas apropiadas para la acuaponía. Es decir, un número mayor a este ha sido probado con este sistema y ha tenido bastante éxito. En general, los vegetales de los que se consume su raíz son los que tienen más dificultades para desarrollarse, como papas, cebollas o zanahorias, pero si se dan las condiciones adecuadas, es posible lograrlo (Richards, 2017, pág. 7).

Las hierbas y verduras de hoja son las que más se cultivan con esta técnica debido a que el resultado es óptimo. Dicho resultado también dependerá si su sistema de acuaponía se encuentra el interior o exterior. Se puede colocar en un garaje, en un patio cubierto, en el jardín trasero de su casa o en un invernadero (Richards, 2017).

Las plantas cultivadas en un ambiente acuapónico suelen presentar tasas de crecimiento muy superiores a las de aquellas cultivadas en condiciones tradicionales. Esto se debe a que en un sistema acuapónico las plantas obtienen tanta agua y fertilizantes orgánicos (desechos frescos) como requieren, mientras que las que son cultivadas en terreno pueden llegar a consumir toda el agua disponible, especialmente cuando el clima es caluroso. El flujo hídrico continuo así como el drenaje en un sistema acuapónico contribuyen a un mejor crecimiento (Richards, 2017).

## **2.10. CHAME (*Dormitator Latifrons*)**

*Dormitator Latifrons*, conocido en nuestro medio como Chame, también denominado fat sleeper, puyequé, popoyote o chalaco, es un pez cuya distribución va desde el Sur de California hasta el norte del Perú, este pez en comparación con otras especies acuáticas cultivables, tiene la característica de sobrevivir variaciones abióticas (salinidad, temperatura) y especialmente una conversión alimenticia que le permite ganar peso en menor tiempo con respecto a otros peces, lo que convierte al chame en una alternativa de grandes divisas para el país (Lascano, 2010).

Es cultivado a mediana escala en Ecuador y existe interés para desarrollar su producción por acuicultura (Rodríguez-Montes de Oca & Medina Hernández, 2012).

El chame (*Dormitator latifrons*) es el pez de mayor demanda y de gran valor económico que va mostrando mayor escases debido al bajo volumen de agua en época seca (ACBIO, 2012).

Su nombre común es Gobio dormilon, dormilon del pacífico, camote del pacífico, popoyote, de orden perciformes, de la familia eleotridae y género dormitator.

La fuente nutritiva es utilizada tanto por los peces como la comunidad vegetal, generando más producto por cada gramo de nutrientes. Los sistemas de acuicultura pecera pueden proporcionar una fuente consistente de nutrientes para las plantas hidropónicas. Asimismo, la filtración del agua por parte de las plantas provee una fuente de agua limpia para los peces (Stover, 2015).

## **2.11. PLANTAS EN LA ACUAPONÍA**

Las plantas requieren luz solar, aire, agua y nutrientes para crecer. macronutrientes esenciales incluyen: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre; los micronutrientes incluyen hierro, zinc, boro, cobre, manganeso y molibdeno. Las deficiencias deben abordarse suministrando los nutrientes limitantes con fertilizante suplementario o aumentando la mineralización. El parámetro de calidad del agua más importante para las plantas es el pH porque afecta la disponibilidad de nutrientes esenciales (Richards A. , 2017).

El rango de temperatura adecuado para la mayoría de los vegetales es de 18-20 ° C, aunque muchos vegetales son estacionales. Las hierbas y vegetales verdes son muy buenos en acuaponía. La producción integrada y el manejo de plagas / enfermedades utiliza prácticas físicas, mecánicas y culturales para minimizar las plagas / patógenos, y luego utiliza un tratamiento biológico y químico seguro para peces en aplicaciones específicas, cuando sea necesario (Somerville *et al.* 2014).

El diseño de plantación inteligente puede maximizar el espacio, alentar insectos beneficiosos y mejorar la producción. La siembra escalonada proporciona una cosecha continua, así como una absorción constante de nutrientes y una calidad del agua más constante. (Somerville *et al.* 2014).

### **2.12. LECHUGA (*Lactuca sativa*)**

La lechuga es una planta herbácea, anual y bianual, que cuando se encuentra en su etapa juvenil contiene en sus tejidos un jugo lechoso de látex, cuya cantidad disminuye con la edad de la planta. Se reporta que las raíces principales de absorción se encuentran a una profundidad de 5 a 30 cm.

La raíz principal llega a medir hasta 1.80 m por lo cual se explica su resistencia a la sequía. Llega a tener hasta 80 cm de altura (Alvarado & Chávez, 2001).

Pertenece a la clase Magnoliopsida; del orden Asterales de la familia Asterales, género *Lactuca* L y, especie *Sativa* L.

### **2.13. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE**

Es una hortaliza anual típica. Se ubica en el grupo de las hortalizas de hoja y se consume prácticamente en fresco. Su importancia se ha incrementado en los últimos años, debido tanto a la diversificación de tipos varietales, entre los que se incluyen las de tipo Batavia, lisa o mantequilla, tipo Cos o Romana, las minihortalizas tipo Baby Leaf, y las foliares lisas y crespas de diferentes tonalidades verdes, rojas y moradas, como al aumento del empaque de la cuarta gama, donde las principales especies empacadas en este tipo de presentaciones son las diferentes clases (Jaramillo, Aguilar, & Tamayo, 2016, pág. 7).

### **2.14. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES**

De los 92 elementos naturales que se conocen, solamente 17 están generalmente considerados como esenciales para el crecimiento de la mayoría de las plantas. Estos están divididos en macronutrientes, requeridos en mayor cantidad, y los micronutrientes, requeridos en menor cantidad. Los elementos esenciales son: Carbono (C), Hidrógeno (H), oxígeno (O), Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Azufre (S), Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Manganeso

(Mn), Boro (B), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo), Cobalto (Co), Cloro (Cl). Son macronutrientes los primeros nueve y micronutrientes los últimos ocho (Rubio, 2012).

## CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

### 3.1 UBICACIÓN

La investigación se desarrolló en la comunidad Casas Viejas (figura 3.1), ubicada en la parroquia Calceta, cabecera cantonal del Cantón Bolívar en una zona semiárida rodeada en sus límites con Junín, Tosagua y Calceta frente a la Organización María Auxiliadora.



Figura 3.1 Puntos en donde se realizó la practica

En el cuadro 3.1 se detallan las coordenadas de los puntos

**Cuadro 3.1.** Coordenadas de los puntos tomados en la comunidad

Puntos	X	Y	Z (m)
1	586287	9904713	52
2	586298	9904704	47
3	586280	9904684	54
4	586209	9904694	55

### 3.2 DURACIÓN

La investigación se realizó de Septiembre 2016 a Mayo del 2017 (la duración fue de nueve meses) el sistema piloto se realizó en las instalaciones del bosque politécnico.



### **3.3 MÉTODO**

Se reflexionó que la investigación acorde a la línea de investigación Servicios ambientales. de la Carrera de Ingeniería Ambiental fuera abordada desde las metodologías naturalistas como complemento de las metodologías no experimentales (Arruza y Arribas, 2008 citado por Fraile & Teresa, 2009).

### **3.4 TÉCNICAS**

- **Observación**

La observación fue una estrategia para la recogida de datos e información que permitió describir las situaciones y contrastar una hipótesis (Benguria & Martín, 2010).

- **Consulta Bibliográfica**

Se utilizó para la búsqueda de datos que permitieron referenciar los resultados obtenidos en la ejecución del trabajo de investigación.

- **Registros fotográficos**

Se utilizaron las fotografías ya que en la actualidad constituyen un elemento auxiliar para la asimilación psíquica del mundo y de esta forma evidenciar lo realizado.

### **3.5 VARIABLES DE ESTUDIO**

#### **3.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE**

Sistema acuapónico

#### **3.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE**

Producción de peces y hortaliza

### 3.6 PROCEDIMIENTOS

#### 3.6.1 FASE I. IDENTIFICACIÓN DE LA SITUACIÓN SOCIO-PRODUCTIVO-AMBIENTAL DE LA COMUNIDAD CASAS VIEJAS

Se efectuó una visita a la comunidad de Casas Viejas en donde se dialogó con la persona encargada de administrar las actividades de la comunidad y se llegó a un consenso sobre las mismas. Posteriormente se realizó el reconocimiento del terreno, se tomaron los puntos con un GPS en un área determinada para la ejecución de la investigación.

Como instrumento de diagnóstico se diseñó una encuesta con preguntas abiertas y cerradas en lo socio-productivo-ambiental, aplicadas a las familias de la comunidad Casas Viejas para posteriormente ser tabuladas, graficadas y analizadas. (**Anexo 1**).

En la generación y análisis de datos estadísticos, la población general de la comunidad es de aproximadamente 150 personas. Se tomó una muestra aleatoria de estudio, equivalente a 30 personas dedicadas a la agricultura. En este proceso de selección se utilizó la siguiente fórmula.

$$n = \frac{N * Za^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Za^2 * p * q}$$

Donde:

N = Total de la población

Za = 1.96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%)

p = proporción esperada (es de 5% = 0.05)

q = 1 - p (es de 1-0.05 = 0.95)

d = precisión (es de 5%)

### **3.6.2. FASE II. DISEÑO DE UN SISTEMA ACUAPÓNICO PARA LA COMUNIDAD CASAS VIEJAS, OPTIMIZANDO Y CONSERVANDO EL RECURSO AGUA.**

Una vez que se identificó el lugar, se efectuó una limpieza del lugar señalado para mejorar la calidad visual de la zona, en esta misma zona se logró construir el sistema acuapónico la cual se encuentra ubicada en el área de investigación. Este sistema consistió en estanques de diferentes, una pequeña bomba sumergible con una potencia de ½ HP (caballo de fuerza) y un flujo máximo de 23,7 L/min, un sistema de descarga o drenaje con mangueras de 0.00635 m de diámetro y 1,5 m y 2 m de largo, una cama flotante de 1 m de largo y 0.60 m de ancho, para la siembra de las plantas y además vasos térmicos. También consto con una estructura de cubierta de sarán (malla sombra) para protegerlos de diferentes tipos de plagas que pueden afectar al sistema; así como también un cerramiento que solo permita el ingreso a personal que trabajó en la investigación este sistema aproximadamente ocupó unos 20m<sup>2</sup>, con posibilidades de expansión.

### **3.6.3. FASE III: ESTABLECER LA PRODUCCIÓN Y CRECIMIENTO DE PECES Y HORTALIZAS EN EL SISTEMA ACUAPONICO EN RELACIÓN CON LA TEMPERATURA Y OXÍGENO DISUELTO.**

En la cría de peces, se utilizaron especies juveniles de chame (*dormitator latifrons*), provenientes de chamera La Segua. Los peces fueron trasladados al sitio de ensayo para una previa aclimatación en tanques de fibra de vidrio con capacidad de 250 litros, provistos de aireación constante. El tiempo de aclimatación fue de 24 horas, tiempo en el cual se alimentaron con una dieta comercial con 35% de proteína. Posteriormente se procedió a seleccionar al azar los organismos, registrando el peso y longitud estándar (LE), longitud total (LT) y altura fueron colocados cada uno de los tratamientos en las unidades experimentales correspondientes en gramos y centímetros. Los peces fueron alimentados dos veces por día, a las 11:00 am y 16:00 pm. La ración por día fue estimada considerando la sugerencia del fabricante del alimento y a las condiciones del experimento; 2% del peso vivo/día, siguiendo la ecuación:

$$\text{Alimentación} = \text{peso pez} \times 0.02$$

La planta que se uso fue la lechuga orgánica (*Lactuca sativa*), mismas que fueron producidas en el invernadero en donde se cultivaron en planchas hidropónicas o germinadoras luego se las procedió a regar para su posterior desarrollo y crecimiento de las raíces para luego de 10 días ser trasplantadas al sistema en unos vasos térmicos con agujeros en la que estuvieran en contacto con el agua en donde estas absorbían los nutrientes de las misma, así como la purificación del agua. Después de un lapso de tiempo estimado de 15 días se procedió con la toma de datos con una cinta métrica en donde se midieron la longitud de las raíces así como el follaje. Los datos de las lechugas se muestran en la Cuadro No. 4.3.9.

La temperatura fue tomada 10 veces al día empezando a las 07H00 concluyendo a las 16H00 con un medidor de oxígeno disuelto para agricultura 550A marca YSI, metro disuelto portable del oxígeno que es capaz de medir temperatura y el oxígeno disuelto junto con un thermistor altamente exacto y una tecnología polarographic, de utilización manual, rápido y fácil.

En los análisis de la calidad del agua se procedió con la toma de muestras del agua desde el medio en el que conviven peces y bacterias y las plantas. Se procedió con cada uno de los análisis del agua. Dichos análisis se realizaron en los meses de Septiembre y Octubre; los mismo se realizó in situ (dentro del área de investigación), con los instrumentos y reactivos correspondientes.

Los parámetros físico-químicos a analizar dentro del sistema acuapacuaponico acuaponico acuaponico acuaponico onico fueron amonio ( $\text{NH}_4$ ), nitrito( $\text{NO}_2$ ), fosfato( $\text{PO}_3$ ), así como el pH, y oxígeno disuelto, fueron tomados en cuenta para posteriormente solucionar algún tipo de problema o mantener en equilibrio los parámetros adecuados, ya que son los más importantes para mantener saludable el sistema acuapónico.

Los análisis del agua se realizaron en el laboratorio de la Carrera De Agroindustrias

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. IDENTIFICACIÓN DE LA SITUACIÓN SOCIO –PRODUCTIVO-AMBIENTAL DE LA COMUNIDAD CASAS VIEJAS

Los resultados de la encuesta aplicada se presentan a continuación:

#### 1. ¿Cuál es su actividad laboral frecuente?

Los datos resultados de las encuestas indican que el 50,00% de los habitantes de la comunidad Casas Viejas, tienen como actividad laboral frecuente la agricultura; en un menor porcentaje el 26,67% se dedica a la ganadería; a otras actividades de sustento económico como son: jornalero, obreros, elaboración de productos etc., llegando a obtener el 23,33%; éstas actividades son propias de la zona por disponer extensas áreas para una gran variedad de cultivos, lo cual sirve de sustento para las familias de la comunidad (Tabla 4.1.1, gráfico 4.1.1).

En la actualidad existe una creciente demanda de productos agropecuarios. Las producciones agropecuarias tienen una alta competencia en el mercado. Para tener precios competitivos, las producciones buscan incrementar su eficiencia en la producción y al mismo tiempo buscan optimizar el uso de los insumos y proteger los recursos naturales. El desarrollo de nuevas técnicas en la cual interactúan dos o más prácticas agropecuarias han permitido mejorar la conservación de los recursos naturales. Con estas prácticas se logra también minimizar el uso de fertilizantes, pesticidas y herbicidas utilizados en la producción agropecuaria (Scott, 2006).

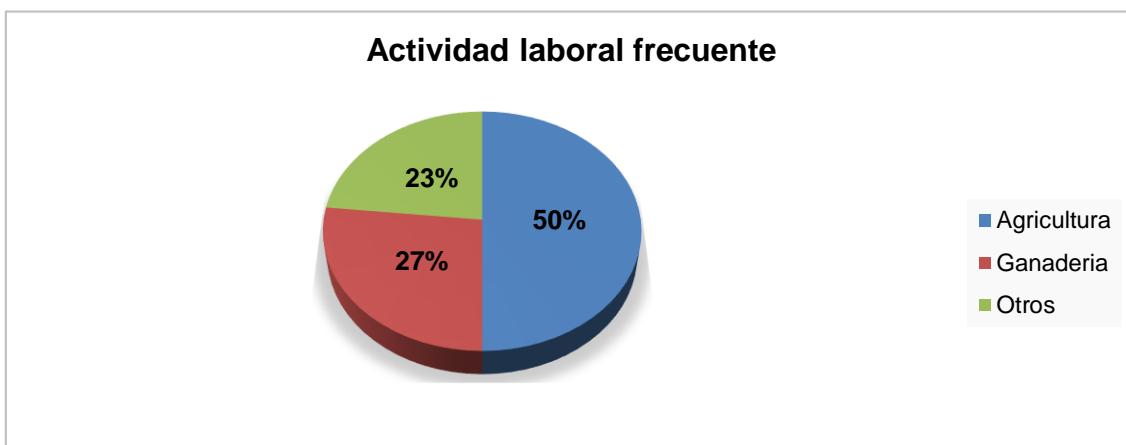
**Tabla No. 4.1.1**

#### **Actividad laboral frecuente**

<b>Actividad laboral</b>	<b>N°</b>	<b>%</b>
Agricultura	15	50,00%
Ganadería	8	26,67%
Otros	7	23,33%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas

**Elaboración:** Autores de la investigación



**Grafico 4.1.1. Actividades productivas de la comunidad Casas Viejas**

## 2. ¿Qué tipo de cultivos se practican en esta zona?

Se logró determinar que el tipo de cultivo que más se practica en la comunidad está representado por el cultivo de maíz con el 46,67% y de otros tipos de cultivos como plátano y maní con el 26,67% c/u. En la comunidad estos son los tipos de cultivos de la zona por lo que estas son más adecuadas a la ubicación y por ende de más resistencias en la zona (Tabla 4.1.2, gráfico 4.1.2).

El cultivo del maíz ha persistido, independientemente de la política agrícola, gracias a su importancia en la agricultura de subsistencia y en la cultura de la población, pues brinda diversos beneficios a los productores, incluyendo una fuente de empleo, cierta seguridad alimentaria así como otros servicios más intangibles (Yúnez Naude, 2012).

**Tabla No. 4.1.2**

### Tipo de cultivos se practican en esta zona

Tipos de cultivos	N°	%
Plátano	8	26,67%
Maíz	14	46,67%
Maní	8	26,67%
	30	100,00%

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas

**Elaboración:** Autores de la investigación



**Grafico 4.1.2. Cultivos practicados en la comunidad Casas Viejas**

### **3. ¿Cuál es la fuente de abastecimiento de agua para el consumo de su comunidad?**

Según los resultados detallados en la tabla No. 4.3 logramos determinar que la fuente de abastecimiento del agua para el consumo en la comunidad es el agua potable, representado por el 86,67% de la población, mientras tanto el 13,33% de la comunidad se abastece de otras fuentes como adquisición de agua por tanqueros (Tabla 4.1.3, gráfico 4.1.3).

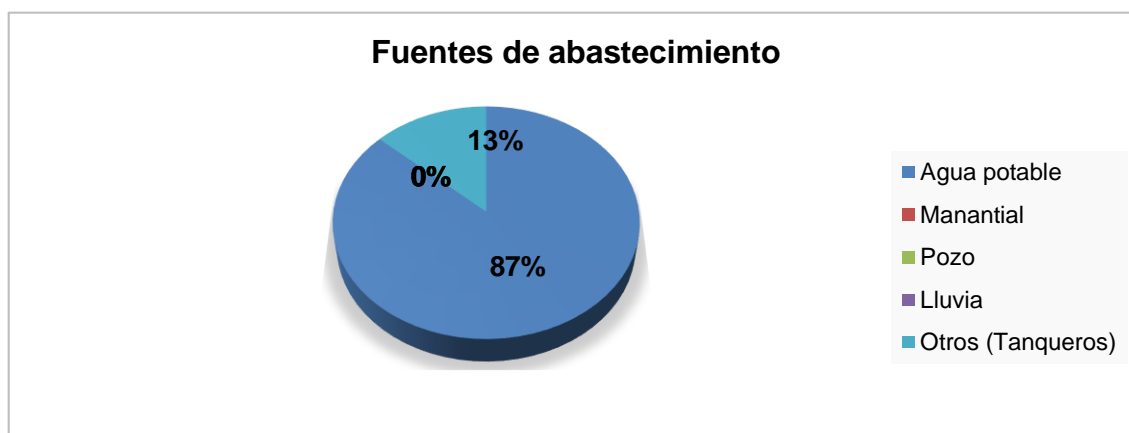
El acceso a fuentes mejoradas de agua potable es significativamente mayor en zonas urbanas que en rurales. En las agrarias de la práctica totalidad del mundo en desarrollo el nivel de acceso a éstas continúa siendo inaceptablemente bajo. De 1990 a 2004, el nivel de acceso al líquido vital potabilizado en áreas urbanas se mantuvo en el 95%, mientras que en las rurales aumentó del 64% en 1990 hasta 73% en 2004. En 27 países en desarrollo, menos del 50% del sector rural tiene acceso a éstas (OMS/UNICEF, 2015, pág. 12).

**Tabla No. 4.1.3****Fuentes de abastecimiento**

<b>Fuentes de abastecimiento</b>	<b>N°</b>	<b>%</b>
Agua potable	26	86,67%
Manantial	0	0,00%
Pozo	0	0,00%
Lluvia	0	0,00%
Otros (Tanqueros)	4	13,33%
	30	100,00%

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas

**Elaboración:** Autores de la investigación



**Gráfico 4.1.3 Fuente de abastecimiento de agua para el consumo de su comunidad**

#### **4. ¿Qué grado de dificultad tiene para abastecerse del líquido vital en la producción de alimentos?**

Como se puede ver en la tabla No. 4.1.4, con un porcentaje superior el 66,67% de las familias de la comunidad casas viejas tienen mucha dificultad para abastecerse del líquido vital para la producción de alimento, el 23,33% no tiene dificultad, mientras que el 6,67% tienen muy poca dificultad y el 3,33% tienen demasiada dificultad, debido a la ubicación en la que se encuentran asentadas están lejos de los puntos de mayor instalación. (Tabla 4.1.4, gráfico 4.1.4).

Resulta sumamente difícil dotar a estas zonas marginadas de servicios de aceptable calidad. Los problemas principales que enfrenta la expansión de



servicios se relaciona tanto con los altos niveles de pobreza y escasa capacidad de pago, como con los altos costos de construcción y operación, debido a que muy a menudo este crecimiento explosivo se desarrolla de forma desordenada, lejos de las redes existentes y en zonas con condiciones topográficas más complicadas. Como consecuencia, los grupos de bajos ingresos recurren a alternativas que repercuten en un costo alto en su ingreso familiar: gastan una proporción significativa de sus ingresos y recurren a alternativas que pueden representar un riesgo para la salud (Jouravlev, 2004).

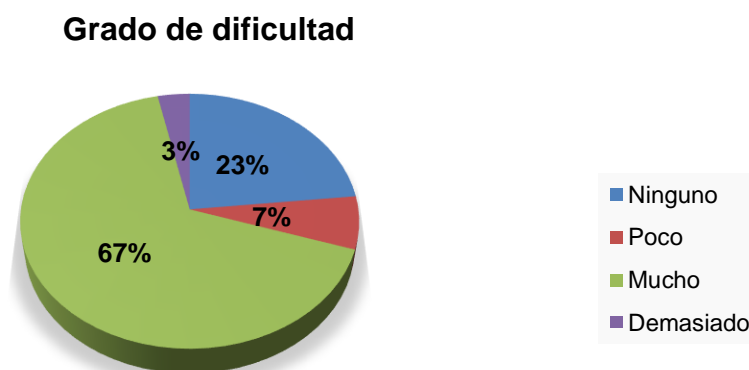
**Tabla No. 4.1.4**

**Grado de dificultad tiene para abastecerse del líquido vital en la producción de alimentos**

<b>Grado de dificultad</b>	<b>N°</b>	<b>%</b>
Ninguno	7	23,33%
Poco	2	6,67%
Mucho	20	66,67%
Demasiado	1	3,33%
	30	100,00%

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas

**Elaboración:** Autores de la investigación



**Gráfico 4.1.4** Grado de dificultad tiene para abastecerse del líquido vital en la producción de alimentos

## 5. ¿A la producción de alimentos a la que se dedica, le brinda algún tratamiento técnico?

Como se puede observar en la tabla No. 4.5 que el 76,67% de la población no le da ningún tipo de tratamiento técnico a la producción de alimentos mientras que el 23,33% restante es regular. Esto se debe a que en la zona en donde se encuentran, son semiáridas y su producción es escasa. (Tabla 4.5, gráfico 4.5).

La manipulación de las materias primas, los ingredientes utilizados en la elaboración y los productos terminados es varia y diversa. Actualmente se tiende a reducir al mínimo la manipulación manual mediante la mecanización, el “proceso continuo” y la automatización. La manipulación mecánica puede abarcar el transporte interior autopropulsado con o sin embandejación o la disposición en grandes sacos a granel (que contienen a menudo varios miles de kilogramos de material en polvo seco); cintas transportadoras (que portan, por ejemplo, remolacha, grano o fruta); montacargas de cubetas (p. ej., con grano y pescado); transportadores de tornillo sin fin (p. ej., con dulces, harina, etc.); canal de descarga en alto (p. ej., para descargar grano, azúcar, o frutos secos y para el transporte de harinas) (Berkowitz, 2017, pág. 2).

**Tabla No. 4.1.5**

### **Producción de alimentos con tratamiento técnico**

<b>Tratamiento técnico</b>	<b>N°</b>	<b>%</b>
Ninguno	23	76,67%
Regular	7	23,33%
Siempre	0	0,00%
	30	100,00%

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas

**Elaboración:** Autores de la investigación



**Gráfico 4.1.5. Producción de alimentos con tratamiento técnico**

## 6. ¿A qué tipo de actividad destina la producción de alimentos?

Según los análisis obtenidos y representados en el gráfico 4.6 se puede observar con un porcentaje mayor de 53,33% de los habitantes dedica la producción de alimentos para el consumo doméstico, un 33,33% de dedica a las actividades productivas de la zona y de la comunidad para el sustento diario y el 13,33% se dedica a la producción mixta. (Tabla 4.1.6, gráfico 4.1.6).

La agricultura ocupa un lugar destacado en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe debido a su contribución al PIB, al empleo, a las exportaciones y al dinamismo de la economía en general. Además, el sector agrícola continúa desempeñando un rol fundamental en la producción de alimentos para el consumo interno y en la seguridad alimentaria de la población, especialmente en los países de más bajos ingresos. A causa de estos factores, así como de la dependencia de las actividades agropecuarias respecto al clima, este sector es uno de los más vulnerables al cambio climático (FAO, 2010).

**Tabla No. 4.1.6**

### **Destino de producción de alimentos**

<b>Destino de los alimentos</b>	<b>N°</b>	<b>%</b>
Consumo domestico	16	53,33%
Mixto	4	13,33%
Productivo	10	33,33%
Otros	0	0,00%
	30	100,00%

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas

**Elaboración:** Autores de la investigación

### Destino de los alimentos

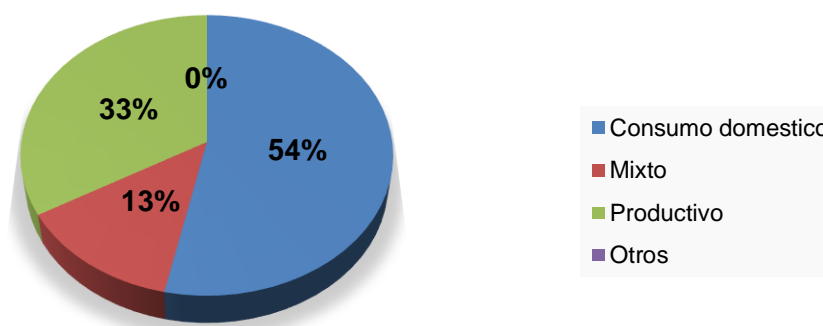


Gráfico 4.1.6. Destino de producción de alimentos

### 7. ¿Cómo considera su nivel de ingresos por la actividad de producción a la que se dedica actualmente?

Los datos resultados de las encuestas indican que el 76,67% de los habitantes de la comunidad Casas Viejas, consideran que su nivel de ingresos por la actividad de producción a la que se dedica actualmente es mala; y, un 23,33% regular (Tabla 4.1.7, gráfico 4.1.7).

La principal actividad económica es la agricultura que se caracteriza por su desarrollo en pequeños predios rurales, con bajo grado de inversión y capitalización, donde prevalecen las prácticas tradicionales de producción, con escaso uso de técnicas modernas, maquinaria e implementos agrícolas. Produce un limitado volumen de bienes que se destinan principalmente al consumo local, obligando a la población a abastecerse de productos del interior de los países (De Gregorio R, 2007, pág. 36).

**Tabla No. 4.1.7**  
**Nivel de ingresos por la actividad de producción a la que se dedica actualmente.**

Nivel de ingresos	N°	%
Rentable	0	0,00%
Regular	7	23,33%
Malo	23	76,67%
	30	100,00%

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas

**Elaboración:** Autores de la investigación

### Destino de los alimentos

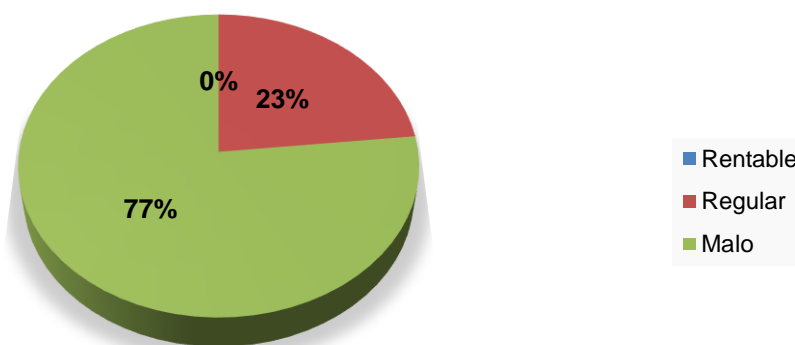


Gráfico 4.1.7 Nivel de ingresos por la actividad de producción a la que se dedica actualmente

### 8. ¿Está usted satisfecho con la producción de alimentos que se da en su comunidad? ¿Cómo lo calificaría?

Los datos resultados de las encuestas indican que el 56,67% de los habitantes de la comunidad Casas Viejas, está satisfecho con la buena producción agrícola que se da en su comunidad; y, el 43,33% que es regular. (Tabla 4.1.8, gráfico 4.1.8).

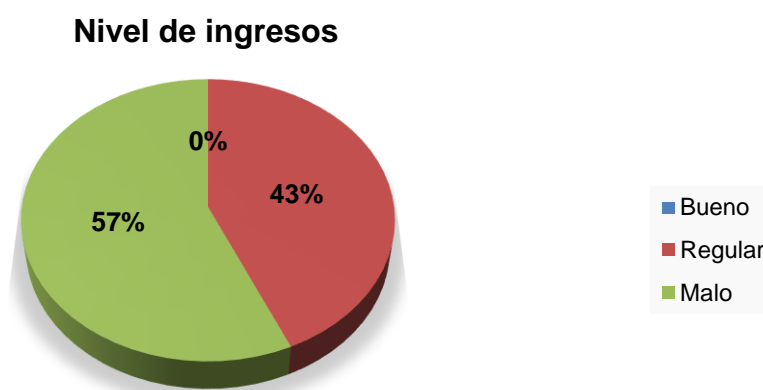
La información anterior concuerda con lo reportado por De Gregorio,(2007) que dice que la principal actividad económica es la agricultura que se caracteriza por su desarrollo en pequeños predios rurales, con bajo grado de inversión y capitalización, donde prevalecen las prácticas tradicionales de producción, con escaso uso de técnicas modernas, maquinaria e implementos agrícolas. Produce un limitado volumen de bienes que se destinan principalmente al consumo local, obligando a la población a abastecerse de productos del interior de los países (De Gregorio R, 2007, pág. 36).

**Tabla No. 4.1.8****Satisfacción con la producción de alimentos**

Nivel de ingresos	N°	%
Bueno	0	0,00%
Regular	13	43,33%
Malo	17	56,67%
	30	100,00%

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas

**Elaboración:** Autores de la investigación



**Gráfico 4.1.8 Satisfacción con la producción de alimentos**

### 9. ¿Ha recibido algún tipo de capacitación con respecto a la producción de alimentos?

Respecto a los tipos de capacitación, el 56,67% de los habitantes de la comunidad Casa Vieja indican que si la reciben sobre calidad de los alimentos; mientras que el 43,33% dice que no; el 53,33% que los capacitan sobre el higiene de los alimentos, mientras que un 46,67% manifiesta lo contrario; el 50,00% indica que si los preparan sobre manejo de fertilizantes, y el otro 50,00% que no. (Tabla 4.1.9, gráfico 4.1.9).

Según la OPS/OMS, 2016 el entrenamiento en calidad de los alimentos es de fundamental importancia. Todas las personas deben tener conciencia de su papel y responsabilidad en la protección del alimento contra la contaminación física, química o biológica. Los manipuladores deben tener el conocimiento necesario y la experiencia suficiente para manipular los alimentos de manera higiénica. Aquellos que manipulan productos químicos de limpieza, desinfección

u otras sustancias químicas potencialmente peligrosas, deben conocer las técnicas seguras de manipulación de esos productos. Todas las personas que participan en la producción de alimentos, desde la producción primaria hasta el consumo, deben ser entrenadas y conocer sus responsabilidades (OPS/OMS, 2016).

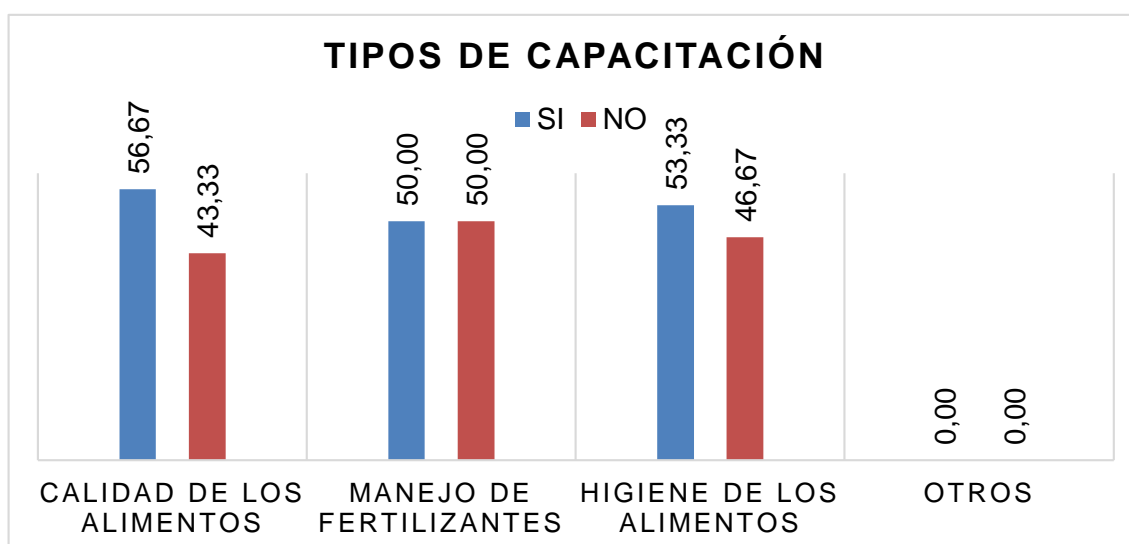
**Tabla No. 4.1.9**

**Tipos de capacitación con respecto a la producción de alimentos**

Tipos de capacitación	SI	NO	SI%	NO%
Calidad de los alimentos	17	13	56,67%	43,33%
Manejo de fertilizantes	15	15	50,00%	50,00%
Higiene de los alimentos	16	14	53,33%	46,67%
Otros	0	0	0,00%	0,00%

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas

**Elaboración:** Autores de la investigación



**Gráfico 4.1.9. Tipos de capacitación con respecto a la producción de alimentos**

**10. ¿Cree usted que la producción de alimentos orgánicos evita la afectación del ciclo de vida de los mismos y los problemas ecológicos?**

Los datos resultados de las encuestas indican que el 76,67% de los habitantes de la comunidad Casas Viejas, cree que la producción de alimentos orgánicos evita la afectación del ciclo de vida de los mismos y los problemas ecológicos;

mientras que un 13,33% no sabe; y, el 10,00% manifiesta que no. (Tabla 4.1.10, gráfico 4.1.10).

El análisis del ciclo de vida en agricultura requiere, como reto adicional, un sistema de referencia donde se explique cómo se emplearía el terreno cultivado si no se produjera la cosecha bajo evaluación. Esta práctica es necesaria por la cantidad de tierra utilizada en el sector, en comparación, por ejemplo, con una fábrica o una plataforma petrolera. Es decir, sin un sistema de referencia, los resultados de cualquiera asociado con la agricultura serán distorsionados por la desigualdad en ratio a las unidades producidas, debido las magnitudes de diferencia en área (Arango R, Carmona, & Romero, 2014, pág. 121).

**Tabla No. 4.1.10**

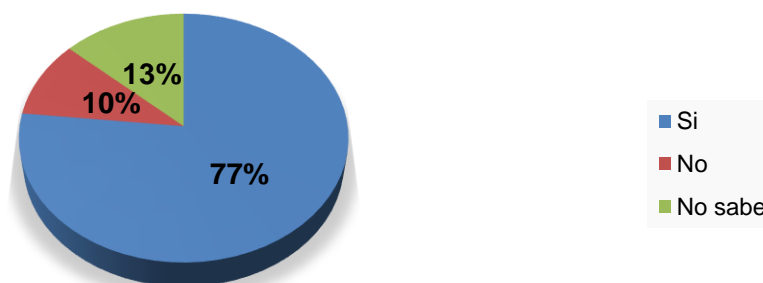
**Producción de alimentos orgánicos evita la afectación del ciclo de vida de los mismos y los problemas ecológicos.**

Afectación del ciclo de vida	N°	%
Si	23	76,67%
No	3	10,00%
No sabe	4	13,33%
	30	100,00%

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas

**Elaboración:** Autores de la investigación

**Afectación del ciclo de vida**



**Gráfico 4.1.10 Afectación del ciclo de vida**



### 11. ¿Considera usted que el uso excesivo de pesticidas y fertilizantes en la producción de alimentos genera problemas en la salud a corto, mediano y largo plazo?

Los datos resultados de las encuestas indican que el 73,33% de los habitantes de la comunidad Casas Viejas, considera que el uso excesivo de pesticidas y fertilizantes en la producción de alimentos genera problemas en la salud a corto, mediano y largo plazo; el 23,33% no sabe; y, el 3,33% que no. (Tabla 4.1.11, gráfico 4.1.11).

El uso cotidiano de fertilizantes y productos químicos contribuye a la crisis de la agricultura que dificulta la preservación de los ecosistemas, los recursos naturales, y afecta la salud de las comunidades rurales y de los consumidores urbanos. La búsqueda de la productividad a corto plazo por encima de la sustentabilidad ecológica, practicada en las últimas décadas, ha dejado un saldo a nivel mundial de contaminación y envenenamiento donde el pretendido remedio universal ha resultado ser peor que la enfermedad (ONU, 2010).

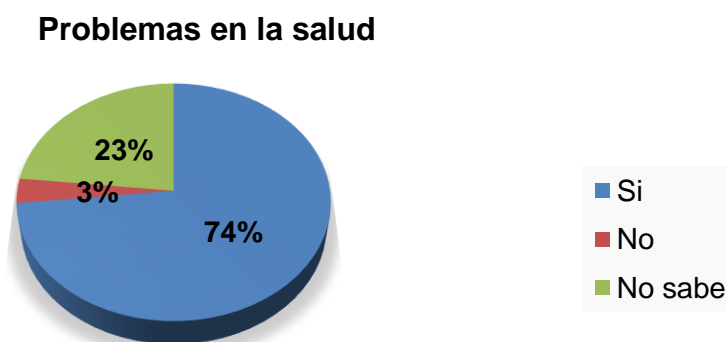
**Tabla No. 4.1.11**

#### Uso excesivo de pesticidas y fertilizantes en la producción de alimentos

Problemas en la salud	N°	%
Si	22	73,33%
No	1	3,33%
No sabe	7	23,33%
	30	100,00%

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas

**Elaboración:** Autores de la investigación



**Gráfico 4.1.11. Uso excesivo de pesticidas y fertilizantes en producción de alimentos**

## 12. ¿Conoce de algún plan, programa o proyecto sobre la producción de alimentos orgánicos?

Los datos resultados de las encuestas indican que el 63,33% de los habitantes de la comunidad Casas Viejas, manifiesta que si conoce proyectos para la producción de alimentos más sanos; y, el 36,67% lo contrario. (Tabla 4.1.12, gráfico 4.1.12).

Se considera que los métodos de producción orgánica, comparados con los de la agricultura convencional, tienen menos efectos perjudiciales sobre el medio ambiente. Esto no es sorprendente, ya que el medio ambiente es el objetivo original de la agricultura orgánica. Una mayor preferencia a los programas por la agricultura orgánica reduciría los costos de limpieza ambiental y disminuiría el daño relacionado con las externalidades. Los subsidios a la agricultura orgánica se promocionan como justificados por los beneficios ambientales que esta produce. La agricultura orgánica es un enfoque que se puede utilizar para alcanzar objetivos de calidad ambiental. Los responsables de la formulación de políticas agrícolas están comenzando a evaluar formas de facilitar el desarrollo de la agricultura orgánica para potenciar al máximo los beneficios al medio ambiente (FAO, 2015).

**Tabla No. 4.1.12**

### **Conocimiento de plan, programa o proyecto sobre la producción de alimentos orgánicos**

<b>Conocimiento de proyectos para la producción de alimentos orgánicos</b>		
	<b>N°</b>	<b>%</b>
Si	19	63,33%
No	11	36,67%
	30	100,00%

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas

**Elaboración:** Autores de la investigación

### Conoce proyectos para la producción de alimentos más sanos

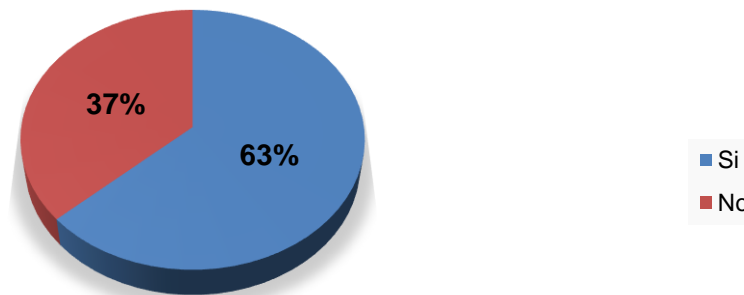


Gráfico 4.1.12. Proyectos para la producción de alimentos sanos

### 13. ¿Está, o ha sido parte, en el desarrollo de planes, programas o proyectos sobre la producción de alimentos orgánicos?

Los datos resultados de las encuestas indican que el 56,67% de los habitantes de la comunidad Casas Viejas, manifiesta que ha sido parte en el desarrollo de planes, programas o proyectos sobre la producción de alimentos orgánicos; y, el 43,33% que no. (Tabla 4.1.13, gráfico 4.1.13).

Los gobiernos autónomos descentralizados son responsables por la prestación de los servicios públicos y la implementación de las obras que les corresponda ejecutar para el cumplimiento de las competencias que la Constitución y la ley les reconoce, de acuerdo con sus respectivos planes de desarrollo y de ordenamiento territorial, asegurando la distribución equitativa de los beneficios y las cargas, en lo que fuere aplicable, de las intervenciones entre los distintos actores públicos y de la sociedad de su territorio (COOTAD, 2015).

Tabla No. 4.1.13

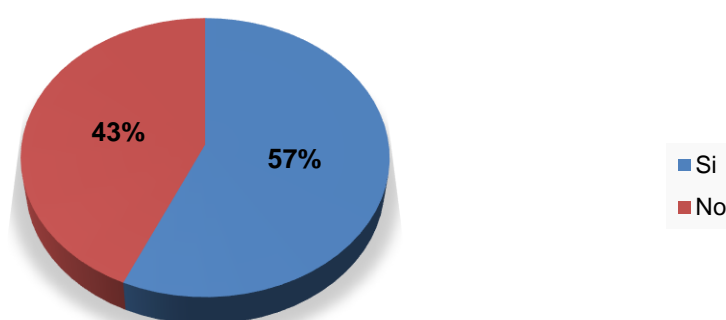
**Participación de planes, programas o proyectos sobre la producción de alimentos orgánicos**

<b>Ha participado en proyectos para la producir alimentos más sanos</b>	<b>N°</b>	<b>%</b>
Si	17	56,67%
No	13	43,33%
	30	100,00%

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas

**Elaboración:** Autores de la investigación

**Ha participado en proyectos para la producción de alimentos más sanos**



**Gráfico 4.1.13. Participación de planes, programas o proyectos sobre la producción de alimentos orgánicos**

**14. En su opinión, ¿de quién es la responsabilidad social y ambiental de promover la producción de alimentos orgánicos más saludables?**

Los datos resultados de las encuestas indican que el 40,00% de los habitantes de la comunidad Casas Viejas, opinan que la responsabilidad de promover la producción de alimentos orgánicos más saludables es del GAD Municipal; el 20,00% comparten que debe ser la Junta de Acción Comunal y Personal (cada habitante); y, el 10,00% opina que deben ser la comunidad; y, el otro 10% no sabe. (Tabla 4.14, gráfico 4.14).

Son varios los objetivos marcados por la FAO, concienciación de la sociedad civil y de quienes toman decisiones sobre el uso del suelo, mostrar la importancia del mismo para la vida humana, apoyar las políticas y acciones para la protección y el manejo de los recursos del mismo, educar a las personas mostrándoles el papel tan importante que desempeña en la mitigación del cambio climático, la reducción de la pobreza, el desarrollo sostenible, promover la inversión en

actividades relacionadas con el uso sostenible de la tierra para poder mantener suelos saludables, etc (G&Cía, 2015).

**Tabla No. 4.1.14**

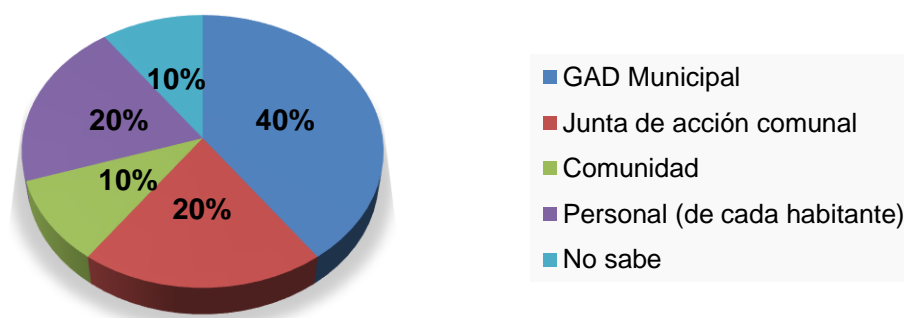
**¿Responsabilidad de promover la producción de alimentos orgánicos más saludables?**

<b>Responsabilidad para promover</b>		
<b>alimentos más sanos</b>	<b>N°</b>	<b>%</b>
GAD Municipal	12	40,00%
Junta de acción comunal	6	20,00%
Comunidad	3	10,00%
Personal (de cada habitante)	6	20,00%
No sabe	3	10,00%
	<b>30</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas

**Elaboración:** Autores de la investigación

**Responsabilidad para promover alimentos más sanos**



**Grafico 4.1.14. Responsabilidad para promover alimentos más sanos**

**15. ¿Está realizando alguna actividad para la producción de alimentos más sanos?**

Los datos resultados de las encuestas indican que el 60,00% de los habitantes de la comunidad Casas Viejas, si están realizando alguna actividad para la producción de alimentos más sanos; y, el 40,00% manifiesta lo contrario. (Tabla 4.1.15, gráfico 4.1.15).

La conciencia ambiental de la persona es un sistema de vivencias, conocimientos y experiencias que el individuo utiliza activamente en su relación con el medio ambiente. Para que adquiriera un compromiso con el desarrollo sostenible tal que integre la variable ambiental como valor en su toma de decisiones diaria es necesario que éste alcance un grado adecuado a partir de unos niveles mínimos en sus dimensiones cognitiva, afectiva, activa y conativa. Estos niveles actúan de forma sinérgica y dependen del ámbito geográfico, social, económico, cultural o educativo en el cual el individuo se posiciona (Gomera M, 2008, pág. 2).

**Tabla No. 4.1.15**

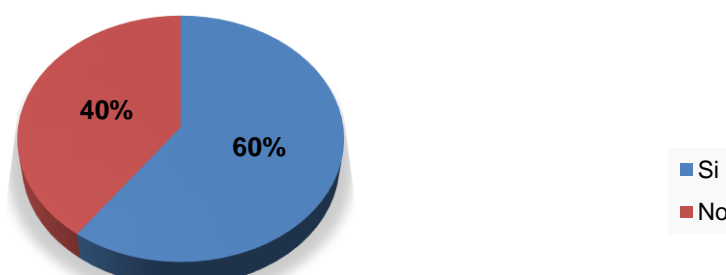
**Realización de actividad para la producción de alimentos más sanos**

<b>Realización de actividad para producir alimentos más sanos</b>	<b>N°</b>	<b>%</b>
Si	18	60,00%
No	12	40,00%
	30	100,00%

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas

**Elaboración:** Autores de la investigación

**Está realizando alguna actividad para producir alimentos más sanos**



**Gráfico 4.1.15 Realización de actividad para producir alimentos más sanos**

**16. ¿Es consciente del impacto medio ambiental en que se encuentra el planeta como consecuencia de las diferentes actividades que el hombre realiza?**

Los datos resultados de las encuestas indican que el 63,67% de los habitantes de la comunidad Casas Viejas, es consciente del impacto medio ambiental en que se encuentra el planeta como consecuencia de las diferentes actividades

que el hombre realiza; el 30,00% no sabe; y, el 6,67% que no lo es. (Tabla 4.1.16, gráfico 4.1.16).

La conciencia ambiental de la persona es un sistema de vivencias, conocimientos y experiencias que el individuo utiliza activamente en su relación con el medio ambiente. Para que adquiriera un compromiso con el desarrollo sostenible tal que integre la variable ambiental como valor en su toma de decisiones diaria es necesario que éste alcance un grado adecuado a partir de unos niveles mínimos en sus dimensiones cognitiva, afectiva, activa y conativa. Estos niveles actúan de forma sinérgica y dependen del ámbito geográfico, social, económico, cultural o educativo en el cual el individuo se posiciona (Gomera M, 2008, pág. 2).

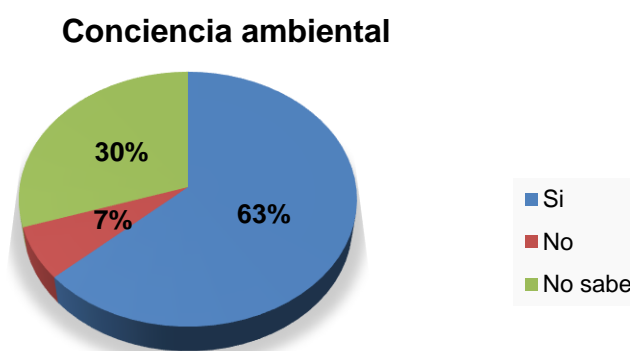
**Tabla No. 4.1.16**

**Conciencia de impacto medio ambiental como consecuencia de las diferentes actividades del hombre**

<b>Consciencia ambiental</b>	<b>N°</b>	<b>%</b>
Si	19	63,33%
No	2	6,67%
No sabe	9	30,00%
	30	100,00%

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas

**Elaboración:** Autores de la investigación



**Gráfico 4.1.16. Conciencia de impacto medio ambiental por diferentes actividades del hombre**

### 17. ¿Cree usted que el agua escaseará algún día?

Los datos resultados de las encuestas indican que el 76,67% de los habitantes de la comunidad Casas Viejas, cree que el agua escaseará algún día; el 20,00% no sabe; y, el 3,33% que no. (Tabla 4.1.17, gráfico 4.1.17).

La escasez de agua podría limitar la producción y el abastecimiento de alimentos, con la consiguiente presión sobre los precios y una mayor dependencia de los países en las importaciones de alimentos. La creciente demanda de alimentos provocada por un aumento de la población y los cambios en los hábitos alimenticios, la caída en la producción de alimentos en algunos países, el encarecimiento de algunos productos agrícolas básicos como los fertilizantes (provocado a su vez por los costos de energía), los incentivos bioenergéticos en algunos países y una posible especulación financiera han contribuido a aumentar el precio de los alimentos considerablemente (UNESCO, 2015).

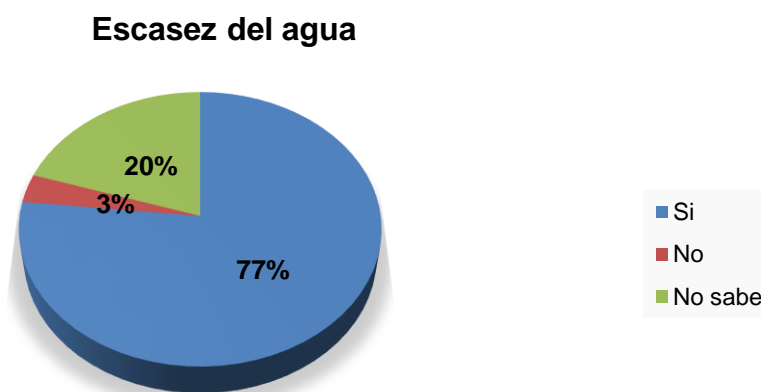
**Tabla No. 4.1.17**

#### Creencia sobre la escasez del agua

Escasez del agua	N°	%
Si	23	76,67%
No	1	3,33%
No sabe	6	20,00%
	30	100,00%

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas

**Elaboración:** Autores de la investigación



**Gráfico 4.1.17. Creencia sobre la escasez del agua**



### 18. ¿Sabe usted que hacer monocultivo afecta a la fertilidad del suelo?

Los datos resultados de las encuestas indican que el 53% de los habitantes de la comunidad Casas Viejas, sabe que hacer monocultivo afecta a la fertilidad del suelo; el 37% no sabe; y, el 10% no conoce. (Tabla 4.1.18, gráfico 4.1.18).

La degradación del suelo ocurre por causas naturales como la lluvia y el viento, pero también a causa de actividades productivas que propician la erosión, compactación y contaminación de este recurso, lo que reduce su capacidad para sostener los ecosistemas naturales y manejados. La agricultura intensiva basada en el monocultivo y el uso excesivo de maquinaria y agroquímicos, la agricultura de subsistencia que se practica en laderas o tierras frágiles y otras prácticas como la tumba, roza y quema, la deforestación, la contaminación ambiental y los fenómenos climatológicos deterioran la cubierta vegetal (INCA/SIAP, 2012).

**Tabla No. 4.1.18**

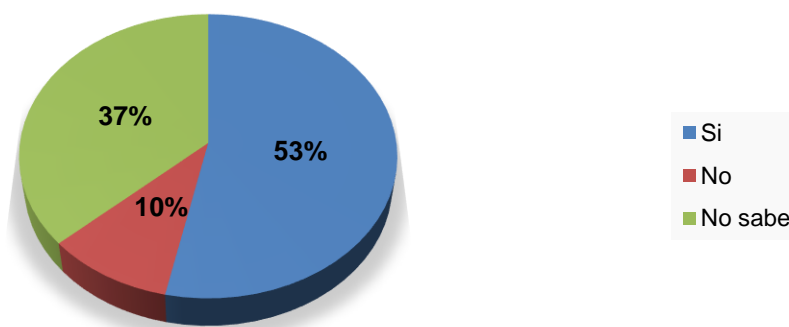
#### Afectación de la fertilidad del suelo por monocultivo

Afectación de la fertilidad del suelo por monocultivos	N°	%
Si	16	53,33%
No	3	10,00%
No sabe	11	36,67%
	30	100,00%

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas

**Elaboración:** Autores de la investigación

#### Afectación de la fertilidad del suelo por monocultivos



**Gráfico 4.1.18. Afectación de la fertilidad del suelo por monocultivo**

### 19. ¿Qué tipo de actividades considera usted que se deben realizar para conservar el suelo?

Los resultados de las encuestas indican que el 30,00% de los habitantes de la comunidad Casas Viejas, considera que evitar la quema de pastizales se debe realizar para conservar el suelo; el 20,00% que el uso adecuado y racional de pesticidas y fertilizantes y evitar el monocultivo; el 16,67% que capacitación en cultivos orgánicos; el 10,00% otros; y, el 3,33% no sabe. (Tabla 4.1.19, gráfico 4.1.19).

Los recursos naturales y el medio ambiente de estas áreas afectadas se pueden mejorar apreciablemente y a corto plazo con el empleo acertado de prácticas de labranza y prácticas auxiliares de manejo y conservación de suelos, que contribuyan a la preparación de un buen lecho de siembra, y que además puedan remover o eliminar ciertas limitaciones de los suelos que afectan la producción sostenible de cultivos, tales como: compactación, encostramiento, infiltración deficiente, drenaje pobre y regímenes de humedad y temperatura desfavorables (FAO, 2009, pág. 2).

**Tabla No. 4.1.19**

#### **Tipo de actividades que se deben realizar para conservar el suelo**

<b>Actividades para conservar el suelo</b>	<b>N°</b>	<b>%</b>
Evitar la quema de pastizales	9	30,00%
Capacitación en cultivos orgánicos	5	16,67%
Uso adecuado y racional de pesticidas y fertilizantes	6	20,00%
Evitar el monocultivo	6	20,00%
Otros	3	10,00%
No sabe	1	3,33%
	<b>30</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas

**Elaboración:** Autores de la investigación

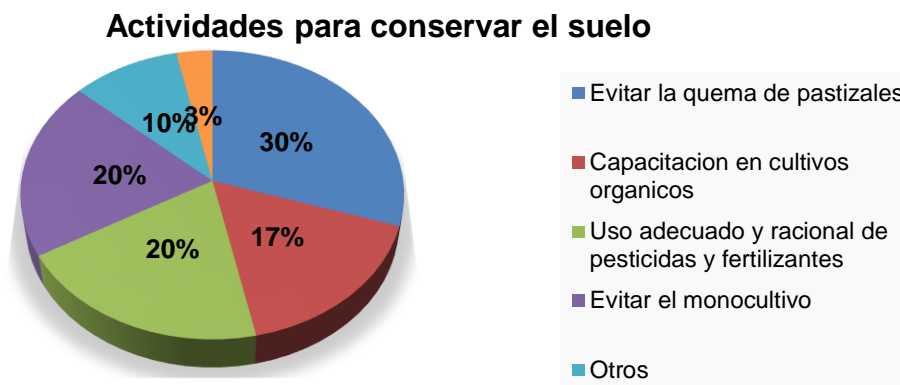


Gráfico 4.1.19. Tipos de actividades que se deben realizar para conservar el suelo

**20. ¿Desearía usted incorporar un sistema de producción de alimentos que le genere mayores ingresos y sostenibilidad económica contribuyendo a la preservación del medio ambiente?**

Los datos resultados de las encuestas indican que el 56,67% de los habitantes de la comunidad Casas Viejas, si desearía incorporar un sistema de producción de alimentos que le genere mayores ingresos y sostenibilidad económica contribuyendo a la preservación del medio ambiente; el 30,00% no sabe; y, el 13,33% que no. (Tabla 4.1.20, gráfico 4.1.20).

La implementación de este tipo de sistemas de producción en cualquier estado, tiene un alto potencial de desarrollo e importantes ventajas, en comparación con otros países. El clima, los recursos hídricos de fácil acceso, la amplia variedad de especies acuáticas y vegetales y el incomparable ingenio de nuestros pequeños productores, hacen de los sistemas acuapónicos una herramienta real y eficaz para obtener los beneficios económicos y sociales que nuestro país tanto necesita (Muñoz G, 2012, pág. 127).

Tabla No. 4.1.20

### Deseo de incorporar sistemas de producción de alimentos para preservar el medio ambiente

Incorporación de un sistema acuapónico	N°	%
Si	17	56,67%
No	4	13,33%
No sabe	9	30,00%
	30	100,00%

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas

**Elaboración:** Autores de la investigación

#### Incorporación de un sistema acuapónico

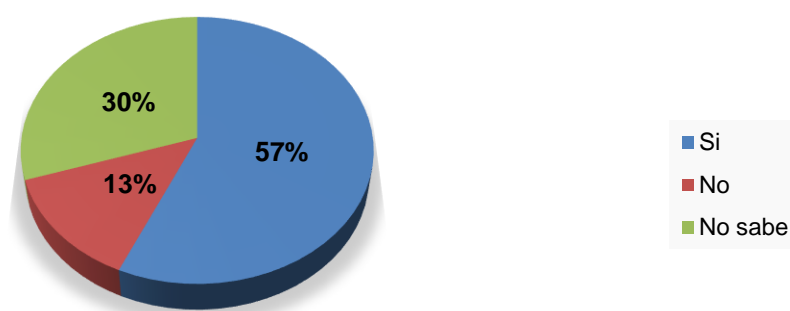


Grafico 4.1.20. Incorporación de un sistema acuapónico

### Información de soporte para la implementación de un modelo de sistema acuopónico

#### 1. ¿Considera usted que la implementación de un sistema de acuaponía, permitirá transmitir biotecnología al sector rural?

Los datos resultados de las encuestas indican que el 56,67% de los habitantes de la comunidad Casas Viejas, el sistema acuapónico transmitirá biotecnología al sector rural; el 26,67% que no sabe; y, el 16,67% que no. (Tabla 4.2.1, gráfico 4.2.1).

La implementación de este tipo de sistemas de producción en nuestro, tiene un alto potencial de desarrollo e importantes ventajas, en comparación con otros países. El clima, los recursos hídricos de fácil acceso, la amplia variedad de especies acuáticas y vegetales y el incomparable ingenio de nuestros pequeños productores, hacen de los sistemas acuapónicos una herramienta real y eficaz

para obtener los beneficios económicos y sociales que nuestro país tanto necesita (Muñoz G, 2012).

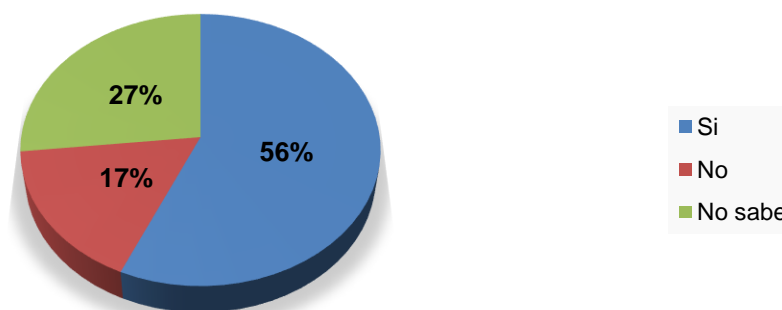
**Tabla No. 4.2.1**

**¿Consideraciones sobre implementación de un sistema de acuaponía, permitirá transmitir biotecnología al sector rural?**

<b>El sistema acuapónico transmitirá biotecnología al sector rural</b>	<b>N°</b>	<b>%</b>
Si	17	56,67%
No	5	16,67%
No sabe	8	26,67%
	30	100,00%

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas  
**Elaboración:** Autores de la investigación

**El sistema acuapónico transmitirá biotecnología al sector rural**



**Grafico 4.2.1. Sistema acuapónico transmitirá biotecnología al sector rural**

## **2. ¿Cuál es su opinión sobre la producción de alimentos con sistema acuapónico como medio de desarrollo sostenible?**

Los datos resultados de las encuestas indican que el 44,33% de los habitantes de la comunidad Casas Viejas, opina que es buena la producción de alimentos con sistema acuapónico como medio de desarrollo sostenible; 26,67% muy bueno; 23,33% regular; y, 3,33% c/u excelente y malo. (Tabla 4.2.2, gráfico 4.2.2).

Los sistemas acuapónicos buenos, incorporan dentro de los procesos de producción aspectos relacionado a buenas prácticas agropecuarias, inocuidad, prácticas higiénicas y de saneamiento ambiental adecuado; y, logran por medio

de la producción que las familias tengan disponible los alimentos, tener acceso y consuman minerales, vitaminas y proteínas de alta calidad que contribuyan a una mejor alimentación y nutrición (INCAP, 2006).

**Tabla No.4.2.2**

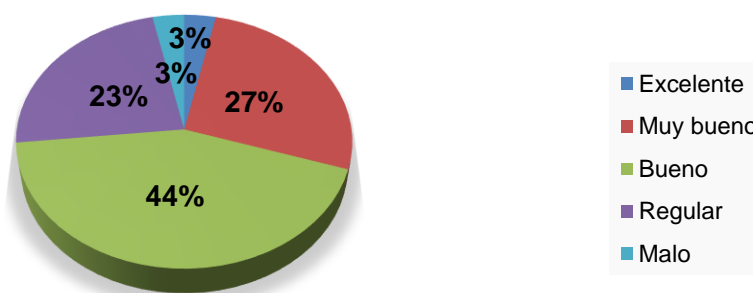
**Opinión sobre producción de alimentos con sistema acuapónico como medio de desarrollo sostenible**

Opinión acerca del sistema	N°	%
Excelente	1	3,33%
Muy bueno	8	26,67%
Bueno	13	43,33%
Regular	7	23,33%
Malo	1	3,33%
	30	100,00%

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas

**Elaboración:** Autores de la investigación

**Opinión a cerca del sistema**



**Grafico 4.2.2. Opinión sobre producción de alimentos con sistema acuapónico**

**3. ¿Cree usted que la implementación de un sistema acuapónico (cultivo de peces y uno hidropónico, cultivo de plantas) incidirá en la producción de alimentos sostenible para la comunidad de Casas Viejas?**

Los datos resultados de las encuestas indican que el 63,33% de los habitantes de la comunidad Casas Viejas cree que la implementación de un sistema acuapónico (cultivo de peces y uno hidropónico, cultivo de plantas) incidirá en la producción de alimentos sostenible para la misma; el 23,33% no sabe; y, el 13,33% que no. (Tabla 4.2.3, gráfico 4.2.3).

Los peces generan desechos ricos en nitratos, nitritos y fosfatos, que no están siendo utilizados en otros procesos productivos. La implementación de un sistema acuapónico se lo realiza con el fin de aprovechar los desechos de los peces y evitar el vaciamiento de los lagos, que interrumpe los ciclos productivos y generar un costo a la hacienda, se plantea como objetivo principal el diseñar y construir un prototipo de sistema de este tipo para el aprovechamiento y tratamiento de los desechos orgánicos de los peces de los lagos de piscicultura (Bonilla B, Casabianca, Montaña S, & et.als., 2015).

**Tabla No. 4.2.3**

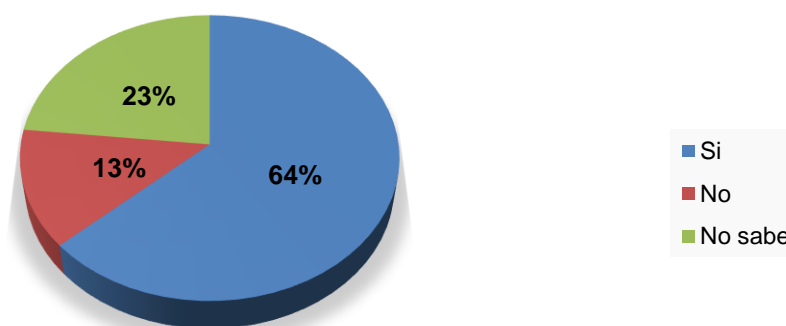
**Creencia sobre la implementación de un sistema acuapónico en la producción de alimentos sostenible para la comunidad de Casas Viejas**

<b>El sistema acuapónico incidirá en la producción de alimentos sostenibles en la comunidad</b>	<b>N°</b>	<b>%</b>
Si	19	63,33%
No	4	13,33%
No sabe	7	23,33%
	30	100,00%

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas

**Elaboración:** Autores de la investigación

**El sistema acuapónico incidirá en la producción de alimentos sostenibles en la comunidad**



**Gráfico 4.2.3. Creencia sobre la implementación de un sistema acuapónico en la producción de alimentos sostenibles.**

## 4.2. DISEÑO DEL SISTEMA ACUAPÓNICO

En la ejecución del sistema se utilizaron troncos de madera, tanques de agua de 500 Litros, 250 litros y una de 100 litros, tubos de diferentes medidas mangueras, filtro, bomba sumergible y otros materiales en la fase para el levantamiento del sistema se procedió a escoger troncos de madera de diferentes medidas las cuales fueron insertadas en zanjas que se cavaron en las cuales se asentaron las bases del sistema agrícola y acuícola y se colocó una escalera elaboradas de madera y luego se procedió a armar el sistema colocando un tanque de 500 L en la parte superior un tanque de 100 L en la parte media y se colocó un tanque de 250 litros en una zanja que fue cavada luego en la superficie del suelo y luego se procedió a conectar los tubos y mangueras en las correspondientes redes de pase de agua así como de la instalación de la bomba de agua (Gráfico 4.2.3.).

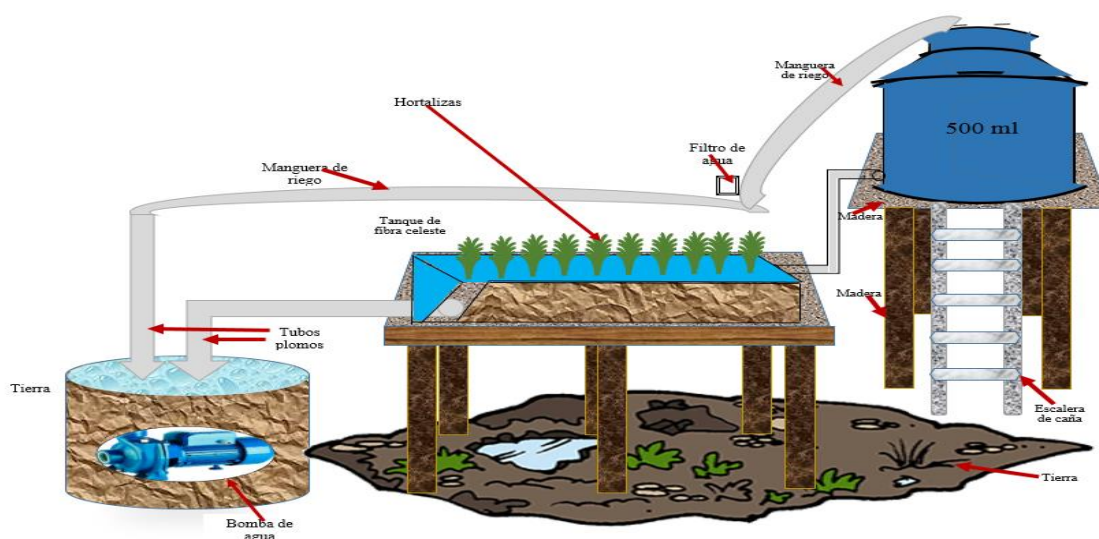


Gráfico 4.2.3. Diseño del sistema acuapónico

Elaboración: Autores de la investigación

## 4.3. ESTABLECER LA PRODUCCIÓN Y CRECIMIENTO DE PECES Y HORTALIZAS EN EL SISTEMA ACUAPONICO EN RELACIÓN CON LA TEMPERATURA Y OXÍGENO DISUELTO.

### 4.3.1. Control de las características morfométricas del chame (*Dormitator latifrons*) y calidad del agua.

De acuerdo a resultados del análisis de una muestra del mes de Septiembre, se pudo determinar las características morfométricas del chame (*Dormitator*



*latifrons*) y calidad de agua, resultando que a los 15 días, los chames tuvieron diferentes pesos y medidas, que fluctuaron entre 106,4 y 128 gr, y longitudes: Estandar entre 15 y 18 cm y Total entre 18,5 y 22 cm, alturas comprendidas entre 5,1 y 7 cm. (Tabla 4.3.1, gráfico 4.3.1)

**Tabla No. 4.3.1**

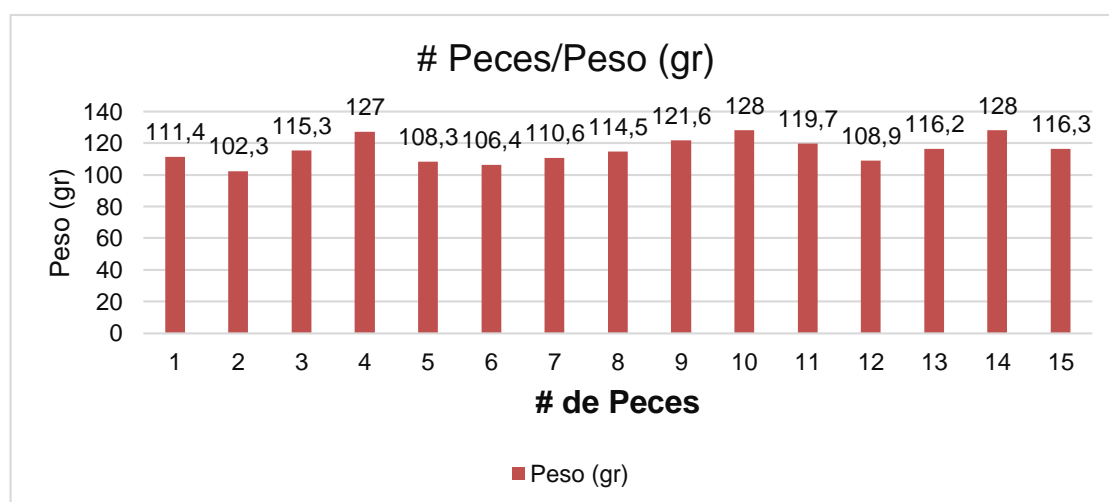
**Control de las características morfométricas del chame (*Dormitator latifrons*) y calidad del agua.**

**Mes: Septiembre**

# Peces	Peso (gr)	Longitud		Altura
		E.	T.	
1	111,4	18	20	6,1
2	102,3	17	19	5,1
3	115,3	16	19	6,3
4	127	20	22,5	6,5
5	108,3	15	19,5	5,5
6	106,4	16	20	5,3
7	110,6	17	19,5	5,7
8	114,5	18	20	6,2
9	121,6	15,5	17,5	6,2
10	128	19	21	7
11	119,7	15	17,5	5,9
12	108,9	17	19	5,4
13	116,2	15	17	5,6
14	128,0	16,5	19	6,2
15	116,3	16	18,5	5,7

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas

**Elaboración:** Autores de la investigación



**Gráfico 4.3.1.a. Control del peso del chame (*Dormitator latifrons*) en el mes de Septiembre**

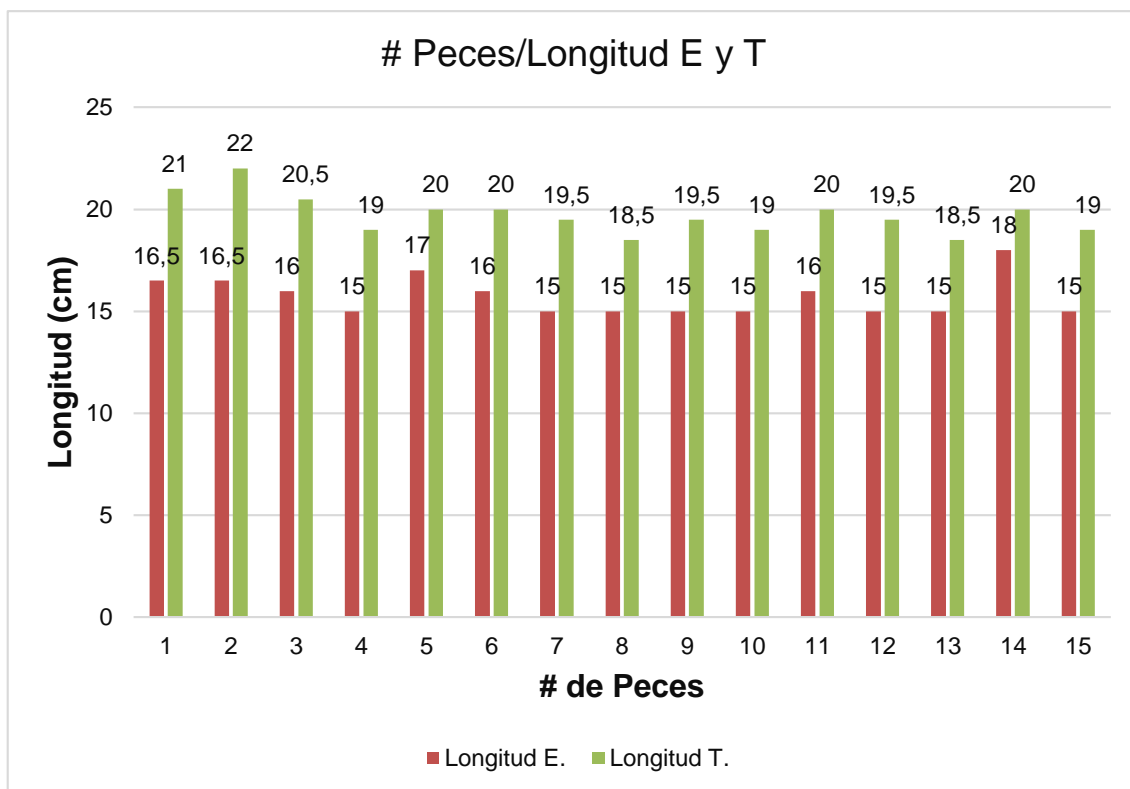


Grafico 4.3.1.b. Control de la longitud E y T (cm) del chame (*Dormitator latifrons*) en Septiembre

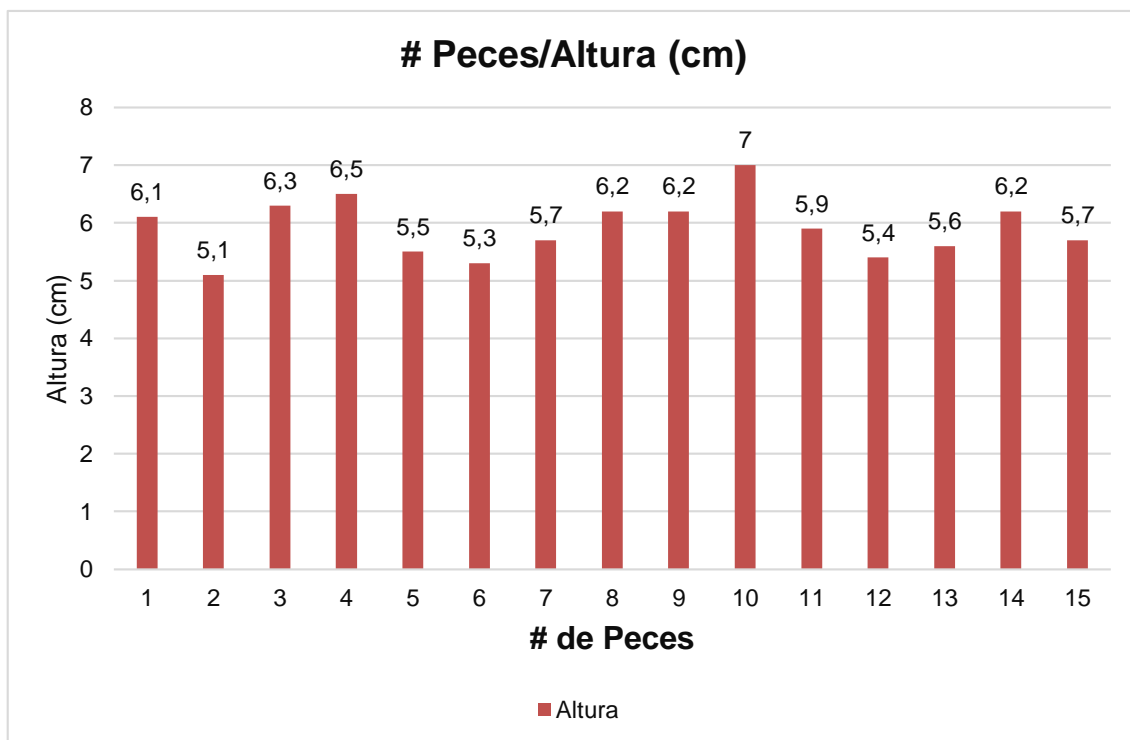


Grafico 4.3.1.c. Control de la altura (cm) del chame (*Dormitator latifrons*) en Septiembre

#### 4.3.2. Control de las características morfométricas del chame (*Dormitator latifrons*) y calidad del agua.

De acuerdo los resultados del análisis de una muestra del mes de Octubre, se pudo determinar las características morfométricas del chame (*Dormitator latifrons*) y calidad de agua, resultando que durante 30 días, los chames tuvieron diferentes pesos y medidas, que fluctuaron entre 102,2 y 133,4 gr, y longitudes: Estándar entre 15 y 20 cm y Total entre 17 y 22,1 cm, alturas comprendidas entre 5 y 7 cm. (Tabla 4.3.2, gráfico 4.3.2).

**Tabla No. 4.3.2**

#### Control de las características morfométricas del chame (*Dormitator latifrons*) y calidad del agua.

**Mes: Octubre**

# Peces	Peso (gr)	Longitud		Altura
		E.	T.	
1	127,9	15	21,5	6,5
2	104,7	16,5	18	5
3	121,4	17	20,1	6,3
4	105,4	15	19,1	5,5
5	133,4	19	22,1	6,7
6	103,5	15	17	5
7	121,1	17	20,1	6,3
8	104,1	16,5	18	5,1
9	114,4	14	17,5	6
10	117,5	15	17,7	6,1
11	111,2	14	16,3	6
12	102,2	15	17,1	5,2
13	113,3	16,5	19	6
14	130,0	20	22	7
15	104,7	16,5	18	5,5

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas

**Elaboración:** Autores de la investigación

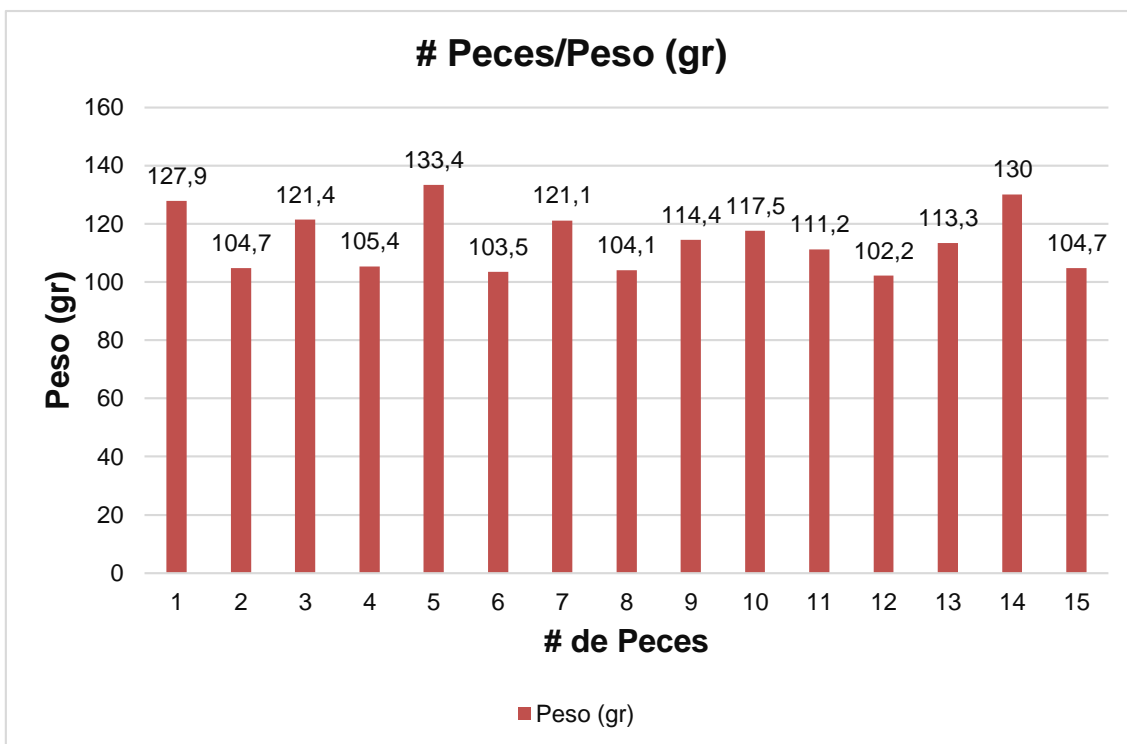


Grafico 4.3.2.a. Control del peso (gr) del chame (*Dormitator latifrons*) en Octubre

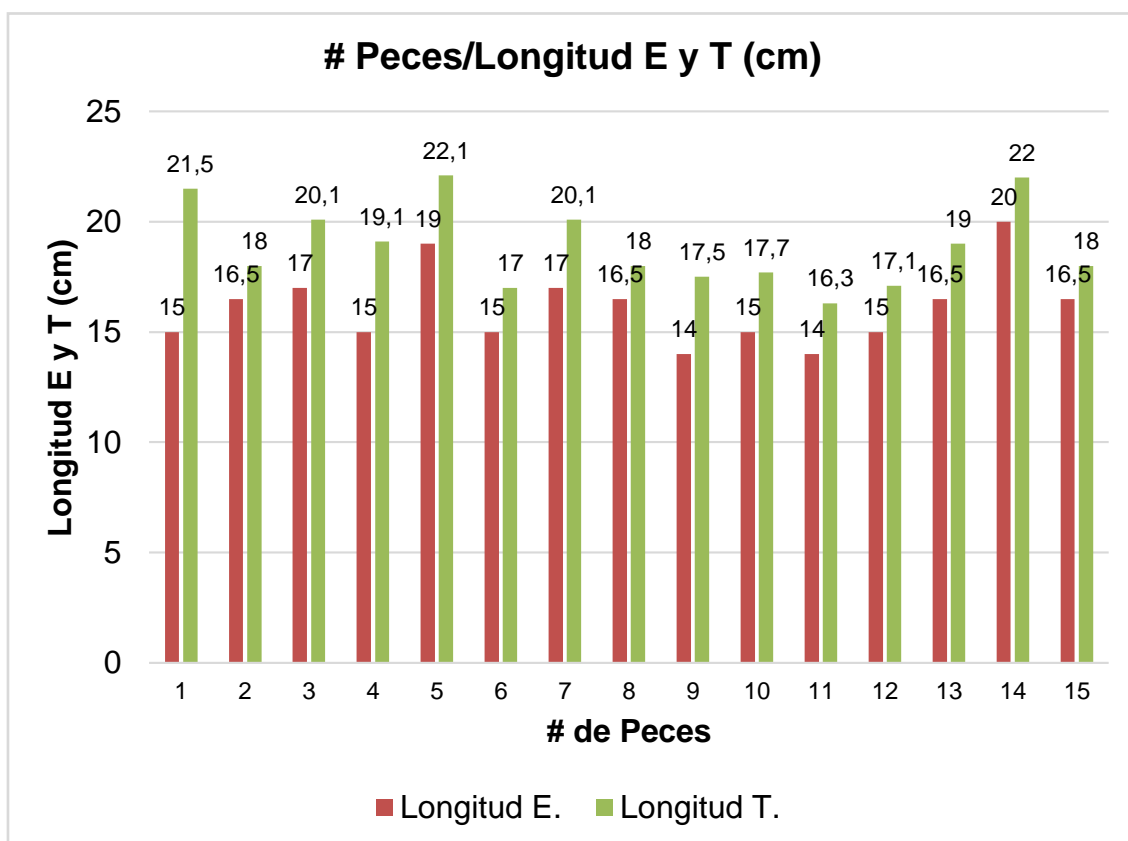
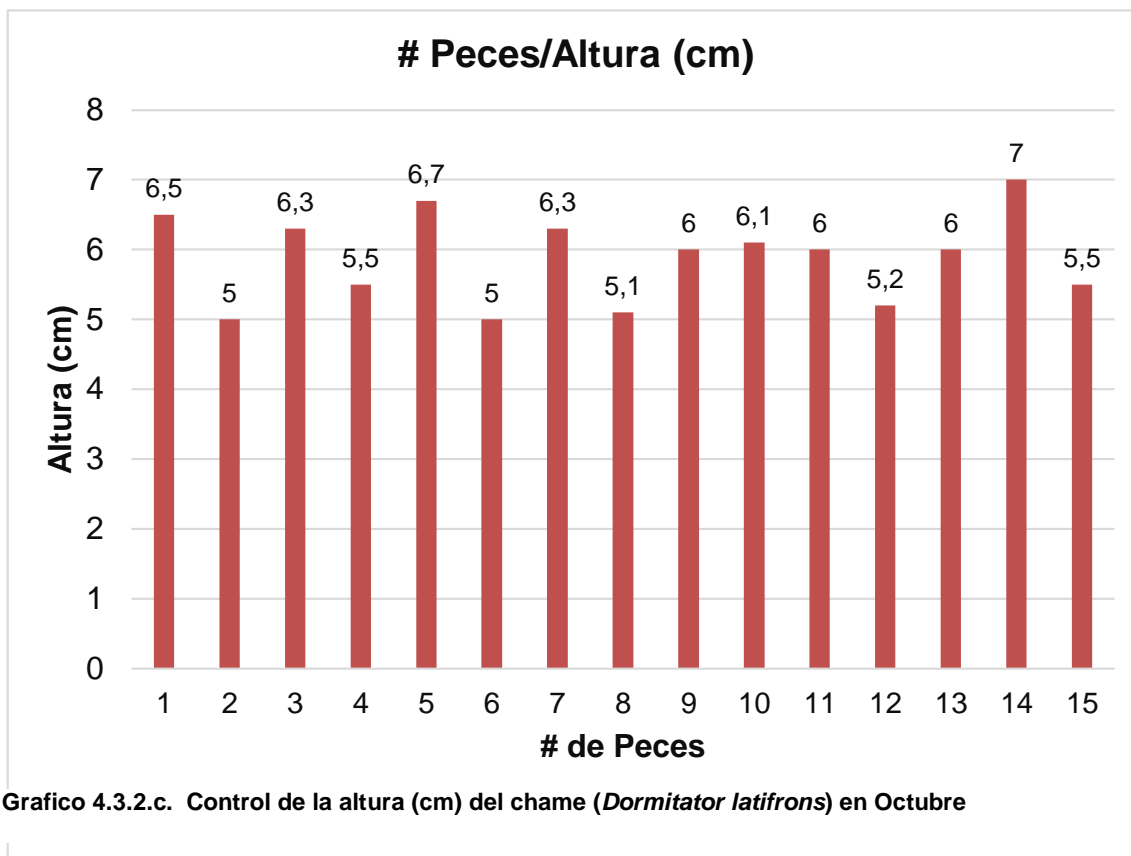


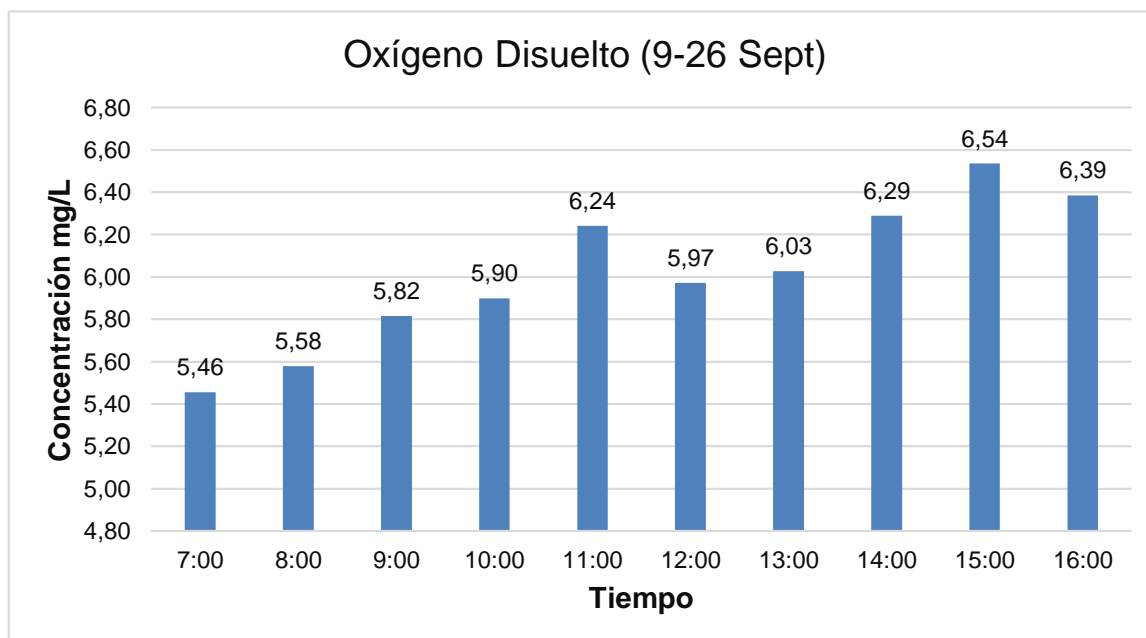
Grafico 4.3.2.b. Control del peso (gr) del chame (*Dormitator latifrons*) en Octubre



Los resultados de los análisis realizados a 12 días con 10 horas diarias indican que a medida que van transcurriendo las horas, va en aumentando la disolución del oxígeno, empezando a las 07H00 con un oxígeno disuelto que comprende 5,46 mg/L; y, culminando a las 16H00 con 6,39 mg/ L. (Tabla 4.3.3, gráfico 4.3.3).

**Tabla No. 4.3.3****Oxígeno Disuelto/Horas (mg/L)****Día: 9-26 de Septiembre**

Horas	Oxígeno Disuelto												Total	Prom.
	9	12	13	14	15	16	19	20	21	22	23	26		
7:00	4,70	4,60	6,48	6,90	6,20	4,33	4,70	4,30	6,34	6,30	4,33	6,30	65,48	5,46
8:00	5,12	5,10	6,34	6,84	6,10	4,66	4,25	5,12	6,20	6,34	4,66	6,23	66,96	5,58
9:00	5,04	6,40	6,54	6,50	6,12	4,78	5,34	5,04	6,54	6,55	4,60	6,34	69,79	5,82
10:00	4,62	6,55	6,57	6,50	6,30	5,33	5,66	4,30	6,54	6,78	5,20	6,45	70,80	5,90
11:00	4,28	6,36	6,50	7,02	6,40	6,66	7,45	4,23	6,34	6,23	6,66	6,78	74,91	6,24
12:00	4,30	6,11	6,11	6,65	6,30	6,25	6,20	4,12	6,11	6,36	6,25	6,89	71,65	5,97
13:00	4,35	6,30	6,40	6,25	6,90	6,34	6,36	4,35	6,40	6,12	6,44	6,12	72,33	6,03
14:00	4,50	6,35	6,55	6,55	7,11	7,00	6,26	4,50	6,59	6,59	7,11	6,37	75,48	6,29
15:00	4,50	6,41	6,36	6,30	7,14	7,10	6,30	5,30	7,34	7,12	7,10	7,45	78,42	6,54
16:00	5,30	6,45	6,15	6,25	6,90	6,45	6,20	6,23	6,15	7,00	6,45	7,10	76,63	6,39

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas**Elaboración:** Autores de la investigación**Grafico 4.3.3. Oxígeno disuelto/horas – Día 9-26 de Septiembre****4.3.4. Oxígeno Disuelto/Horas - Días: 7-24 de Octubre**

Los resultados de los análisis realizados en el periodo estudiados en un lapso de 1 a 10 horas diarias indican que a medida que van transcurriendo las horas, va

en aumentando la disolución del oxígeno, empezando a las 07H00 con un total de 5,82 mg/L; y, culminando a las 16H00 con 6,23 mg / L (Tabla 4.3.4, gráfico 4.3.4).

En un cuerpo de agua se produce y a la vez se consume oxígeno. La producción de éste está relacionada con la fotosíntesis, mientras el consumo dependerá de la respiración, descomposición de sustancias orgánicas y otras reacciones químicas. También puede intercambiarse con la atmósfera por difusión turbulenta. La concentración total de O<sub>2</sub> disuelto dependerá del balance entre todos estos fenómenos.

Si es consumido más oxígeno que el que se produce y capta en el sistema, el tenor de éste caerá, pudiendo alcanzar niveles por debajo de los necesarios para la vida de muchos organismos. Los peces son particularmente sensibles a la hipoxia.

Durante el día suelen encontrarse concentraciones mayores de oxígeno disuelto cuando la fotosíntesis llega a sus mayores niveles luego del mediodía, mientras más bajas se registran durante la noche. También es posible observar variaciones estacionales.

Así mismo, ésta será dependiente de la temperatura. Aguas más cálidas son capaces de disolver menores cantidades de oxígeno. Por esto, una descarga de líquido caliente puede significar la disminución del oxígeno disuelto a niveles por debajo del límite necesario para algunas formas de vida.

Los animales acuáticos suelen ser más vulnerables a bajas por la mañana en días cálidos de verano, ya que las plantas acuáticas no producen oxígeno desde el atardecer anterior. Por otra parte, en los lagos el nivel de oxígeno disuelto varía fundamentalmente con la profundidad, mientras en ríos y arroyos los cambios suelen estar más vinculados a la dimensión horizontal.

Este se puede expresar en miligramos por litro (mg/L) o en porcentaje de saturación (%). La primera de las opciones expresa directamente la masa de oxígeno por litro de agua, mientras la segunda se expresa como el porcentaje de la concentración de saturación para determinada temperatura. Como ejemplo a

14°C el agua disuelve aproximadamente 10 mg/L de O<sub>2</sub>. Si se determina que a esa temperatura, el oxígeno disuelto es de 5 mg/L el porcentaje de saturación será de 50% (REDMAPSA, 2007)

El oxígeno disuelto se lo midió con un oxímetro de agua para casi todas las aplicaciones posible para la medición y el contenido puro o para la concentración de agua en un diseño resistente al agua con interfaz y memoria de datos interna o también la clásica versión de laboratorio. La calibración de los oxímetros de agua resulta muy sencilla (calibración manual de dos puntos o automática), por ello la pueden realizar incluso usuarios no experimentados. Estos aparatos permiten realizar analíticas del agua para obtener resultados de concentraciones de oxígeno en mg/l y también encontrar oxímetros que proporcionan resultados en porcentajes de saturación.

Se lo realizó para conocer la cantidad de la concentración de oxígeno disuelto en agua. La mayoría de los organismos necesitan una concentración mínimo de oxígeno disuelto en agua para poder vivir y para averiguar las propiedades de productos en el riego con agua con diferente contenido de oxígeno, lo que permite optimizar las propiedades del producto.

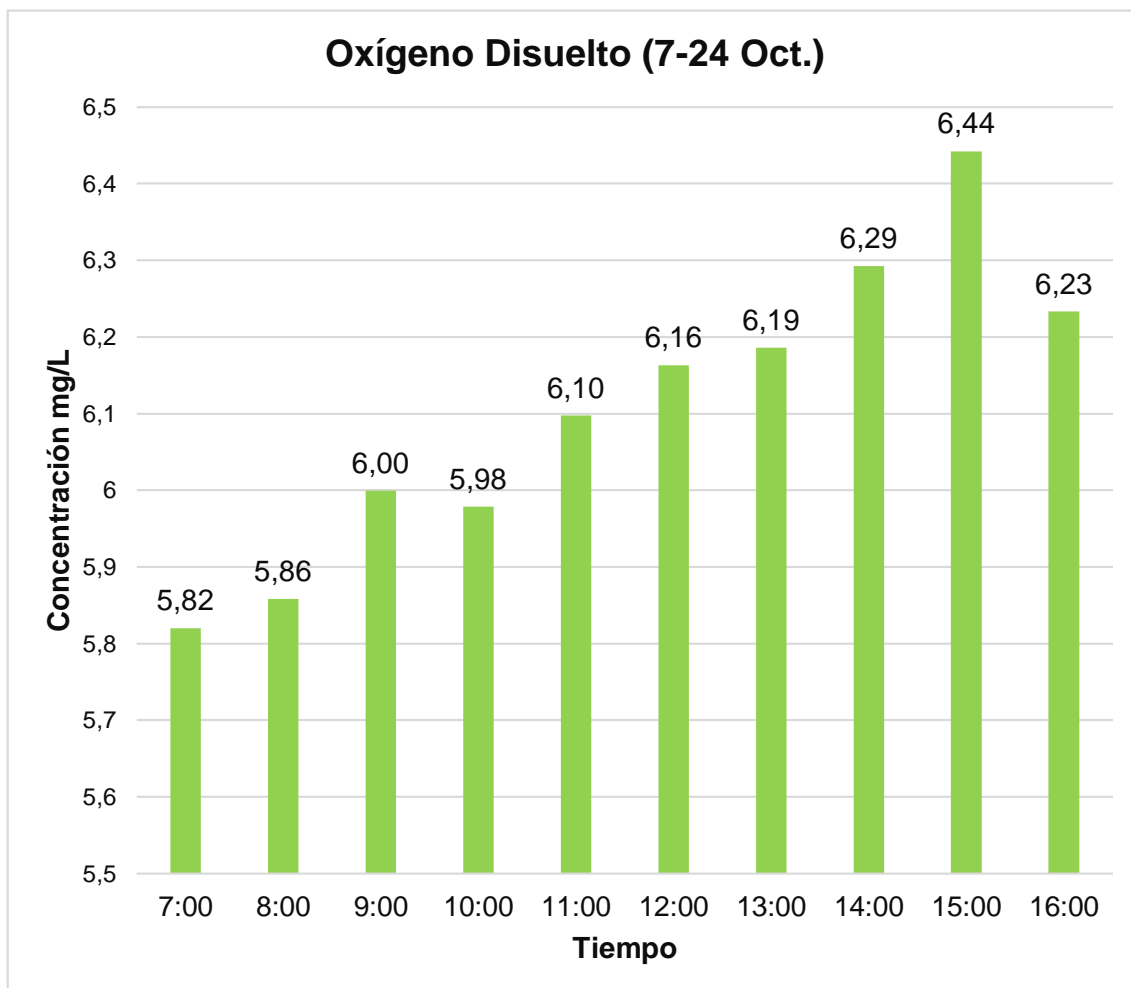
**Tabla No. 4.3.4**  
**Oxígeno Disuelto/Horas (mg/L)**  
**Días: 7-24 de Octubre**

Horas	Oxígeno Disuelto													Total	Prom.
	7	10	11	12	13	14	17	18	19	20	21	24	26		
7:00	6,50	4,70	6,35	6,36	6,90	6,12	4,70	4,70	6,11	6,34	6,25	4,33	6,30	75,66	5,82
8:00	6,55	5,12	6,41	6,11	6,84	6,59	4,25	4,25	6,40	6,20	6,55	4,66	6,23	76,16	5,86
9:00	6,48	5,04	6,45	6,35	6,50	6,12	5,34	5,34	6,59	6,54	6,30	4,60	6,34	77,99	6,00
10:00	5,10	4,62	6,55	6,40	6,50	6,45	5,66	5,66	6,34	6,54	6,25	5,20	6,45	77,72	5,98
11:00	6,40	4,28	6,36	6,50	7,02	6,40	5,45	4,70	6,15	6,34	6,23	6,66	6,78	79,27	6,10
12:00	6,55	5,30	6,11	6,11	6,65	6,30	6,25	5,12	6,12	6,11	6,36	6,25	6,89	80,12	6,16
13:00	6,36	5,40	6,30	6,40	6,25	6,90	6,34	5,04	6,35	6,40	6,12	6,44	6,12	80,42	6,19
14:00	6,11	5,35	6,35	6,55	6,55	7,11	7,00	4,62	5,50	6,59	6,59	7,11	6,37	81,80	6,29
15:00	6,35	5,50	6,41	6,36	6,30	7,14	7,10	4,28	5,30	7,34	7,12	7,10	7,45	83,75	6,44
16:00	6,40	5,30	6,45	6,15	6,25	6,90	6,45	4,20	6,23	6,15	7,00	6,45	7,10	81,03	6,23

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas

**Elaboración:** Autores de la investigación





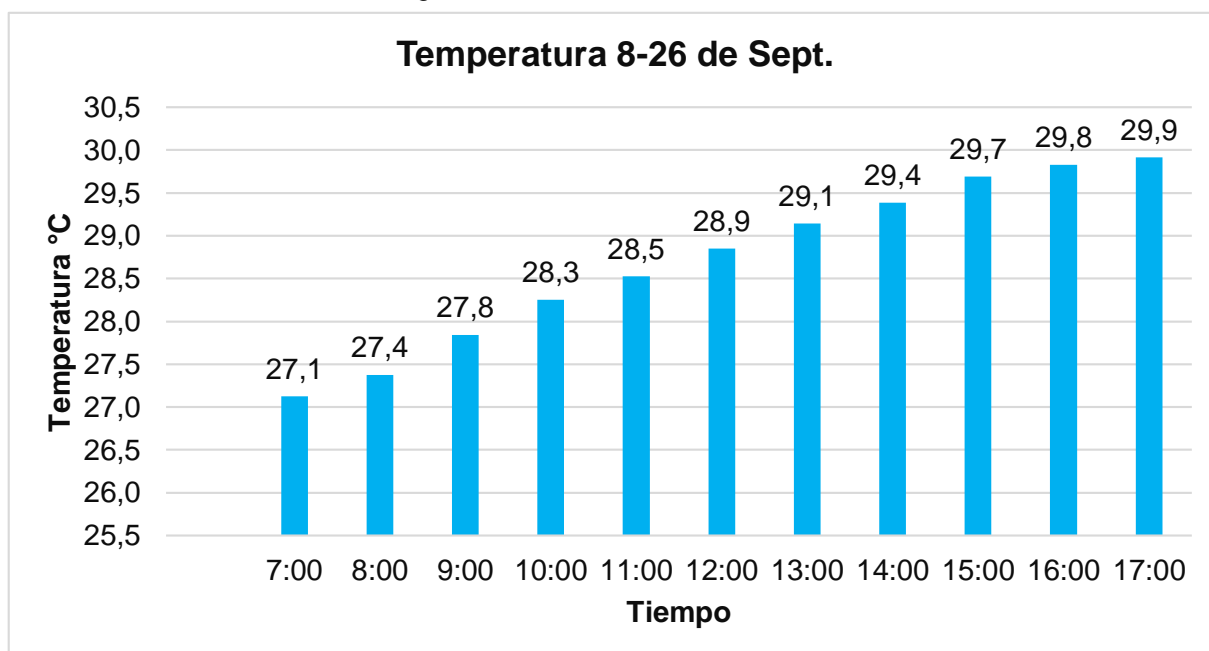
**Grafico 4.3.4. Oxígeno Disuelto/horas –Días 7-24 de Octubre**

#### **4.3.5. Temperatura/Horas - Días: 8-26 de Septiembre**

Los resultados de los análisis realizados en el periodo estudiados, en el lapso de 1 a 10 horas diarias indican que a medida que van transcurriendo las horas, va en aumentando la temperatura, empezando a las 07H00 con un total 27,13 °C; culminando a las 17H00 con 29,92°C. (Tabla 4.3.5, gráfico 4.3.5).

**Tabla No. 4.3.5****Temperatura/Horas (°C)****Días: 8-26 de Septiembre**

Horas	Temperatura												Total	Prom.
	8	9	12	13	14	15	16	20	21	22	23	26		
7:00	28,80	27,5	26,9	26,2	26,0	28,0	26,0	28,0	25,0	27,2	27,9	28,0	325,5	27,13
8:00	28,80	28,0	26,9	26,4	26,0	28,5	26,4	28,3	25,3	27,3	28,1	28,5	328,5	27,38
9:00	29,90	28,4	27,0	26,7	26,3	29,0	27,0	28,6	26,3	27,8	28,5	28,6	334,1	27,84
10:00	29,90	28,8	27,0	26,9	26,9	29,5	27,0	30,1	26,9	27,9	29,1	29,0	339,0	28,25
11:00	30,20	28,8	27,0	27,9	27,0	30,1	27,0	30,3	27,1	28,1	29,3	29,5	342,3	28,53
12:00	30,30	29,0	27,4	29,0	27,1	30,3	27,4	30,5	27,4	28,4	29,5	29,9	346,2	28,85
13:00	30,50	29,1	27,5	29,3	27,5	30,5	27,5	30,5	27,6	28,7	30,5	30,5	349,7	29,14
14:00	30,50	29,5	27,9	29,5	27,9	30,5	27,9	30,7	27,8	28,8	30,9	30,7	352,6	29,38
15:00	30,70	29,9	28,0	30,0	28,0	30,7	28,0	31,0	28,0	30,0	31,0	31,0	356,3	29,69
16:00	30,50	29,9	28,1	30,3	28,1	31,0	28,1	31,1	28,4	30,2	31,1	31,1	357,9	29,83
17:00	30,70	30,0	28,5	30,5	28,3	31,1	28,5	31,2	28,5	30,0	31,2	30,5	359,0	29,92

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas**Elaboración:** Autores de la investigación**Grafico 4.3.5 Temperatura/horas –Días 8-26 de septiembre****4.3.6. Temperatura/Horas - Días: 7-24 de Octubre**

Los resultados de los análisis realizados en el periodo, en el lapso de 1 a 10 horas diarias, indican que a medida que van transcurriendo las horas, va en aumentando la temperatura, empezando a las 07H00 con un total 26,68°C; y, culminando a las 17H00 con 28,95°C. (Tabla 4.3.6 gráfico 4.3.6).

Las variaciones de temperatura, salinidad y abundancia de larvas están en precisa relación con el patrón estacional, mostrando así una importante influencia en la reproducción del *D. Latifrons*, debido a que la mayor abundancia de larvas se presentaron en altas temperaturas 20 a 30°C y baja salinidad 6.5%, según lo demostrado por (Navarro-Rodríguez, Flores-Vargas R., Guevara, & Elena, 2004)

La biología del Chame es muy interesante, considerando que la salinidad del agua juega un papel relevante en su reproducción (Rodríguez, Hernández M, & Velásquez, 2012).

La tasa de crecimiento de los peces es modificada por una serie de factores que incluyen a la temperatura del agua, la densidad de cultivo, el porcentaje de alimentación y el tipo de alimento; además de la variación intra específica en la tasa de crecimiento dentro de los grupos de peces, conocida como el efecto de la jerarquía de las tallas, disparado por la alimentación en peces de ambientes marinos como el turbot y el salmón del Atlántico, o por las variaciones de tamaño relacionadas con las interacciones sociales. De todos los factores mencionados, la temperatura del agua y el suministro de alimento son los de mayor importancia para el desarrollo de larvas y juveniles.

En este sentido, el crecimiento está ligado a un factor de origen biológico de tal modo que, cualquier factor del ambiente interactúa con él. Por ejemplo, en condiciones naturales, si la temperatura aumenta, la cantidad de alimento ingerido normalmente aumenta, así como la tasa de digestión. La tasa de crecimiento puede aumentar o disminuir dependiendo de la relación entre alimento-metabolismo-temperatura. La demanda de energía podría exceder a la ganancia resultante del incremento en consumo de alimento, y por lo tanto, producir una disminución en la tasa de crecimiento (Anastasiadi, Díaz, & Piferrer, 2017).

La temperatura y oxígeno fue tomada 10 veces al día entre las 07H00 hasta las 16H00 con un medidor de oxígeno disuelto para agricultura 550A marca YSI, metro disuelto portable del oxígeno que es capaz de medir temperatura y el

oxígeno disuelto junto con un termistor altamente exacto y una tecnología polarographic, de utilización manual, rápido y fácil.

**Tabla No. 4.3.6**

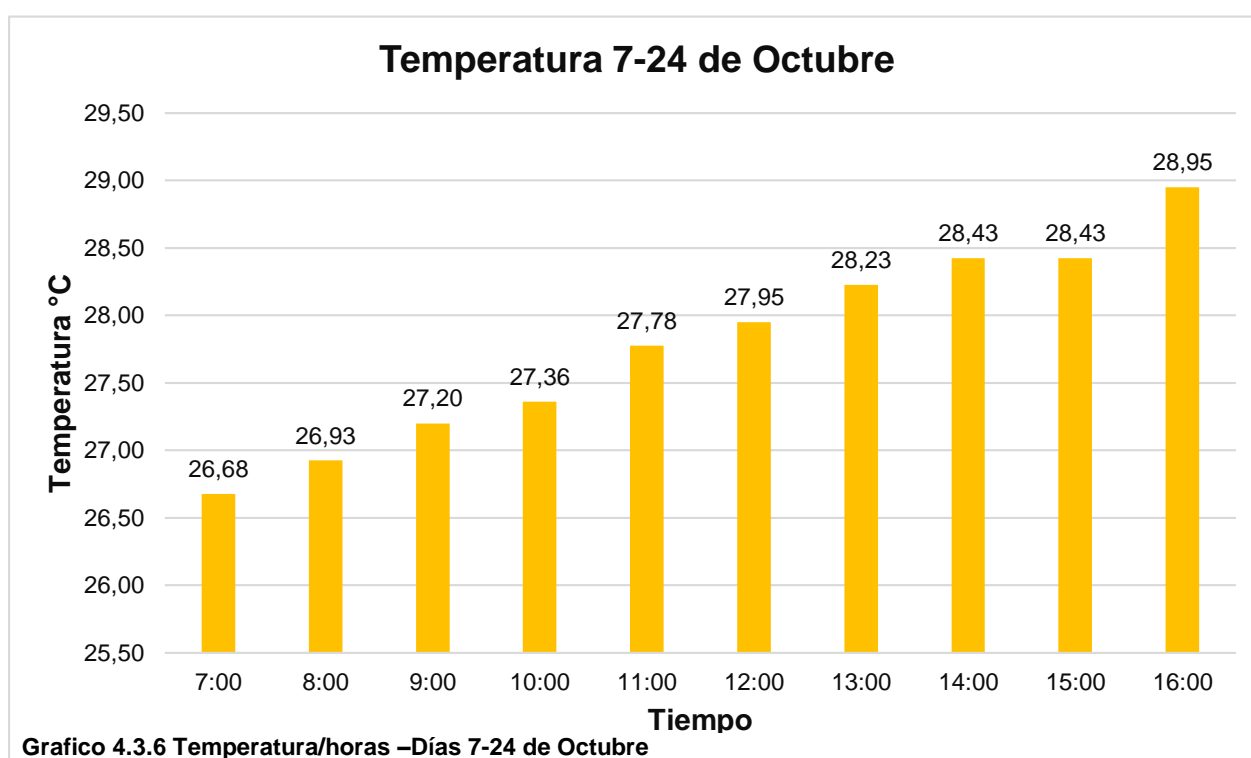
**Temperatura/Horas (°C)**

**Días: 7-24 de Octubre**

Horas	Temperatura												Total	Promedio
	7(días)	10	11	12(días)	13	14	17	18	19	20	21	24		
7:00	26,0	28,0	27,0	26,2	28,5	26,2	26,2	26,0	26,2	26,1	26,2	27,5	320,1	26,68
8:00	26,0	28,0	27,5	26,4	28,8	26,5	26,5	26,2	26,4	26,5	26,3	28,0	323,1	26,93
9:00	26,3	28,4	28,0	26,7	29,5	26,7	26,6	26,3	26,6	26,5	26,4	28,4	326,4	27,20
10:00	26,5	28,5	28,1	26,9	29,9	26,9	26,8	26,4	26,3	27,0	26,5	28,5	328,3	27,36
11:00	27,0	28,8	28,5	27,0	30,2	27,9	26,9	26,7	26,5	27,3	26,6	29,9	333,3	27,78
12:00	27,0	29,0	28,9	27,0	30,3	28,8	27,3	26,8	26,6	27,9	26,8	29,0	335,4	27,95
13:00	27,1	29,1	29,1	27,0	30,5	29,8	27,5	27,9	26,7	28,0	26,9	29,1	338,7	28,23
14:00	27,5	29,5	29,5	27,1	30,5	30,4	27,3	28,0	26,8	28,0	27,0	29,5	341,1	28,43
15:00	25,5	29,9	30,0	27,1	30,7	30,5	27,4	27,3	27,0	28,5	27,3	29,9	341,1	28,43
16:00	27,7	30,0	30,5	27,3	30,9	30,6	27,5	27,5	27,0	28,9	27,5	32,0	347,4	28,95

**Fuente:** Encuesta a agricultores de comunidad Casas Viejas

**Elaboración:** Autores de la investigación



#### 4.3.7. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DEL AGUA

Los análisis se los realizaron a diario durante todo el mes de septiembre y parte del mes de octubre tomando muestras de agua del estanque de crecimiento de los peces y luego se realizó el procedimiento para obtener resultados de los parámetros analizados. Así en el cuadro y gráfico se puede observar que el pH durante los días 02/09 hasta el 30/10/2016 el pH del agua tuvo un promedio de 7,0; 22,7 N03; 0,2 N02; 2,2, P03; y, 0,8 NH4 (ver tabla 4.3.7; gráfico 4.3.7).

**Tabla No. 4.3.7**

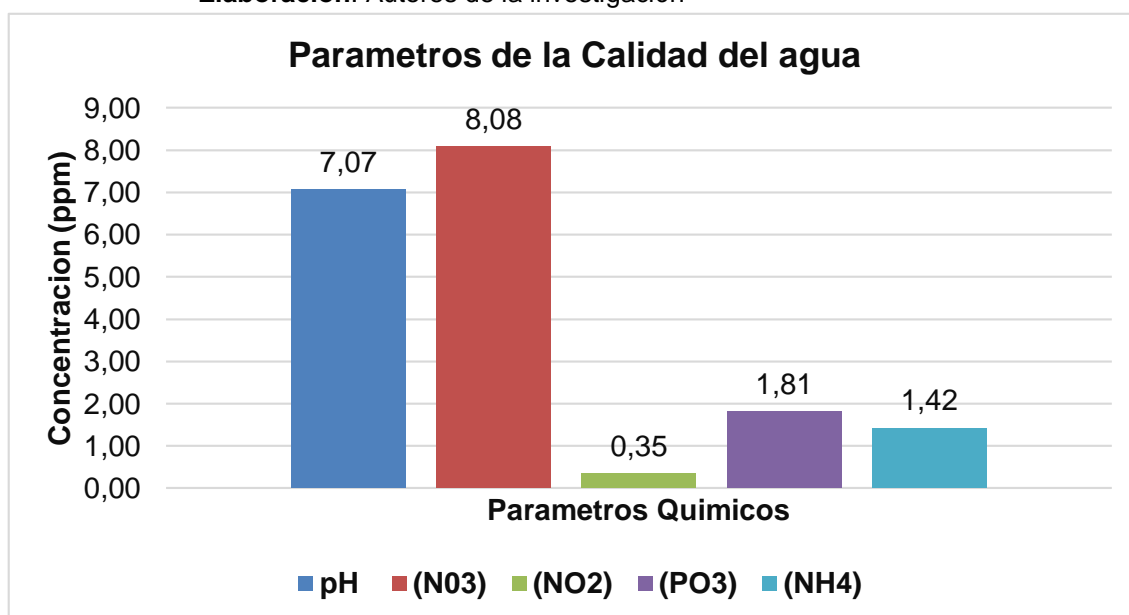
**Parámetros de la calidad del agua**

**Días: Septiembre-Octubre del 2016**

FECHA	pH	(N03)	(NO2)	(PO3)	(NH4)
02/09/2016	7,26	0	0	1 a 2	0
05/09/2016	7	5	0	5	0
07/09/2016	7	5	0,5	1	0,25
09/09/2016	7	0,5	0,5	2	0,5
12/09/2016	7	5	0,25	2	0,5
14/09/2016	7	5	0	2	0,5
16/09/2016	7	10	0	2	1
19/09/2016	7	160	0	2	0,5
21/09/2016	7	80	0,25	2	0,5
23/09/2016	7	10	0,25	2	0,5
26/10/2016	7	5	0,25	2	0,5
28/10/2016	7	0	0	2	4
30/10/2016	7	10	0	2	1
<b>Promedio</b>	<b>7,0</b>	<b>22,7</b>	<b>0,2</b>	<b>2,2</b>	<b>0,8</b>

**Fuente:** Resultados de los Análisis de laboratorio de Aguas

**Elaboración:** Autores de la investigación



**Gráfico No. 4.3.7.- Parámetros de la calidad del agua. Días: Septiembre 2-Octubre 31 del 2016**

#### 4.3.8. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DEL AGUA

Los análisis se los realizaron a diario durante todo el mes de octubre tomando muestras de agua del estanque de crecimiento de los peces y luego se realizó el procedimiento para obtener resultados de los parámetros analizados. Así en el cuadro y gráfico se puede observar que el pH durante los días 03/10 hasta el 27/10/2016 el pH del agua tuvo un promedio de 7,07; 8,08 N03; 0,35 N02; 1,81 P03; y, 1,42 NH4 (ver tabla 4.3.8; gráfico 4.3.8).

El pH es una medida de la concentración de iones de hidrógeno en el agua ( $H^+$ ). Se presenta en una escala logarítmica negativa (mayores valores=menores concentraciones de  $H^+$ ), con valores que van en una escala del 1 al 14. Al ser la escala de tipo logarítmica, cada punto de diferencia representa concentraciones 10 veces mayores o menores; 2 puntos 100 veces, 3 puntos 1000 veces, y así sucesivamente. El punto medio, valor 7, se considera neutral ( $H^+=OH^-$ ), los valores menores representan acidez ( $H^+>OH^-$ ) y los valores mayores, basicidades ( $H^+<OH^-$ ) (Candarle, 2015).

Este importante parámetro que influye sobre la calidad del agua, interviene además en muchos otros procesos, tomando especial importancia en la determinación, junto a la temperatura, el % de toxicidad (% amonio no ionizado ( $NH_3$ )) del nitrógeno amoniacal total. Interviene también en la disponibilidad de los nutrientes, que obtienen las plantas de manera diferenciada, por lo que se debe mantener en valores equilibrados a tal fin. Los valores cercanos a la neutralidad ( $pH= 7$ ) son recomendables y deseables para los sistemas acuapónicos, dependiendo en cierta medida de la selección de peces y plantas a cultivar efectuada, ya que dichos valores, armonizan con los procesos involucrados, de índole biológicos naturales (Candarle, 2015).

La dureza general, expresa la medida de iones positivos (cationes) en el agua, compuestos principalmente por Calcio ( $Ca^+$ ) y Magnesio ( $Mg^+$ ), y en menor medida por Hierro ( $Fe^+$ ). La dureza de los Carbonatos, o alcalinidad, es una medida de los carbonatos ( $CO_3^{--}$ ) y bicarbonatos ( $HCO_3^-$ ) presentes y disueltos en el agua, y se miden en mg/l de Carbonato de Calcio ( $CaCO_3$ ). Tanto el Calcio como el Magnesio (al igual que otros micronutrientes como el hierro y el potasio), son nutrientes esenciales para las plantas, las que los toman directamente del

agua, por lo que la dureza general es importante para el sistema acuapónico; pero la alcalinidad tiene una relación particular y determinante con el valor de pH del agua (Candarle, 2015).

**Tabla No. 4.3.8**

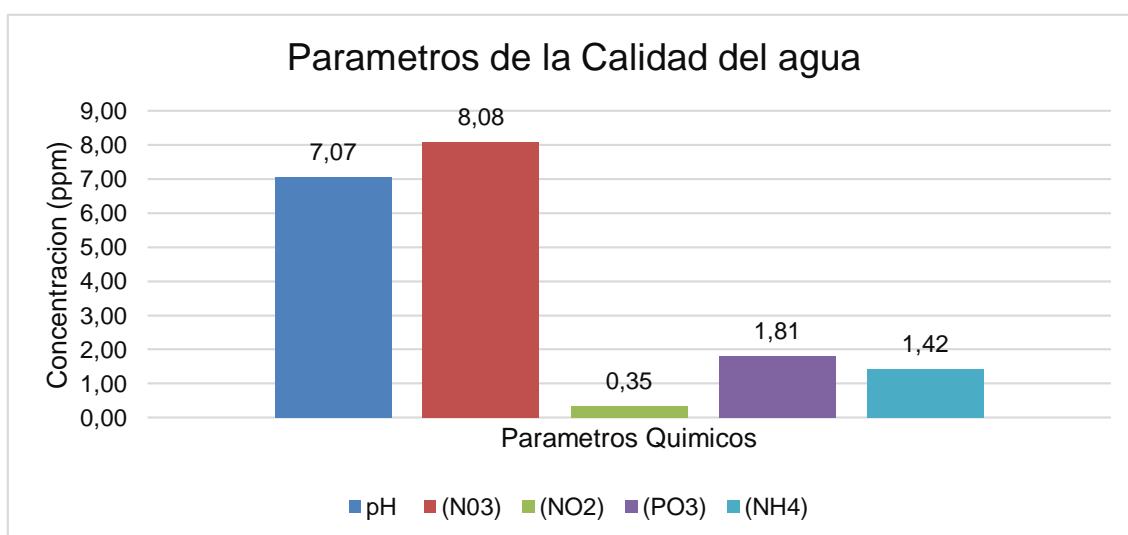
**Parámetros de la calidad del agua**

**Días: 03-27 de Octubre del 2016**

FECHA	pH	(N03)	(NO2)	(PO3)	(NH4)
3/10/2016	7	0	0	0,5	2
5/10/2016	7	5	0,25	2	1
7/10/2016	7	5	0	2	1
9/10/2016	7	5	0	2	1
11/10/2016	7	10	0,25	2	1
13/10/2016	7	10	0,5	1	1
15/10/2016	7	10	0,5	2	4
17/10/2016	7,5	10	0,5	2	0,5
19/10/2016	7,07	10	0,5	2	4
21/10/2016	7,07	10	0,5	2	1
23/10/2016	7,08	10	0,5	2	0,5
25/10/2016	7,08	10	0,5	2	0,5
27/10/2016	7,08	10	0,5	2	1
<b>Promedio</b>	<b>7,07</b>	<b>8,08</b>	<b>0,35</b>	<b>1,81</b>	<b>1,42</b>

**Fuente:** Resultados de los Análisis de laboratorio de Aguas

**Elaboración:** Autores de la investigación



**Gráfico No. 4.3.8.- Resultado de los análisis realizados al agua del estanque de peces.**

Los resultados muestran un alto promedio de Nitrato ( $\text{NO}_3$ ) debido a que el día 17 de julio hubo un resultado en el análisis de nitrato de 160 ppm, en este día existía gran cantidad de materia orgánica en el estanque; inmediatamente se realizó una limpieza y un cambio de agua al sistema. Desde ese inconveniente se decidió cambiar el agua del sistema una vez por semana. El pH fue constante con un valor promedio de 7,04. Las demás variables se mantuvieron dentro de los parámetros recomendados; fosfato con un promedio de 1,98 ppm, nitrito con un promedio de 0,19 ppm, amonio con un promedio de 1,01 ppm y OD con un promedio de 3,94 esto debido a que hubo poca disponibilidad del oxímetro en los laboratorios y durante 9 días no fue posible realizar este análisis.

La construcción del sistema acuapónico requiere atención continua, ya que se debe monitorear constantemente la funcionalidad del sistema. Es necesario contar con un sistema de recirculación de mayor diámetro para facilitar la limpieza del mismo pues se necesita limpieza constante en las mangueras de recirculación del sistema, mismas que tienen un diámetro de 0.00635 m.

Los análisis de control permitieron mantener las condiciones del sistema dentro de los parámetros adecuados para asegurar la supervivencia de todos los organismos que componen el sistema acuapónico. Sin embargo, hasta la fecha se evidencia un desarrollo progresivo tanto de las plantas como de los peces.

#### **4.3.9. PRODUCCIÓN DE LECHUGA OBTENIDA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ESTE SISTEMA.**

Se midió el desarrollo de las lechugas y los peces mediante la aplicación de sistema acuapónico.

Se ha logrado un desarrollo progresivo tanto en los peces como en las plantas; en las plantas se logró un 100% de germinación y han alcanzado una longitud máxima de follaje de 9 cm. Los peces han alcanzado un aumento de más del 100% en peso (ver gráfico 9), asimismo en la longitud han alcanzado un aumento de más del 100% (ver cuadro No. 4.3.9: gráfico 4.3.9).

La lechuga, como la gran mayoría de cultivos de hoja, es una siembra que se adapta y desarrolla particularmente bien en sistemas acuapónicos debido a la



concentración óptima de nutrientes disueltos en el agua. La plantación con sistema acuapónico es posible para cualquier variedad de lechuga pero son especialmente cultivadas con este método las variedades: Iceberg, mantecosa, romana,...etc (Pérez-Sánchez, 2016).

Las condiciones ideales para su correcto desarrollo y rápido crecimiento son acordes con las de un cultivo de invierno (condiciones de día largo y temperaturas cálidas durante la noche provoca la floración): temperatura óptima de germinación: 15-21°C; temperatura óptima fase de crecimiento: 14-18°C durante el día y 5-10°C durante la noche; y, temperatura óptima fase de acogollado: cercanas a los 12°C diurnas y 3-6°C nocturnas (Pérez-Sánchez, 2016).

La lechuga es una planta con poca demanda nutritiva. El pH ideal para su correcto desarrollo está comprendido entre 5.8-6.2 y a pesar de tolerar un pH de hasta 7, se debe tener en cuenta posibles deficiencias de hierro debido a la no disponibilidad por el pH (Pérez-Sánchez, 2016).

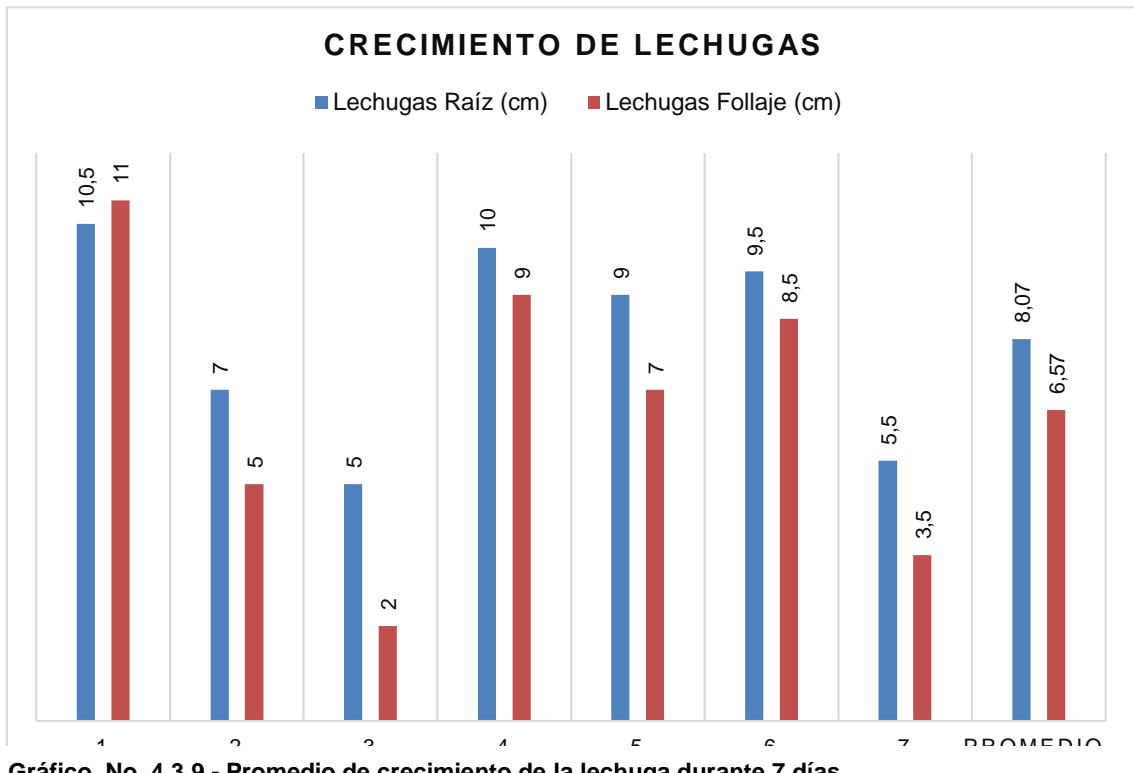
**Tabla No. 4.3.9**

**Desarrollo de la lechuga en el sistema acuapónico.**

<b>Lechugas</b>	
<b>Raíz (cm)</b>	<b>Follaje (cm)</b>
10,5	11
7	5
5	2
10	9
9	7
9,5	8,5
5,5	3,5
<b>8,07</b>	<b>6,57</b>

**Fuente:** Resultados de los Análisis de laboratorio

**Elaboración:** Autores de la investigación



## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

Se identificó la situación socio-productivo-ambiental de los habitantes de la comunidad Casas Viejas, resultando que la mayoría de entrevistados(as) son agricultores(as); cultivan maíz; consumen agua potable comprada a tanqueros para el consumo casero; tienen ingresos mínimos y satisfacción por la actividad productiva; reciben charlas sobre calidad de alimentos; creen que la producción de orgánicos evita afectación a vida, que el uso excesivo de químicos genera problemas de salud futuros; conocen, realizan y participan en proyectos para producción de alimentos sanos; son conscientes del impacto ambiental; creen que agua faltará algún día; que hacer monocultivo afecta fertilidad del suelo; piensan evitar quema de pastizales; desearían incorporar sistema de producción de alimentos; tienen conocimientos sobre cultivos aplicando sistema acuapónico; y, que producir alimentos con sistema acuapónico es bueno.

Se determinó un sistema acuapónico conveniente para la comunidad Casas Viejas, para lo cual se aplicó una encuesta a los productores, sobre la conveniencia o no de un sistema acuapónico, quienes en su mayoría creen que la implementación de éste incidirá en producción de alimentos sostenibles. Además, se lo diseñó con película fina, escogiendo un sistema integral agro-acuícola; y, se implementó el diseño piloto, cuya estructura estuvo recubierta de sarán (malla sombra) para protegerlos de plagas, así como un cerramiento que permitió el ingreso a personal que trabajó en la investigación y que ocupó alrededor de 20m<sup>2</sup>, con posibilidades de expansión.

Mediante el análisis de muestras realizadas en 2 fechas diferentes, se estableció la producción y crecimiento de peces en el sistema agro-acuícola identificado, resultados que demuestran que en 15 días, los chames tuvieron diferentes pesos y medidas, que oscilaron entre 90,3 y 126,2 gr; longitudes entre 15 y 18 cm; temperaturas entre 27,13 y 29,92°C; y, alturas entre 5 y 6 cm; y, durante 30 días, tuvieron entre 102,2 y 133,4 gr; longitudes estándar entre 17 y 22,1 cm; y, alturas entre 5 y 7 cm. En 12 días con 10 horas diarias, a medida que van transcurriendo las horas, va en aumento la disolución del oxígeno, desde 07H00 con 5,46 hasta las 16H00 con 6,39. En el periodo del 7-26 de Septiembre/2016 a 10 horas

diarias, a medida que van transcurriendo las horas, aumentó la disolución del oxígeno, desde las 07H00 con 5,82 hasta las 16H00 con 6,23 mg/L; y, del 7-24 de Octubre/2016 a 10 horas diarias indican que a medida que van transcurriendo las horas, va en aumentando la temperatura, desde las 07H00 con 26,68 mg/L hasta las 17H00 con 28,95 °C.

La construcción del sistema acuapónico requiere atención continua, ya que se debe monitorear constantemente la funcionalidad del mismo. Es necesario contar con un sistema de recirculación de mayor diámetro para facilitar la limpieza del mismo pues se necesita limpieza constante en las mangueras de recirculación del sistema, mismas que tienen un diámetro de 0.00635 m.

Los análisis de control permitieron mantener las condiciones del sistema dentro de los parámetros adecuados para asegurar la supervivencia de todos los organismos que componen el sistema acuapónico. Sin embargo, hasta la fecha se evidencia un desarrollo progresivo tanto de las plantas como de los peces.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

A la ESPAM, continuar incentivando a sus educandos a identificar situaciones productivo-ambientales de las comunidades del Cantón Bolívar, a fin de que se mejore el tratamiento del agua para la producción de especies acuáticas que beneficie su propia economía.

A los habitantes de la comunidad Casas Viejas, aceptar orientación sobre modelo de sistema acuapónico conveniente para la comunidad, con el fin de conseguir optimizar y conservar el recurso agua.

A los Egresados de la ESPAM, continuar con la evaluación de la producción, crecimiento de peces, así como el consumo y la eficiencia de la calidad del agua, con el propósito de tener una oportunidad para mejorar las condiciones socioeconómicas del ser humano, contribuyendo a la vez con la seguridad alimentaria.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACBIO. (2012). *Plan de acción de bicorredor estuario del río Chone: Islas corazón Y Fragatas*. Chone.
- Anastasiadi, D., Díaz, N., & Piferrer, F. (29 de 09 de 2017). Small ocean temperature increases elicit stage-dependent changes in DNA methylation and gene expression in a fish, the European sea bass. *Scientific Reports*. doi:10.1038/s41598-017-10861-6
- Andrade, S. (15 de 06 de 2014). *La acuicultura*. Obtenido de <http://www.ecologistasenaccion.org/article147724.html>
- Arango R, A., Carmona, L. G., & Romero, S. A. (2014). Análisis de ciclo de vida en el sector agrícola: el caso del municipio de Viotá. *Ambiente y Desarrollo*, 18(35). Obtenido de <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.AyD18-35.acvs>
- Benguria, S., & Martín, B. (2010). *Observacion*.
- Berkowitz, D. E. (23 de 09 de 2017). Obtenido de ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/67.pdf>
- Bofish. (2009). *Desarrollo De Acuaponia En Mexico*. Mexico.
- Bonilla B, L., Casabianca, L., Montaña S, J., & et.als. (2015). Diseño y construcción de un prototipo de sistema acuapónico para el aprovechamiento y tratamiento de desechos de piscicultura de la Hacienda La Cosmopolitana, Restrepo-Meta-Colombia. *Revista de Tecnología - Journal of Technology*, 14(2), 97-104. Obtenido de <file:///C:/Users/PC/Downloads/Dialnet-DisenoYConstruccionDeUnPrototipoDeSistemaAcuaponic-6041482.pdf>
- Buschmann, A. (2001). *Impacto ambiental de la acuicultura el estado de la investigacion en Chile y el mundo*. Chile.

Caló, P. (1 de Noviembre de 2012). *Introducción a la Acuaponia*.

COOTAD. (2015). Obtenido de Artículo 274.-Responsabilidad:  
[http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/1060021500001\\_PDyOT%20PARROQUIA%20PLAZA%20GUTI%C3%89RREZ%202014-2019-APROBADO%20\\_31-10-2015\\_20-44-09.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1060021500001_PDyOT%20PARROQUIA%20PLAZA%20GUTI%C3%89RREZ%202014-2019-APROBADO%20_31-10-2015_20-44-09.pdf)

De Gregorio R, J. E. (2007). *Macroeconomía Intermedia* (1ª. ed.). México: Pearson Educación.

Diver, S. (2006). *Aquaponics – Integration of Hydroponics with Aquaculture*. National Sustainable Agriculture Information Service. North Carolina.

ENVIRONMENT, H. (1 de Julio de 2015). *Guía de Acuaponia*. Obtenido de [http://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main\\_page=page&id=147](http://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=147)

FAO. (2009). Obtenido de <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/lw8s.pdf>

FAO. (2010). En FAO (Ed.). (pág. 16). Panamá, Panamá: 31ª CONFERENCIA REGIONAL DE LA FAO PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. Recuperado el 24 de 09 de 2017, de <http://www.fao.org/docrep/meeting/018/k7837.pdf>

FAO. (2010). Macas-Ecuador: Serie Acuicultura en Latinoamérica.

FAO. (13 de diciembre de 2013). Recuperado el 3 de noviembre de 2015, de <http://www.maloka.org/suelos/usosdelsuelo.html>

FAO. (2014). Estado mundial de la pesca y la acuicultura. Obtenido de <http://www.biosferamenorca.org/documents/documents/746docpub.pdf>

FAO. (2015). Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/005/y4137s/y4137s0d.htm>

FAO-FIDA-PMA. (2015). *Informe “El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo”. de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) y el Programa Mundial de Aliment.* Obtenido de

<http://www.prensaanimal.com/?cargar=NoticiaDetalle&id=263&t=Reflexiones%20en%20torno%20de%20la%20alimentaci%C3%B3n%20mundial>

G&Cía. (02 de 04 de 2015). *Infografía: Los Suelos Sanos son la Base para la Producción de Alimentos Sanos*. . Obtenido de <https://gastronomiaycia.republica.com/2015/04/02/infografia-los-suelos-sanos-son-la-base-para-la-produccion-de-alimentos-sanos/>

Gallego, M. R. (2006). *Producción mas limpia en la industria alimentaria*. Colombia.

Gomera M, A. (11 de 2008). *La conciencia ambiental como herramienta para la educación ambiental: conclusiones y reflexiones de un estudio en el ámbito universitario*. Obtenido de [http://www.mapama.gob.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/2008\\_11gomera1\\_tcm7-141797.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/2008_11gomera1_tcm7-141797.pdf)

IMTA. (08 de marzo de 2012). *Escasez del agua*. Obtenido de Escasez del agua - Instituto Mexicano de Tecnología del Agua: [https://www.imta.gob.mx/conamexphi/index.php?option=com\\_content&view=article&id=323:la-escasez-de-agua&Itemid=62](https://www.imta.gob.mx/conamexphi/index.php?option=com_content&view=article&id=323:la-escasez-de-agua&Itemid=62)

INCA/SIAP. (2012). *Reglas de Operación y Programa Sectorial 2007-2012 de la SAGARPA*. Obtenido de <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/EI%20suelo%20y%20la%20produccion%20agropecuaria.pdf>

INCAP. (2006). *Sistemas acuapónicos*. Ficha tecnológica No. 9. . Obtenido de [http://www.incap.int/portaleducativo/index.php/es/recursos/reservorio-san/doc\\_view/428-ficha-tecnologica-9-sistemas-acuaponicos](http://www.incap.int/portaleducativo/index.php/es/recursos/reservorio-san/doc_view/428-ficha-tecnologica-9-sistemas-acuaponicos)

Jouravlev, A. (2004). Los servicios de agua potable y saneamiento en el umbral del siglo XXI. *CEPAL: Recursos Naturales e Infraestructura*.(74 ).

Lascano, C. A. (2010). *Experiencias en el manejo del Chame (Dormitator latifrons) en la Cuenca del Río Guayas, Ecuador*. Machala.

Muñoz G, M. E. (2012). *Informador Técnico*(76, Enero - Diciembre), 123 - 129.

Muñoz G, M. E. (2012). *Informador Técnico*(76, Enero - Diciembre), 123 - 129.

Navarro-Rodríguez, M. C., Flores-Vargas R., F. L., Guevara, G., & Elena, M. (2004). *Distribution and abundance of Dormitator latifrons (Richardson) larvae (Pisces: Eliotridae) in the natural protected area "estero El Salado" in Jalisco, Mexico*. Jalisco-Mexico.

OMS/UNICEF. (2015). *La meta de los ODM relativa al agua potable y el saneamiento: el reto del decenio para zonas urbanas y rurales*. (1ª. ed.). Suiza: OMS. Obtenido de [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/monitoring/mdg\\_es.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/mdg_es.pdf)

ONU. (2009). Paris: Tercera Edición.

ONU. (2010). Informe analítico, UNODC, Vienna, Austria. Recuperado el 18 de 10 de 2013, de [http://www.unodc.org/documents/peruandecuador//Informes/Informes-Analiticos/Informe\\_Analitico\\_Agroquimicos.pdf](http://www.unodc.org/documents/peruandecuador//Informes/Informes-Analiticos/Informe_Analitico_Agroquimicos.pdf)

OPS/OMS. (08 de 08 de 2016). *Entrenamiento: Inocuidad de los Alimentos - Buenas Prácticas*. Obtenido de [http://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10827%3A2015-entrenamiento-bpm-bma&catid=7677%3Abpabpm&lang=es](http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10827%3A2015-entrenamiento-bpm-bma&catid=7677%3Abpabpm&lang=es)

Parker, R. (2002). *Aquaculture science* . Delmar.

REDMAPSA. (2007). *Guía para la utilización de las Valijas Viajeras – Oxígeno Disuelto*. ( 1ª. Junio ed.). RED MAPSA.

Rivadeneira, Á. I. (2013). *Comportamiento bioagronómico del cultivar de lechuga silverado (Lactuca sativa) con abonos orgánicos en el Cantón Salcedo*. Quevedo – Los Ríos – Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.



- Rodríguez, G., Hernández M, E., & Velásquez, J. (2012). HOME ABOUT LOG IN REGISTER SEARCH CURRENT . *ARCHIVES ANNOUNCEMENTS*, 25(3), 11.
- Rodríguez-Montes de Oca, G. A., & Medina Hernández, E. A. (2012). *Production of "Chame" (Dormitator latifrons, pisces:Eleotridae) Larvae using GnRH $\alpha$  and LHRH $\alpha$* . Mexico.
- Sáens, A. J. (2011). *Acuaponia como estrategia del desarrollo sustentable*.
- Sagacarpa. (5 de Mayo de 2007). *Hidroponia rústica*. Obtenido de SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, DESARROLLO RURAL PESCA Y ALIMENTACION:  
<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Hidroponia%20R%C3%BAstica.pdf>
- Scott, J. (2006). *Evolutions Aquaponics*. Recuperado el 14 de 10 de 2015, de [www.aquaponicsjournal.com/articleEvolution.htm](http://www.aquaponicsjournal.com/articleEvolution.htm)
- SENPLADES. (2013). *Biess*. Obtenido de Biess:  
<https://www.biess.fin.ec/files/ley-transparencia/plan-nacional-del-buen-vivir/Resumen%20PNBV%202013-2017.pdf>
- UNESCO. (2015). *EL AGUA EN UN MUNDO EN CONSTANTE CAMBIO*. 3er Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, UNESCO . Obtenido de [http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/wwap\\_WWD\\_R3\\_Facts\\_and\\_Figures\\_SP.pdf](http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/wwap_WWD_R3_Facts_and_Figures_SP.pdf)
- Weebly.com. (2015). *Filtro de agua*. Obtenido de [http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/ciencias/filtro\\_de\\_agua](http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/ciencias/filtro_de_agua)
- Yúnez Naude, A. (2012). *Los grandes problemas de México* (1ª. ed., Vol. Tomo 11. Economía rural). México AC.: El Colegio de Mexico AC.

# **ANEXOS**

**ANEXO 1. ENCUESTA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS EN LA  
COMUNIDAD CASAS VIEJAS DEL CANTÓN BOLÍVAR**

**INFORMACIÓN BÁSICA**

Encuestador (a): \_\_\_\_\_

Fecha de Entrevista: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

Provincia: Manabí Cantón: Bolívar Parroquia: Calceta

**DESARROLLO DEL CUESTIONARIO DE PREGUNTAS**

**1. ¿Cuál es su actividad laboral frecuente?**

Agricultura \_\_\_\_\_ Ganadería \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_

**2. ¿Qué tipo de cultivos se practican en esta zona?**

**CICLOCORTO:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**CICLOLARGO:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**3. ¿Cuál es la fuente de abastecimiento de agua para el consumo de su comunidad?**

Agua potable \_\_\_\_\_ Manantial \_\_\_\_\_ Pozo \_\_\_\_\_ Lluvia \_\_\_\_\_

Otros \_\_\_\_\_

**4. ¿Qué grado de dificultad tiene para abastecerse del líquido vital en la producción de alimentos?**

Ninguno \_\_\_\_\_ Poco \_\_\_\_\_ Mucho \_\_\_\_\_ Demasiado \_\_\_\_\_

**5. ¿A la producción de alimentos a la que se dedica, le brinda algún tratamiento técnico?:**

Ninguno \_\_\_\_\_ Regular \_\_\_\_\_ Siempre \_\_\_\_\_

**6. ¿A qué tipo de actividad destina la producción de alimentos?**

Consumo Doméstico \_\_\_\_\_ Mixto \_\_\_\_\_ Productivo \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_

**7. ¿Cómo considera su nivel de ingresos por la actividad de producción a la que se dedica actualmente?**

Rentable \_\_\_\_\_ Regular \_\_\_\_\_ Malo \_\_\_\_\_

**8. ¿Está usted satisfecho con la producción de alimentos que se da en su comunidad? ¿Cómo lo calificaría?**

Bueno \_\_\_\_\_ Regular \_\_\_\_\_ Malo \_\_\_\_\_

**9. ¿Ha recibido algún tipo de capacitación con respecto a la producción de alimentos?**

	<b>Tipo de capacitación</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>¿Quién la realizó?</b>
<b>1</b>	Calidad de alimentos			
<b>2</b>	Manejo de fertilizantes			
<b>3</b>	Higiene de los alimentos			
<b>4</b>	Otros			

**10. ¿Cree usted que la producción de alimentos orgánicos evita la afectación del ciclo de vida de los mismos y los problemas ecológicos?**

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ No sabe \_\_\_\_\_

**11. ¿Considera usted que el uso excesivo de pesticidas y fertilizantes en la producción de alimentos genera problemas en la salud a corto, mediano y largo plazo?**

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ No sabe \_\_\_\_\_

**12. ¿Conoce de algún plan, programa o proyecto sobre la producción alimentos orgánicos?**

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

¿CÚAL? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**13. ¿Es o ha sido parte en el desarrollo de planes, programas o proyectos sobre la producción de alimentos orgánicos?**

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

¿CÚAL? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**14. En su opinión, ¿de quién es la responsabilidad de promover la producción de alimentos orgánicos más saludables?**

<b>1</b>	GAD Municipal	
<b>2</b>	Junta de Acción Comunal	
<b>3</b>	Comunidad	
<b>4</b>	Personal (de cada habitante)	
<b>5</b>	No sabe	

**15. ¿Está realizando alguna actividad para la producción de alimentos más sanos?**

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

CÚAL \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**16. ¿Es consciente del impacto medio ambiental en que se encuentra el planeta como consecuencia de las diferentes actividades que el hombre realiza?**

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ No sabe \_\_\_\_\_

**17. ¿Cree usted que el agua escaseará algún día?**

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ No sabe \_\_\_\_\_

**18. ¿Sabe usted que hacer monocultivo afecta a la fertilidad del suelo?**

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ No sabe \_\_\_\_\_

**19. ¿Qué tipo de actividades considera usted que se deben realizar para conservar el suelo?**

<b>1</b>	Evitar la quema de pastizales y bosques	
<b>2</b>	Capacitación en cultivos orgánicos	
<b>3</b>	Uso adecuado y racional de pesticidas y fertilizantes	
<b>4</b>	Evitar el monocultivo	
<b>5</b>	Otros	
<b>6</b>	No sabe	

**20. ¿Desearía usted incorporar un sistema de producción de alimentos que le genere mayores ingresos y sostenibilidad económica contribuyendo a la preservación del medio ambiente?**

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ No sabe \_\_\_\_\_

**21. ¿Tiene usted algún conocimiento sobre la alternativa de cultivo aplicando el sistema acuapónico (cultivo de peces y uno hidropónico, cultivo de plantas)?**

Ninguno \_\_\_\_\_ Poco \_\_\_\_\_ Mucho \_\_\_\_\_

**22. ¿Considera usted que la implementación de un sistema de acuaponía, permitirá transmitir biotecnología al sector rural?**

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ No sabe \_\_\_\_\_

**23. ¿Cuál es su opinión sobre la producción de alimentos con sistema acuapónico como medio de desarrollo sostenible?**

Excelente \_\_\_ Muy Bueno \_\_\_ Bueno \_\_\_ Regular \_\_\_ Malo \_\_\_

**24. ¿Cree usted que la implementación de un sistema acuapónico (*cultivo de peces y uno hidropónico, cultivo de plantas*) incidirá en la producción de alimentos sostenible para la comunidad de Casas Viejas?**

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ No sabe \_\_\_\_\_

## **ANEXOS 2: EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS**



**Entrevista**



**Toma de puntos**



**Toma de puntos**





**Entrevista**



**Construcción del diseño acuaponico**



**Preparación del terreno**



**Encuestas**



**Aplicación de encuesta**



**Selección del material**



**Recolección del material**



**Limpieza del tanque a usar**



**Reconocimiento del terreno**