

DISEÑO, DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE PERMACUAPONIA
PARA EL CULTIVO DE TILAPIA ROJA (OREOCHROMIS MOSSAMBICUS) Y
HORTALIZAS NANAS, EN MODELOS DE PRODUCCIÓN FAMILIAR



MIGUEL ÁNGEL ROJAS TRASLAVIÑA



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS AGROPECUARIAS
VILLAVICENCIO

2021

DISEÑO, DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE PERMACUAPONIA
PARA EL CULTIVO DE TILAPIA ROJA (OREOCHROMIS MOSSAMBICUS) Y
HORTALIZAS NANAS, EN MODELOS DE PRODUCCIÓN FAMILIAR

MIGUEL ÁNGEL ROJAS TRASLAVIÑA

Plan de negocio, presentado como opción de grado par optar al título de Administrador de
Empresas Agropecuarias.

Asesor

Mg. MARIO FERNANDO PRIETO DELGADILLO

Magister en ciencias administrativas y contables

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS AGROPECUARIAS
VILLAVICENCIO

2021

Autoridades académicas

P. José Gabriel MESA ANGULO, O.P.

Rector general

P. Eduardo GONZALEZ GIL, O.P.

Vicerrector académico general

P. José Antonio BALAGUERA CEPEDA, O.P.

Rector sede Villavicencio

P. Rodrigo GARCIA JARA, O.P

Vicerrector académico sede Villavicencio

Mg. Julieth Andrea SIERRA TOBÓN

Secretaria de división sede Villavicencio

PhD. Sonia Patricia CORTÉS ZAMBRANO

Decana facultad de Derecho

Tabla de contenido

	Pág.
Resumen.....	8
Línea de investigación	9
1. Descripción del problema.....	10
1.1 Planteamiento del Problema.....	10
1.2 Pregunta-Problema de Investigación.....	12
2. Objetivos.....	13
2.1 Objetivo General	13
2.2 Objetivos específicos.....	13
3. Justificación	14
4. Marco referencial.....	16
4.1 Marco Teórico	16
4.2 Marco Conceptual	29
4.3 Marco Normativo	33
<i>Normatividad</i>	33
5. Metodología.....	35
5.1 Tipo de investigación	35
5.2 Población.....	35
5.2.1 Instrumentos para la recolección de información	35
5.2.2 Técnicas de análisis y presentación de resultados	36
6. Etapas metodológicas de la investigación.	37
7. Resultados.....	38
8. Conclusiones.....	41
Referencias.....	43

Lista de Tablas

Pág.

Tabla 1. Comparativo Permacultura versus Agricultura tradicional..... 19

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Flor de la Permacultura.....	17
Figura 2. Éticas y principios de diseño de la Permacultura	20

Lista de Anexos

	Pág.
Anexo A. Materias primas para la germinación de plántulas proyecto Permacuaponia.	48
Anexo B. Armado de piscina para producción piscícola.....	48
Anexo C. Reutilización de materiales contaminantes.....	49
Anexo D. 7 Torres de cultivos urbanos	49
Anexo E. Preparación del sustrato para plantas, proyecto permacuaponia	50
Anexo F. cultivo de árboles frutales, proyecto Permacuaponia.....	51
Anexo G. Sistema de Producción Piscícola proyecto Permacuaponia.	51
Anexo H. Sistema Acuapónico, proyecto Permacuaponia.	52
Anexo I. sistema vertical para producción avícola, proyecto Permacuaponia. NOTA: en este sistema se pueden alojar 24 aves para postura o en producción de carne.....	53
Anexo J. 15 adecuación del sistema vertical, producción avícola.....	53
Anexo K. Aves en producción.....	54
Anexo L. Árbol mandarina en producción.	54
Anexo M. Árbol de limón en producción.	55
Anexo N. Alimentación de aves con tomates producidos dentro del sistema de Permacuaponia.....	55
Anexo O. Producción de huevos dentro del sistema de Permacuaponia.	56
Anexo P. floración y producción de Pepino Cohombro.	56
Anexo Q. Producción Piscícola.	57

Resumen

La Permacuaponia o combinación de los sistemas de acuaponía (producción de peces y hortalizas sin suelo por el medio del agua) y permacultura (generar comunidades capacitadas para producir y realizar sus necesidades, sin exceder los recursos naturales o contaminar, es decir, sostenibles a largo plazo).

Después de la breve descripción de la Permacuaponia; lo planteado en esta investigación; conduce a presentar una alternativa de producción agrosostenible urbana en algunos integrantes de la comunidad del barrio “La Madrid” de la ciudad de Villavicencio, y de esta manera proveerles de unas técnicas agrícolas; que les permita generar su propio alimento e ingresos; sin generar afectaciones al ecosistema o fuentes hídricas cercanas.

En concordancia con el párrafo anterior; estos son los tres objetivos propuestos para el desarrollo de la investigación y posterior análisis de los resultados planteados: Diseñar un modelo permacuaponía que se ajuste a las condiciones familiares del barrio la Madrid del municipio de Villavicencio, establecer si el modelo de permacuaponía es viable dentro del sistema de agricultura familiar y demostrar que el modelo de permacuaponía es viable y sustentable, aplicado a tres núcleos familiares del barrio la Madrid en el municipio de Villavicencio.

Al mismo tiempo, el enfoque de la investigación es de corte cualitativa, dado que se realiza un análisis de las ventajas y desventajas; entre la producción agrícola tradicional versus la propuesta a través de la Permacuaponia.

Entre los resultados obtenidos, fue posible la siembra de: cilantro, arazá, pimentón, limón, naranjas, mandarinas y tomates. Además, cultivo piscícola de tilapia roja y avícola con gallinas.

Palabras clave: Permacuaponia, acuaponía, permacultura, producción agrosostenible, producción familiar y agricultura urbana,

Línea de investigación

Sistema agroalimentario y agricultura familiar: A través del sistema de producción Agrosostenible Permacuaponia; algunos miembros de la comunidad del barrio “La Madrid” de la ciudad de Villavicencio, son capaces de obtener su propio alimento y adicional a esto; generar recursos económicos para su sostenibilidad a largo plazo.

1. Descripción del problema

1.1 Planteamiento del Problema

Según la definición de la FAO, se entiende por seguridad alimentaria “cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico, social y económico a los alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfagan sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar una vida sana y activa”. En concepto de la FAO, la seguridad alimentaria es lo más fundamental de las necesidades y de los derechos humanos. Como lo afirmó el director general de la FAO, José Graziano da Silva, “es posible que la seguridad alimentaria no sea siempre nuestra primera preocupación, pero debería serlo”.

La seguridad alimentaria consta de tres elementos esenciales: el primero es la disponibilidad de los alimentos, el segundo el acceso a los mismos y tercero la estabilidad o sustentabilidad, entendida esta como la garantía del primero y el segundo a lo largo del tiempo, que no sea intermitente. Como lo veremos, la seguridad alimentaria, más que un problema de disponibilidad de alimentos es un problema de acceso a los mismos y este está determinado por el nivel de ingresos, el cual a su vez está correlacionado con el empleo. De allí que los más castigados por el hambre y la desnutrición sean los pobres, y por ello no se puede erradicar eficazmente el hambre sin combatir la pobreza. Ello explica por qué el hambre y la desnutrición se concentran en los países en desarrollo; es así como Asia participa con el 65%, África con el 28% y ALC con el 4,6%, entre tanto las regiones más desarrolladas solo participan con el 2% de la población subalimentada.

En Colombia se han venido desarrollando practicas urbanas para asegurar la alimentación en los hogares, estas prácticas son sistemas de producción familiar donde en pequeños espacios las familias cosechan sus propios alimentos, gracias a los procesos que adelantan en las escuelas, colegios y universidades donde se les fomenta y se les enseña a niños y jóvenes como cultivar sus propios alimentos de una forma más saludables y así reducir la dependencia del mercado externo.

La región de la Orinoquia no es ajena a las problemáticas relacionadas con la seguridad alimentaria.

Con respecto al barrio “La Madrid”, perteneciente a la comunidad 8 de la ciudad de Villavicencio, en los últimos años ha venido presentando una problemática ambiental con el tema

de la tala y quema indiscriminada cercana al Caño la Zuria; del tamaño de un lote de aproximadamente una hectárea y media. Esta afectación, produce afectación a la fauna y flora del sector, en parte por la ausencia de vegetación, y adicional un problema con el crecimiento de las plantas que ayudan a estabilizar y contener las orillas de los ríos, y de este modo se aumenta el riesgo de inundaciones (Informando, 2018).

Por otra parte, el barrio “La Madrid” tiene otra problemática referente a su tejido social, dado que tiene la población del municipio de Restrepo, Meta. No obstante, su infraestructura y urbanismo es la de un barrio. (Periodico del Meta, 2020). Por otro lado, la mayoría de sus habitantes son personas de bajos recursos y en condición de desplazados (Unidad para la Atención y la Reparación Integral a las Víctimas, 2016); por eso la mayoría de sus viviendas son tipo VIS (Viviendas de Interés Social), a través de subsidios del gobierno nacional, gobernación y alcaldía.

En vista de la situación de quienes conforman el barrio la Madrid y su situación sociodemográfica, conviene crear alternativas de generación de recursos económicos y empleo, para que no obtén por hacer actividades económicas, que puedan tener una afectación al medio ambiente, como el caso presentado en la cercanía al caño la Zuria.

Del mismo modo, la Permacuaponia, supone la introducción una técnica agrícola sostenible y legal, la cual con el tiempo pueden llegar a industrializar su proceso y pasar a la agroindustria y de esta manera, crear subproductos derivados a partir de las materias primas.

Por otra parte, la ciudad de Villavicencio y su área rural tiene un gran potencial para la agricultura urbana sostenible, como mecanismo para combatir la informalidad; que se situaba para el primer trimestre de 2021; en 55,6% poniendo de manifestó la calidad del empleo en la ciudad de Villavicencio, (Infobae, 2021). Entre tanto; en el segundo trimestre del año la tasa de desempleo se ubicó en 16,6% (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2021).

Ante las cifras anteriores, con respecto a la precariedad del empleo en la ciudad y a la población vulnerable que conforma el barrio la Madrid, alternativas productivas sostenibles como la presenta en este proyecto, se convierten en opciones de generación de empleo directo e indirecto; con la producción de hortalizas, peces, animales de granja y frutas, que posteriormente pueden ser comercializadas en puntos de comercialización como la Galería del siete de agosto o a través de plataformas digitales; como tiendas online.

En relación de lo expuesto en el planteamiento del problema, surgen una serie observaciones; entre estas: la población que conforma el barrio la Madrid, son personas

vulnerables de bajos recursos y desplazada, la informalidad y desempleo de la ciudad de Villavicencio y actividades económicas que suponen una afectación al ecosistema.

1.2 Pregunta-Problema de Investigación

¿De qué manera un sistema de Permacuaponía puede reducir los porcentajes de desnutrición en núcleos familiares del barrio la Madrid en el municipio de Villavicencio?

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Determinar la viabilidad de un sistema de permacuaponía siguiendo estándares en su implementación que busquen contribuir a la reducción de la pobreza y desnutrición en el barrio la Madrid – Villavicencio.

2.2 Objetivos específicos

- Diseñar un modelo permacuaponía que se ajuste a las condiciones familiares del barrio la Madrid del municipio de Villavicencio.

- Establecer si el modelo de permacuaponía es viable dentro del sistema de agricultura familiar.

- Demostrar que el modelo de permacuaponía es viable y sustentable, aplicado a tres núcleos familiares del barrio la Madrid en el municipio de Villavicencio.

3. Justificación

El departamento del Meta es bien conocido por su vocación agrícola y ganadera; por ello muchas veces se le denomina “la despensa agrícola de Colombia” dado a su producción de cítricos, yuca, arroz, sandía, maracuyá, plátano entre otros. Sin embargo, la agricultura irresponsable; como también aquellas actividades económicas informales o ilegales significan un gran problema para la preservación de ecosistemas, fuentes hídricas, animales y plantas. Puesto que muchos bosques son talados y no son reforestados.

Después de la breve descripción anterior, el proyecto “Diseño, desarrollo y evaluación de un sistema de Permacuaponia para el cultivo de tilapia roja (*Oreochromis Mossambicus*) y hortalizas nanas, en modelos de producción familiar” tiene una orientación agrícola, con la novedad de una técnica agrícola; denominada: Permacuaponia, la cual mezcla la acuaponía y permacultura, para una producción más limpia y sostenible.

Además, la comunidad a beneficiada correspondió a tres familias del barrio la Madrid, con el cultivo y posterior comercialización de los productos resultantes del proceso productivo. Igualmente, para dicho proyecto aplican los principios de la economía circular, para lo cual todos los residuos derivados de la tilapia ropa y las gallinas, sirven para abonar la tierra de las hortalizas nanas y así repetir el ciclo.

Adicional, la agricultura familiar, aquella en que los miembros de una familia trabajan y viven de lo que produce la tierra, tiene una gran importancia; debido a que el 80% de los alimentos consumidos en Latinoamérica son proporcionados por familias de pequeños y medianos campesinos.

Para el caso colombiano, esta cifra es muy similar a la media de Latinoamérica, lo anterior según cifras de la FAO (Organización de las Naciones Unida para la Alimentación y Agricultura). En cuanto a la generación de empleos derivados de la agricultura familia, esta emplea a cerca de 60 millones de personas. En Colombia, los pequeños y medianos campesinos representan el 57% de las UPA (unidades productivas del país) y emplean a cerca del 74,1% de los campesinos de las áreas rurales, según cifras del DANE en 2015 (Espitia Bernal, 2020)

En función de lo planteado, la investigación aprovecha la técnica de Permacuoponia a través la práctica de la agricultura familiar, esto para que todos los miembros de una familia participante en el proyecto mejoren su calidad de vida.

4. Marco referencial

4.1 Marco Teórico

➤ Permacultura

La permacultura compone un sistema preconcebido para ser sostenible e integrar convenientemente; el uso de la vivienda y el paisaje alrededor, ahorrando materiales y produciendo menos residuos sólidos o líquidos. Así mismo, se prioriza la conservación de los recursos naturales. Igualmente, surge como una alternativa sostenible con la ideación de un nuevo modelo de agricultura para el mundo. (Rodríguez , Hernández , Hernández y Pérez, 2016)

Cabe resaltar, este sistema de producción da especial atención a la restauración de los bosques; utilizados para procesos agroindustriales. De esta manera, restaura la tierra usada para labores agrícolas. También, la permacultura responde a la limitante actual, en cuanto a los recursos naturales y minero energéticos. De hecho, este sistema de producción y su replicación en los sistemas agrícolas del mundo pueden suponer un gran cambio y convertirse en un sistema socioeconómico para los pequeños y medianos campesinos del mundo, con un sistema sostenible amigable hacia el medioambiente y rentable para los usuarios de este. (Rodríguez et al., 2016)

El siguiente punto trata de, explicar algunos supuestos fundamentales atribuidos a la Permacultura y de los que se van a explicar de la siguiente manera: (Holmgren, 2007)

La explotación de recursos minero-energéticos durante la era industrial han sido la principal o una de las causantes del crecimiento demográfico y tecnológico que han dado forma a la sociedad actual. (Holmgren, 2007)

El calentamiento global y su impacto sobre la humanidad es un hecho real y vivencial. Por tal motivo, los gobiernos a nivel mundial tienen que tomar conciencia del impacto de sus países sobre el ambiente. Entonces cualquier desarrollo de la sociedad, deberá orientarse por el impacto y la afectación que pueda tener sobre el medio ambiente. (Holmgren, 2007)

Lo que está viviendo el mundo actualmente y lo peor que está por venir a causa de la actividad de la industria en el mundo y un aumento poblacional; tienen un fuerte impacto sobre los ecosistemas y todos los seres vivos habitantes de estos. Esta afectación, supone la más grave para el medio ambiente, en toda la historia humana. (Holmgren, 2007).

A pesar de la gran cantidad de usos de los combustibles fósiles actualmente. Hoy en día es posible evidenciar la aparición de otras fuentes de energía alternativa; tales como: solar, eólica, hidráulica, geotérmica, mareomotriz, undimotriz, biomasa y biogás entre otros. (Holmgren, 2007)

Por otra parte, el autor David Holmgren y la “Flor de la Permacultura” explica de una forma práctica los campos de acción de la Permacultura a través de la figura de una flor, donde cada pétalo representa el manejo y gestión de la tierra y los ecosistemas. (Holmgren, 2007)

A continuación, el esquema de la flor de la Permacultura, creada por David Holmgren:

Figura 1.

Flor de la Permacultura



Nota. Adaptado de. Holmgren (2007)

Los autores Bueno Bosch, (2004) y Sarandón y Flores, (2014) (Citados por Giraldo , Cabascango y Pinargote, 2017) tiene estas **ventajas socioeconómicas**:

- Un favorecimiento de la tierra proporcionando alimentos con mayor contenido nutricional. Dado que, no son requeridos insumos y productos químicos, durante el proceso de cosecha y posterior mantenimiento del cultivo. Además, solamente se usa lo necesario para subsistir y cubrir la necesidad de alimentación, sin recurrir a desgastar la tierra con monocultivos o una sobreexplotación. (Giraldo et al., 2017)
- Interacción del medio ambiente y suelo por medio del enriquecimiento de los ciclos naturales; en otras palabras, unos alimentos más orgánicos y saludables para el consumidor final. (Giraldo et al., 2017)
- Gestión de los recursos naturales, con prácticas enfocadas a una interacción correlación; entre pequeños y medianos agricultores y los ecosistemas; bajo un método sustentable. (Giraldo et al., 2017)
- El Manejo de la Permacultura brinda altas posibilidades a largo plazo, a comparación de los los modelos de desarrollo agrícolas industriales tradicionales. (Giraldo et al., 2017)
- Establece la Permacultura un enfoque integrador de la autosuficiencia de la tierra a intervenir. (Giraldo et al., 2017)
- La sustentabilidad de las prácticas agrícolas, la implementación de las energías renovables y la preservación de los ecosistemas naturales; constituyen uno de los objetivos de la Permacultura. (Giraldo et al., 2017)
- Disposición de un volumen considerable de biomasa inclusive; especies vegetales no aportantes de valor al consumo humano, pero pueden emplearse en animales, los cuales aportan estiércol; utilizado para proveer de energía a la tierra la "autofertilidad de la tierra", ya que lo que "parece un recurso desperdiciado es de hecho, un intercambio". (Giraldo et al., 2017)

➤ La Permacultura emplea hojas a modo de cama donde está la hortaliza; esto es empleado por los microorganismos que habitan en la tierra y son transformados en humus que sirve de alimento a las hortalizas. Este proceso estimula los ecosistemas y crean una biodiversidad lo que se traduce en una oportunidad para la producción de una diversidad de variedades de plantas. Algunas de ellas para consumo humano y otras; animal. (Giraldo et al., 2017)

➤ A partir de la noción acerca de que toda hierba es buena para reacondicionar la tierra y por ende su utilidad en la alimentación de esta. (Giraldo et al., 2017).

➤ Planificación sostenible de las acciones a alcanzar la fertilidad de la tierra. (Giraldo et al., 2017)

➤ Fomentado de la variedad, no solamente los huertos; sino también, la diversificación de las actividades y fuentes de generación de ingresos para los pequeños y medianos agricultores. (Giraldo et al., 2017).

Anteriormente, se aborda la permacultura y sus principios, beneficios y finalidad. Ahora bien, en este apartado; va a presentar las diferencias más notables en **los objetivos de la agricultura convencional versus la Permacultura**. (Acosta y García, 2015).

Tabla 1.

Comparativo Permacultura versus Agricultura tradicional.

PERMACULTURA	AGRICULTURA TRADICIONAL
Organización	
Disposición ecológica y manejo eficaz de la mano de obra en el campo	Ordenación económica, automatización, disminución de la mano de obra
Importante autosuficiencia posible en abono y alimento para el ganado	La autosuficiencia no es un objetivo. Se importan abonos químicos y alimentos para los animales.
Considerable resiliencia debido a la biodiversidad	Planes de cultivos inspirados por la demanda del mercado
Influencia en los procesos vitales	
La producción está compuesta, se construyen paisajes sanos, en equilibrio, atendiendo a los ritmos naturales	Separación de las actividades en el medio natural, manipulación química y técnica
Estimulación y autorregulación de los procesos vitales, como el uso de abono verde, y compostaje	Se utilizan herbicidas, hormonas, antibióticos, etc.
Disposiciones equilibradas para las plantas y animales, con pocas deficiencias que corregir	Excesivo abono y alimentación, corrección de deficiencias.
Implicaciones sociales y ambientales	

Tabla 1. Continuación

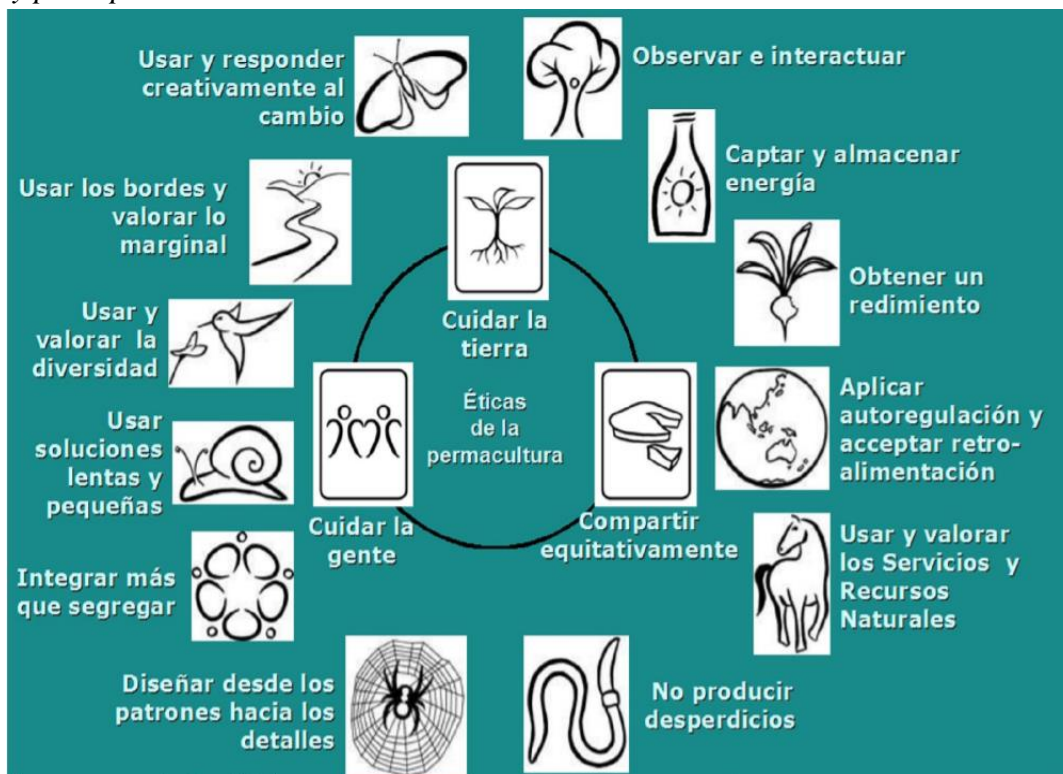
Cierre de los ciclos de materiales y energía	Mala relación entradas/salidas, respecto a los materiales y energía, procedente en su mayoría del exterior.
Máxima conservación de la fertilidad de la tierra, de la calidad del agua y de la biodiversidad.	Agotamiento de la fertilidad de la tierra, a menudo contaminación de las aguas y pérdida de biodiversidad.
No hay contaminación	Contaminación a nivel mundial considerable
Producción mixta, relaciones más transparentes entre consumidor y productor, buena calidad nutritiva.	Producción especializada, relación anónima entre consumidor y productor.

Nota. Adaptado de. (Koepf, 1993: 2) (Citado por Acosta y García, 2015)

La siguiente ilustración muestra los 12 principios y tres éticas de la permacultura, ajustados por Holmgren (2007).

Figura 2.

Éticas y principios de diseño de la Permacultura



Nota. Adaptado de. Holmgren (2007).

Los principios y éticas anteriores son aplicados durante el proceso de la Permacultura, y cada uno es indispensable para el que le precede como el antecesor. Del mismo modo, ayudan a darle un ordenamiento a este sistema productivo, en cuanto al aspecto sostenible.

Por otra parte, el modelo de la Permacultura, ha sido replicado en varios países del mundo; entre ellos: Sudáfrica, Macedonia, Zimbabue, Kenia, México, Chile, Estados Unidos, Australia, Reino Unido, Alemania, Portugal, España e Italia. Constituyen algunos de los países que han adoptado este modelo de producción sostenible.

Colombia no es la excepción y se vienen avizorando algunos casos en Cundinamarca y Alrededores de Bogotá. (Acosta y García, 2015) y (Rodríguez y Carrillo, 2017). A través de este sistema, se cultivan hortalizas principalmente: zanahoria, remolacha, rábano, cebolla, puerro, ajo, acelgas, lechuga, espinacas, escarola, endibia, espárragos, apio, alcachofa, repollo, coliflor, tomate, pepino, pimiento, maíz entre otros. No obstante, en el departamento del Meta, Colombia; bien podría cultivarse: tomate, calabacín, pepino, aji, alcachofa, apio, sandía, pimenton, ahuyama, melón, lechuga entre otras hortalizas.

Por otra parte, con la permacultura se pueden cultivar en ciudades como Villavicencio, a través de la denominada: agricultura urbana o huertas caseras: para el caso de aquellos que quieren cultivar sus propios alimentos y de pronto vender el excedente. Además, gracias a que la Permacultura no requiere grandes inversiones o espacios para su realización, es factible la elaboración de un cultivo; por ejemplo: tomate, pimentón, pepino, lechuga crespa y cilantro, como en el caso del presente proyecto. Igualmente, las familias o personas bajo la modalidad de Permacultura; sea en la ciudad o municipios del departamento del Meta, tienen la capacidad de cultivar y comercializar sus alimentos, de un modo amigable con el medio ambiente. Así mismo, dichos productos resultantes, tienden a ser orgánicos y, por ende; saludables para el consumidor final.

➤ **Acuaponía**

La Acuaponía es un sistema de producción de alimentos añadido a la acuicultura, en este caso el cultivo de peces y de plantas Somerville et al (2014) (Citado por SENNOVA, 2019). Es primordial ya que instaura diversas extensiones dentro de un mismo sistema, es decir, incluye la relación entre los diferentes mecanismos de un ecosistema natural, a saber, agua, aire, luz, bacterias, microalgas, peces, plantas y seres humanos. Esto establece distintos enfoques sobre el

trabajo del sistema, parecido a los procesos que se realizan en la naturaleza, tales como los ciclos del agua, del nitrógeno, el carbono, entre otros. (Colorado Gómez & Ospina Correa, 2019).

En efecto, la Acuaponía compone una combinación; entre un cultivo de peces y uno hidropónico de plantas. Estos se articulan en un único sistema de recirculación, en el cual se unen, el elemento acuícola y el elemento hidropónico. En este sistema, los desperdicios metabólicos generados por los peces y los sobrantes de alimento son empleados por los vegetales y convertidos a materia orgánica vegetal. De esta manera, se forma un producto de valor a través de un subproducto sobrante, con la ventaja de que, el agua libre ya de nutrientes queda utilizable para ser reutilizada. Gracias a esto, los sistemas acuapónicos trabajan sobre dos puntos de gran interés en producción, rentabilidad y manejo de desechos. (Rakocy,1999). (Citado por Caló, 2011).

En relación con, las publicaciones de Acuaponía; datan de la década de los 70s, Dado que, fue posible demostrar qué, los desechos metabólicos generados por los peces podían ser aprovechados para el cultivo de hortalizas, en forma hidropónica (Lewis, 1978) (Citado por Caló, 2011). No obstante, solamente hasta la década de los 90s; se empiezan a alcanzar datos ajustables a producciones comerciales. Por su parte Rakocy (1999) (Citado por Caló, 2011), se considera uno de los más importantes investigadores en el área, en vista de que desarrolló un sistema de cultivo acuapónico por más de 25 años.

Al mismo tiempo, otros estudios de Acuaponía, emplearon lechos ocupados con diferentes sustratos; entre estos: arena (Lewis, 1978) o grava (Rakocy, 1999) (Citados por Caló, 2011). Si bien estos sistemas se emplean estos sustratos en la actualidad, es evidente su no utilización, al momento de emplear altas cargas de peces, a consecuencia del taponamiento, por ende, no son buena idea para una producción a gran escala.

Sistema social acuapónico

La acuaponía se puede realizar en diferentes diseños; desde acuarios pequeños hasta el Sistema RAS (Recirculation Aquaculture System) en español (Sistema de Recirculación en Acuicultura) de alta tecnología y considerables volúmenes de producción. La accesibilidad de recursos, así como el grado de preparación de las personas, empresas o comunidades que se instruyen para incursionar en la acuaponía establecerán el tipo de sistema a implementar. (Colorado Gómez & Ospina Correa, 2019)

Sistema estándar de acuaponía

Un sistema estándar acuapónico forma una serie de elementos que conducen al movimiento en sincronía. Estos elementos son: dispositivos interrelacionados de tal forma que el agua, rica en nutrientes, pasa del tanque de peces al clarificador; paso siguiente; se separa la mayor parte de las partículas disueltas de distintos tamaños, tanto grandes como pequeñas Lennard (2004) (Citado por SENNOVA, 2019).

Posteriormente, después de circular por el clarificador el flujo sigue al biofiltro; en este, se produce un sustrato de manera exponencial por medio de estructuras cilíndricas con tabiques que generan mayor área de adherencia, con lo cual se aviva el alojamiento de gran cantidad de bacterias que transforman el amonio en nitrito, y otras cambian el nitrito en nitrato Walsh (1998); Rakocy (2007) (Citado por SENNOVA, 2019).

Posterior a los procesos de nitrificación el agua transita a las zonas de desarrollo que pueden tener grava de capa delgada, camas flotantes o tubería. El agua puede ser dirigida directamente de regreso al tanque de peces, o pasar primero por un sifón o sumidero, que recolecta el agua procedente de todos los sistemas de cultivo de plantas, para luego ser encaminada de nuevo al tanque de peces y reiniciar el ciclo. Rakocy (2007). (Citado por SENNOVA, 2019).

Componentes típicos de la Acuaponía

- **Tanque de crianza:** el lugar donde se desarrollan y alimentan los peces.
- **Separación de sólidos:** una unidad para retirar los alimentos no consumidos y la biopelícula separada, y para sedimentos finos.
- **Bio-filtro:** Lugar donde la bacteria de nitrificación puede crecer y transformar amoníaco en nitratos, consumidos por las hortalizas.
- **Subsistemas hidropónicos:** parte del sistema donde las hortalizas crecen absorbiendo el exceso de nutrientes del agua.
- **Sump:** el punto más bajo del sistema donde el agua fluye y es bombeado de regreso al tanque de crianza.

Cabe resaltar, dependiendo en la sofisticación y costo del sistema acuapónico, las unidades de remoción de sólidos, la infiltración, y los subsistemas hidropónicos puede que sean combinados

en una unidad o subsistema, lo que evita que el agua fluya directamente de la sección de acuicultura a la sección del sistema de hidroponía (Peña Osorio & Ruiz Salazar, 2017).

Posteriormente, a la explicación de los componentes básicos de la Acuaponía, existe una serie de siete reglas importantes a considerar para cualquier pequeño o mediano agricultor, interesado en incorporar este sistema productivo de alimentos. Dichos lineamientos son diseñados por la FAO (Food and Agriculture Organization) en español (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2015)

Pon mucha atención en la elección del tanque. Los tanques para peces son un elemento importante en todas las unidades de acuaponía. Cualquier tanque trabajará, pero se sugieren tanques redondos con fondos planos o cónicos porque son más fáciles de limpiar. Tener en cuenta: procura utilizar tanques firmes de plástico o fibra de vidrio inertes, debido a su durabilidad y larga vida útil. (Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2015)

Asegurar una ventilación y transporte adecuado del agua. A través de bombas de agua y de aire para asegurar que el agua posea altos niveles de oxígeno diluido y una adecuada circulación de agua para que los animales, bacterias y plantas se conserven sanos. Tener en cuenta: los costes de la energía son parte del presupuesto del sistema, así que escoge las bombas y la fuente de energía con inteligencia y piensa en energías renovables; por ejemplo: fotovoltaica. (Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2015)

Mantén una buena calidad del agua. El agua es el elemento vital de un sistema de acuaponía. Es el medio a través del cual se transfieren todos los nutrientes esenciales a las plantas y donde habitan los peces. Hay cinco parámetros de calidad del agua significativos que hay que monitorear y controlar: oxígeno disuelto (5 mg/litro), pH (6-7), temperatura (18-30° C), nitrógeno total y alcalinidad del agua. Tener en cuenta: la química del agua puede parecer complicada, pero su dirección real es considerablemente sencilla con la ayuda de equipos conocidos para la obtención de pruebas. (Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2015)

No llenes demasiado los tanques. El sistema acuapónico es más fácil de manejar y está resguardado contra amenazas y colapsos si la densidad de peces se mantiene baja. La densidad recomendada es de 20 kg/1 000 litros, lo que deja aún un área de crecimiento importante para las plantas. Tener en cuenta: densidades de población más altas influyen en la producción de más alimentos en el mismo espacio, pero demandan una gestión mucho más activa. (Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2015)

Protege de la sobrealimentación y quita los restos de alimentos no consumidos. Los residuos y restos de comida son muy nocivos para los animales acuáticos, ya que pueden dañarse en el interior del sistema. Los alimentos descompuestos pueden causar enfermedades y absorber todo el oxígeno disuelto. Tener en cuenta: suministra alimento a los peces todos los días, pero quita cualquier alimento no consumido después de 30 minutos y adecua la dosis del día siguiente en consecuencia. (Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2015)

Escoge y aparta las plantas cuidadosamente. Cambia plantas con tiempos de crecimiento cortos (verduras para ensalada) con otras con un período más largo (berenjena). La replantación continua de hortalizas tiernas como la lechuga entre plantas con fruto de mayor tamaño facilita la sombra de forma natural. Tener en cuenta: en general, las hortalizas de hoja verde actúan muy bien en acuaponía, en conjunto con algunas hortalizas de fruto más populares; por ejemplo: tomates, pepinos y pimientos. (Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2015)

Conserva el equilibrio entre plantas y animales. El uso de un sistema de cultivo por lotes ayuda a mantener una cosecha continua de animales acuáticos y hortalizas y conservar un nivel de producción y un equilibrio estable entre peces y plantas. Tener en cuenta: es importante disponer de una fuente segura de plantas y peces jóvenes, así que cerciorarse de contar con el suministro en la etapa de planificación. (Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2015).

Al igual que la Permacultura; la Acuaponía, también tiene una serie de ventajas, que aplican para pequeños o grandes proyectos agrícolas, y se adaptan y configuran según el presupuesto, especificaciones y especies animales y vegetales a cultivar, según el terreno.

Ventajas de la Acuaponía

- Puede ser realizada a pequeña o gran escala.
- Fácil nutrición de los peces.
- Materiales sencillos.
- Es ahorrativo ya que se pueden reciclar materiales para su construcción, como reutilizar contenedores, etc.
- Se puede efectuar en áreas pequeñas ya que se acomodan a cualquier espacio.
- Es ideal para áreas con baja aptitud agrícola.
- Menor impacto ambiental
- No elimina agua contaminada a los cauces de agua naturales.
- Se trata de emplear organismos nativos del lugar.
- Al poder efectuarse en las ciudades se economizan los costos por transporte y se disminuyen las emisiones de carbono.
- No se afecta el suelo, ni el agua.
- Al ser un sistema de recirculación se reduce la cantidad de agua consumida.
- Bajo consumo de energía, porque se usa la gravedad para transportar el agua y sólo una bomba para proporcionar la recirculación.
- Se consiguen plantas orgánicas, porque no se hacen uso de fertilizantes o pesticidas químicos.
- No se preparan soluciones nutritivas como en la hidroponía.
- Se obtienen dos fuentes de ingreso, a partir del cultivo de plantas y peces, aumentando la economía local si se venden estos productos.
- El rendimiento del cultivo de plantas en acuaponía puede ser igual o superior al sistema hidropónico, mientras que la producción de peces es mayor y más saludables que en una producción acuícola.
- Toda la familia puede hacer parte, en su construcción y mantenimiento.

➤ Costo inicial: no se puede cuantificar, depende de las herramientas necesarios, no disponibles y requieran comprarse, para iniciar la producción, pero con la ventaja de que se realiza sólo una vez y la inversión se vuelve a recuperar. (Cutíño, B, Imeroni, J y Sanzano, P, 2018)

En el departamento del Meta la Tilapia, Cachama, Bagre entre otros. Para el caso del presente proyecto: Tilapia.

➤ **Agricultura Urbana**

Con las nuevas características del mundo globalizado es indispensable contar con nuevas tecnologías para poder llevar un sustento de alimentación a la mesa familiar, poder contribuir con el desarrollo social y cultural, por lo tanto, para la satisfacción de estos requerimientos una buena alternativa es la **Agricultura Urbana**. Se entiende por agricultura urbana el cultivo de plantas alimenticias, aromáticas, medicinales y ornamentales dentro de las áreas urbanas y/o de expansión urbana de los municipios y distritos. Fue desarrollado mediante técnicas como la producción limpia, las buenas prácticas agrícolas (BPA), la producción orgánica o la producción ecológica, que complementa a la agricultura rural en la provisión de alimentos y productos sanos e inocuos para la población urbana.

La agricultura urbana tiene el fin de contribuir a la sostenibilidad ambiental y social en las ciudades. Utiliza tecnologías que mejoran las condiciones ambientales y no afectan la salud de las personas, ni de los animales domésticos. Incluye la adecuación y mejoramiento del suelo en terrenos urbanos; la utilización de diferentes tipos de contenedores y sustratos para la siembra; la provisión de sistemas de captación, manejo y riego de agua que no generen mayores presiones sobre la disponibilidad de agua potable, entre ellos la captación y uso de aguas lluvias; el rescate e intercambio de semillas y saberes tradicionales y ancestrales; la construcción de reservorios de semillas, dándole prelación a las especies nativas; la investigación, innovación y transferencia tecnológica; la asistencia técnica y capacitación comunitaria; la promoción de estilos de vida saludables; y la transformación, intercambio y comercialización de los productos y subproductos de la agricultura urbana. (Acosta Medina, 2016)

La agricultura urbana también comprende la organización de huertos comunitarios, escolares e institucionales, públicos y privados, los jardines urbanos comunitarios, los jardines productivos, los agros parques, los parques huerta, los techos, paredes o terrazas verdes.

Ya teniendo claro el concepto de agricultura urbana y su aporte al desarrollo y estabilidad familiar es indispensable resaltar que el acceso a los alimentos es un derecho fundamental ya que de este depende el desarrollo y aprendizaje del ser humano, por lo tanto, es necesario que se garantice a la población sistemas de seguridad alimentaria apropiados.

Para efectos de la presente investigación se adopta el concepto de seguridad alimentaria y nutricional contenido en el documento Conpes No. 113 de 2008: “la disponibilidad suficiente y estable de alimentos, el acceso y el consumo oportuno y permanente de los mismos en cantidad y calidad por parte de todas las personas, bajo condiciones que permitan su adecuada utilización biológica, para llevar una vida saludable y activa”. (Proyecto de Ley 103, 2012)

Cuando se cuenta con los recursos suficientes para poder mejorar el bienestar personal contribuimos a tener una mejor calidad de vida y cuando la calidad de vida es mejor también la salud lo será. (García, y otros, 2012)

La calidad de vida está relacionada con la percepción subjetiva de bienestar general, individual y social, donde el individuo desarrolla a plenitud todas sus potencialidades y capacidades; y con las condiciones objetivas económicas, sociales, ambientales, culturales y políticas que le permiten lograr ese bienestar general y la satisfacción de todas sus necesidades incluida la salud. (Ley 103, 2012)

En el entendido que la salud es más que la ausencia de enfermedad, adoptando el concepto de la Secretaría Distrital de Salud de Bogotá D.C.

La salud significa que las personas se encuentren bien donde viven, accedan a los servicios que necesitan, se desempeñan en las actividades que prefieran y, en consecuencia, alcancen el desarrollo pleno de su autonomía y dignidad, es decir, satisfechos con la realización cotidiana de su proyecto vital y con expresiones diferenciales acordes a las condiciones de género, etnia, clase social, territorio, capacidades y habilidades (Vlex, 2012.p.1)

Sin duda alguna la salud es muy importante y en los procesos asociados al sistema de sanidad surgen interrogantes relacionados con la manera en que se puede contribuir a que se reduzcan deterioros en la salud y se puedan consumir alimentos saludables, libres de químicos y pesticidas. Orientado al alcance de estos objetivos existe un sistema que trabaja en la satisfacción de las necesidades mencionadas, la Permacuaponia.

Por otra parte, el termino Permacuaponia deriva de la combinación entre acuicultura (cría de animales acuáticos como peces, caracoles o camarones en tanques) e hidroponía (cultivo de plantas en agua - sustratos inertes -), la acuaponía es una forma “limpia y ecológica” de cultivar

plantas de manera eficiente en sistemas de recirculación (Holmgren, 2007). Y la Permacultura es un término genérico para la aplicación de éticas y principios de diseños universales en planeación, desarrollo, mantenimiento, organización y la preservación de hábitat apto de sostenerse en el futuro. (Holmgren, 2007).

Los ejes centrales de la permacultura son la producción de alimentos, abasto de energía, el diseño del paisaje y la organización de (infra) estructuras sociales, también integra energías renovables y la implementación de ciclos de materiales en el sentido de un uso sustentable de los recursos a nivel ecológico, económico y social.

Las características de conformación urbana que han configurado a la ciudad de Villavicencio conllevan a buscar medios que soporten la asistencia alimentaria a la población. Los sistemas de acuaponía y permacultura descritos permiten el desarrollo de actividades agropecuarias en espacios reducidos, incluso en áreas urbanas como las que se presentan en la ciudad.

Los materiales requeridos para estas instalaciones son de fácil acceso, muy económicos y están al alcance de la población que más lo requiera. Es por esta razón que estos procesos hacen de la agricultura urbana la mejor opción para reducir los porcentajes de inseguridad alimentaria favoreciendo principalmente a las poblaciones más vulnerables que no cuentan con los recursos financieros ni el acceso continuo a los alimentos necesarios en su desarrollo nutricional diario.

4.2 Marco Conceptual

La acuicultura se introduce en Colombia en la década del 40 desde un deficiente desarrollo en infraestructura y tecnología que se han visto necesarias para el impulso de la actividad dos décadas más adelante. En la década del 60 se dan incentivos a la industria por parte de organismos internacionales y estatales. En esta coyuntura se busca regular la actividad a través de la creación del Instituto Nacional de los Recursos Naturales y Renovables del Ambiente (Inderena). En los 80 la actividad acuícola se fortalece dándole oportunidades a los mercados internacionales para langostinos y camarones (Parrado, 2012); posteriormente el Inderena se transforma en Ministerio de Medio Ambiente, y con la formulación de la Ley 13 de 1990 se constituye el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura – INPA (Congreso de la República de Colombia, 1990)

El departamento nacional de planeación al concluir la época de los noventa hace una realidad el objetivo de generación de divisas que a la par con la seguridad alimentaria, se planteaba

como el horizonte para la acuicultura en los diferentes planes de desarrollo. En la época de los noventa ya había más de 50 granjas comerciales que producían cachamas y tilapias localizadas en los departamentos del Huila, Tolima, Caldas, Meta, Atlántico y Valle. Se consolidaron paquetes tecnológicos, costos y comercialización internacional e.g. de la tilapia. (Parrado, 2012).

Según los planteamientos de Daza, P. V., & Avila, M. C. C. (2001) existen diferentes tipos de cultivo acuícola: el primero es el cultivo extensivo donde la intervención del hombre es mínima, esta práctica se reduce solo a la siembra y cosecha, no hay aplicación de ningún tipo de tecnología sofisticada. En segundo lugar, encontramos el sistema semiextensivo, se caracteriza por una reducción de las condiciones naturales de alimentación y un incremento en la densidad de siembra desde su control artificial. En tercer lugar, encontramos el sistema intensivo definido como un sistema de producción controlado por el hombre, donde se aplican nuevas tecnologías como los tanques amoranos, piscinas de geomembrana, de jaulas flotantes, reutilización de agua y biofiltros, entre otros.

Habiendo echo un recorrido histórico acerca de la acuicultura en Colombia, podemos decir que la **Acuicultura**: es la cría de organismos acuáticos, comprendidos peces, moluscos, crustáceos y plantas. La cría supone la intervención humana para incrementar la producción; por ejemplo: concentrar poblaciones de peces, alimentarlos o protegerlos de los depredadores. La cría supone asimismo tener la propiedad de las poblaciones de peces que se estén cultivando. La acuicultura varía mucho según el lugar donde se lleve a cabo, desde la piscicultura de agua dulce en los arrozales de Vietnam hasta la cría de camarón en estanques de agua salada en las costas de Ecuador, y la producción de salmón en jaulas en las costas de Noruega o de Escocia. Sin embargo, la mayor parte de la acuicultura se lleva a cabo en los países en vía de desarrollo, para la producción de especies de peces de agua dulce de poco consumo en la cadena alimentaria, como la tilapia o la carpa. (fao.org//2003)

Siendo la acuicultura la cría de especies acuáticas, **la Piscicultura** es la cría de peces, con el fin de producir carne, aceites y peces ornamentales.

El pescado es un alimento que se dispone como alta fuente de proteína. En el pasado, la principal manera de conseguir pescado era la pesca de captura, pero esta ha reducido a nivel mundial, haciendo necesario el desarrollo de la acuicultura. En Colombia, las principales especies cultivadas son tilapia, trucha, cachama y camarón, cuyo consumo y producción ha crecido notablemente en los últimos años.

La producción piscícola presenta las etapas de producción de alevinos, levante y engorde. Dentro de la etapa de producción de alevinos se encuentran la reproducción, incubación, larvicultura y pre-cría. Los pequeños y medianos piscicultores generalmente tienen que comprar los alevinos mientras que los grandes productores los cultivan en sus propias instalaciones.

Las etapas de levante y engorde son secuenciales y se realizan en estanques o en jaulas flotantes. Consisten en llevar el alevino hasta un peso determinado para su salida al mercado.

Posteriormente, el animal se comercializa entero o pasa por un proceso en el que se convierte en filete, mariposa, u otras presentaciones de acuerdo con el producto. También se obtienen subproductos como los aceites, hamburguesas de pescado, *nuggets*, etc.

Algunas especies son de clima frío como las truchas y otras de clima cálido como la mojarra y camarón. Esto hace que la producción piscícola en el país se encuentre distribuida en varios departamentos como Meta, Huila, Tolima, Valle, Cauca, Costa y algunos en el Eje Cafetero.

La piscicultura es una opción productiva bastante interesante ya sea para los mercados locales como para la **Seguridad alimentaria** de las familias. La FAO define la **Seguridad Alimentaria** como el acceso material y económico de todos los miembros de la población en todo momento a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y llevar una vida activa y sana (Admindefinca, 2014) ya que se puede realizar también de manera artesanal. El pescado es una excelente fuente de alimento y su consumo ha ido posicionándose entre los colombianos.

Otra alternativa que va ligada de la seguridad alimentaria es la Hidroponía; “La palabra Hidroponía se deriva del griego Hydro (agua) y Ponos (labor o trabajo) lo cual significa literalmente trabajo en agua.” (hydroenv.com, 2021.p.1) Aplicada a la agricultura la noción adquiere el significado de cultivos agrícolas en medios acuosos o cultivos sin suelo; a partir de una diversidad de técnicas se pueden obtener cosechas de manera controlada dentro del agua. Para ello se emplean estructuras simples y/o complejas que favorecen las condiciones de fertilidad del medio, en espacios reducidos o amplios sin importar las dimensiones o estado físico de las mismas.

Una de las últimas alternativas para mitigar la pobreza y desnutrición en las áreas urbanas y de muy fácil acceso es la **Acuaponía**; definido como un sistema de producción cerrado, que integra la técnica de la acuicultura con la hidroponía, es decir, es una mezcla de la producción de peces y la producción de hortalizas sin suelo a través del agua.

Las hortalizas y los peces establecen una sinergia, ya que los residuos metabólicos de los peces son usados como nutrientes por las hortalizas para su crecimiento, mientras que las plantas

depuran el agua y eliminan los compuestos tóxicos para los peces (principalmente amonio y nitritos), disminuyendo la frecuencia de renovación del agua. No obstante, este sistema; además intervienen microorganismos que repercuten en los procesos de mineralización y nitrificación; especialmente bacterias nitrificantes. Este sistema de producción intensiva sustentable demanda de condiciones ideales para que exista interacción entre peces, microorganismos y hortalizas (Intagri, 2017).

A nivel de experiencias de Permacultura en la ciudad de Villavicencio, la Pacha es una pequeña finca de dos hectáreas en la vía a Caños Negros, biológicamente sostenible.

De igual manera, la pacha para 2016, era escasamente la única finca, en implementar la Permacultura en Villavicencio; por medio de una especie de granja experimental; reciclando y cumpliendo un ciclo cerrado.

Así mismo, en La Pacha, al mismo tiempo de realizar talleres sobre Permacultura con los visitantes, disponen de una diversidad de cultivos orgánicos. Igualmente, cuentan con huertas de varias capas de materia orgánica y seca, tierra abonada y troncos de madera. Estos últimos acomodan una de las primeras capas, su desintegración es una fuente permanente de nutrientes, aparte de funcionar como una esponja que retiene agua. Posteriormente, las capas son materia verde, tierra mezclada con bocashi, aserrín o viruta para dar ventilación y minerales. (Moreno, 2016).

Otro lugar en la ciudad de Villavicencio, ubicada en el kilómetro 8 vía Catama, sector caños negros; denominado El Clavelito Reserva Educativa Permacultura. Los encargados de este proyecto enfocan su conocimiento sobre Permacultura, hacía un aspecto más que todo educativo, a todo aquel que los visita, quiera ser voluntario o tomar un curso.

Por tal motivo, sus esfuerzos, están orientados a la labor educativa a enseñar las herramientas y la forma de producir a través de la Permacultura. (El Clavelito, 2021).

A nivel de Acuaponía, AFO Acuaponía es una empresa de ingeniería y tecnología, dedicada a labores de asesoría, educación, formulación de proyectos, consultoría ambiental, producción de alimentos orgánicos, soporte comercial, tienda virtual y aplicativos tecnológicos, por medio del uso Blockchain y IOT (internet de las cosas). (AFO Acuaponia, 2021).

Por otra parte, esta organización está localizada en la vereda Apiay km 7 Vía Puerto López Villavicencio.

4.3 Marco Normativo

Tabla 2.

Normatividad

FECHA	NORMA	OBJETO
2017	Resolución Número 03002	Artículo 1. Objeto. Establecer los requisitos para la certificación en buenas prácticas agrícolas en producción primaria de vegetales y otras especies para consumo humano (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], 2017)
2016	Resolución 064	Artículo 1°. Objeto. Establecer los requisitos para obtener el Registro Pecuario de los establecimientos de acuicultura ante el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], 2016)
2015	Decreto Número 1780	Artículo 1. Adiciónense al Título 4 de la parte 16 del Libro 2 del Decreto 1071 de 2015, Decreto Único Reglamentario del sector Administrativo Agropecuario, pesquero y de Desarrollo Rural. (Presidencia de la República de Colombia, 2015)
2015	Decreto Número 1071	Artículo 1.1.1.1. Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural tiene a su cargo la orientación, control y evaluación del ejercicio de las funciones de sus entidades adscritas y vinculadas, sin perjuicio de las potestades de decisión que les correspondan, así como de su participación en la formulación de la política, en la elaboración de los programas sectoriales y en la ejecución de los mismos. (Presidencia de la República de Colombia, 2015)
2014	Ley 025	ARTÍCULO 1°. El objeto de la presente ley es establecer los mecanismos para regular la utilización de los cuerpos de aguas lacustres permanentes, continentales y costeros, de formación natural o artificial, del país, con el fin de asegurar su aprovechamiento pesquero y acuícola de manera integral, racional, sostenible, equitativa y en armonía con los demás usuarios de los mismos. (Congreso de la República de Colombia, 2014)

Tabla 2. Continuación

2012	Resolución 601	ARTÍCULO 1º: OBJETO. - Establecer los requisitos y procedimientos para el otorgamiento de permisos, prórrogas, modificaciones, aclaraciones, autorizaciones, cancelaciones, patentes de pesca y archivo de expedientes para el ejercicio de la actividad pesquera y de la acuicultura a las personas naturales y jurídicas y se adoptan otras disposiciones para el cumplimiento de los objetivos y funciones misionales de la AUNAP. (Autoridad Nacional De Acuicultura Y Pesca [AUNAP], 2012)
1998	Ley 454	ARTICULO 1o. OBJETO. El objeto de la presente ley es el determinar el marco conceptual que regula la economía solidaria, transformar el Departamento Administrativo Nacional de Cooperativas en el Departamento Administrativo Nacional de la Economía solidaria, crear la superintendencia de la economía solidaria, crear el fondo de garantías para las cooperativas financieras y de ahorro y crédito, dictar normas sobre la actividad financiera de las entidades de naturaleza cooperativa y expedir otras disposiciones en correspondencia con lo previsto en los artículos 58, 333 y concordantes de la Constitución Política de Colombia. (Congreso de la República de Colombia, 1998)
1993	Ley 101	Esta ley desarrolla los artículos 64, 65 y 66 de la Constitución Nacional. En tal virtud se fundamenta en los siguientes propósitos que deben ser considerados en la interpretación de sus disposiciones, con miras a proteger el desarrollo de las actividades agropecuarias y pesqueras, y promover el mejoramiento del ingreso y calidad de vida de los productores rurales (Congreso de la República de Colombia, 1993)
1990	Ley 13	Artículo 1º La presente Ley tiene por objeto regular el manejo integral y la explotación racional de los recursos pesqueros con el fin de asegurar su aprovechamiento sostenido. (Congreso de la República de Colombia, 1990)

Nota. Adaptado de. Elaboración propia (2021).

5. Metodología

5.1 Tipo de investigación

La presente investigación muestra un enfoque cualitativo ya que se realizó un análisis de los procesos evidenciando las ventajas y desventajas que tienen los sistemas de producción agropecuarios tradicionales y urbanos.

Además, este tipo de investigación sirve para nuevos descubrimientos y el desarrollo de nuevas teorías. Igualmente, la investigación es ideal para el trabajo de campo, en entornos naturales; como el realizado en la comunidad del barrio La Madrid de la ciudad de Villavicencio (Ñaupas, Mejía, Novoa y Villagómez, 2014).

5.2 Población

La población objeto de estudio y participante del proyecto de Permacuaponia; corresponde a tres familias y 12 personas; conformadas por dos hombres y dos mujeres mayores de edad, y siete niños.

5.2.1 *Instrumentos para la recolección de información*

En lo referente a la obtención de la información a recolectar, se hacen uso de fuentes primarias y secundarias. Las cuales se explican a continuación:

➤ **Fuentes primarias:**

Observación; ya que, comprende: explorar y describir comunidades; como en el caso de las tres familias del Barrio la Madrid, comprender los procesos del cultivo de la Permacuaponia, vinculaciones entre los participantes del proyecto y su involucramiento en cada etapa y el tiempo hasta la producción de las hortalizas y Tilapias y que patrones desarrollan durante el desarrollo del proyecto.

los patrones que se desarrollan. Además, el tipo de problemas sociales al que están expuestos.

Observación indirecta: reside en la recolección de datos sobre las características y propiedades de la producción de hortalizas y Tilapia, bajo un modelo de Permacuaponia o la unión de la Permacultura y Acuaponía. Igualmente, el investigador no estudia los hechos por su propia cuenta, sino a través de los estudios procedentes de fuentes secundarias; por ejemplo: (teorías de autores sobre el tema de Permacultura y Acuaponía, agricultura urbana registros, investigaciones previas sobre el tema, resultados recopilados de otros trabajos, artículos de revistas e inclusive trabajos de grado). (Borja, 2020).

➤ **Los factores a tener en cuenta fueron:**

- Permacultura
- Acuaponia
- Permacultura
- Agricultura urbana

➤ **Fuentes secundarias:**

En cuanto a la parte técnica, se consulta al Tutor de la investigación. También, por medio de experiencias, vivencias del investigador y tutoriales de YouTube)

Así mismo, investigaciones, sobre todo de: teorías de autores sobre el tema de Permacultura y Acuaponía, agricultura urbana registros, investigaciones previas sobre el tema, resultados recopilados de otros trabajos, artículos de revistas e inclusive trabajos de grado.

5.2.2 Técnicas de análisis y presentación de resultados

Se revisan los hallazgos encontrados durante la etapa productiva a través de material fotográfico y descripción de los procesos.

6. Etapas metodológicas de la investigación.

Así entonces, el trabajo se ha desarrollado en cuatro etapas metodológicas descritas a continuación:

➤ ETAPA I: Se hizo una revisión de fuentes primas y secundarias, en dónde se acudió a investigaciones libros, revistas, artículos, con casos reales y todo aquel material impreso que estuvo relacionado con el tema a investigar.

➤ ETAPA II: La población se selecciona porque las viviendas fueron de interés social y pensando en ayudar a contribuir un poco con el desarrollo de esta, con esta iniciativa productiva.

La población objeto de estudio; no tenía ninguna preparación en temas agrícolas. Pero, presenta las condiciones adecuadas para procesos de huertas familiares urbanas, gracias al área rural del barrio La Madrid.

➤ ETAPA III: Los materiales utilizados fueron: madera, ángulos de hierro, llantas usadas, tubos de PVC, piscinas de uso familiar. Principalmente, materiales de fácil acceso, que se pueden reutilizar y son económicos.

Se utilizó este sistema por que se estaba poniendo a prueba ya que hay muchos diseños a la mano, se decidió investigar sobre esta nueva alternativa.

➤ ETAPA IV: El seguimiento se hizo mediante visitas y se llenaban actas de visitas, se hacía pesaje y medición de los peces y la finalidad era demostrar que si era viable el sistema.

7. Resultados

El sistema productivo de 18 m² puede considerarse desde diferentes “ejes”: peces, aves, plantas y sus relaciones entre sí. En el sistema acuapónico interactúan **hortalizas y peces**, estos últimos generan unos desechos que son aprovechados por el sistema radicular de las plantas. En esto se usan hortalizas y aromáticas.

Por medio de un sistema de recirculación de aguas las plantas consiguen los nutrientes que necesitan, su organización está dispuesta y se compone de la siguiente manera:

Un **estanque** de 1.7 m de ancho x 2.7 m de largo y 70 cm de alto. Es el espacio en donde se desarrolla la actividad piscícola y la base fundamental para producción acuapónica. A este contenedor se añade una **bomba sumergible** que es la encargada de nutrir el **sustrato inerte** depositado en un **contenedor plástico** para la producción hidropónica. La bomba sumergible se encarga de extraer el agua con los desechos líquidos y sólidos redirigiéndola al sustrato y a su vez el agua retorna limpia al estanque. Generando un sistema de recirculación de aguas. (Véase Anexo H).

Cada sistema cuenta con 1 una piscina de 1,75 cm de ancho por 2,80 cm de largo y 70 cm de alto, en cada piscina hay 4 jaulas flotantes donde caben 50 alevinos, siempre mantiene 200 peces en jaulas con diferencia de 1 mes entre lotes y un lote queda suelto entre la piscina.

El proceso de alimentación se hace con alimento concentrado, larvas de mosca doméstica y plantón que es producido por el sistema de recirculación de agua.

El sistema permite disminuir hasta en un 60% el consumo de alimento concentrado, motivo por el cual solo se alimentan una vez al día en horas de la mañana.

Son instalaciones rústicas de materiales de fácil acceso y muy fáciles de manipular.

Se sembró tomate, cilantro, pepino cohombro, se escogieron estas especies porque son especies que se pueden producir en hidroponía y aun se puede ampliar el sistema sembrando, lechugas, pimentón y plantas aromáticas.

Por otro lado, se tiene el sistema avícola, que produce materia orgánica que se puede compostar para alimentar plantas frutales. Hay tres maneras de realizarlo, una es la aplicación

directa de la pollinaza o gallinaza a las plantas frutales; la segunda opción es compostarla y llevarla como abono procesado a los frutales; una tercera opción es a través de trampas de desecho de las gallinas se obtiene materia orgánica. Este resultante se deja al aire libre un día para ser inoculado por moscas doméstica. Luego se sella con un angeo y se protege de la lluvia. A los 7 días se les suministra a los peces como alimento vivo, en forma de larva.

De igual manera, el sistema de permacuaponía consiste en la relación entre frutales y aves. Los productos resultantes de la siembra: arazá, pimentón, limón, naranjas, mandarinas y tomates, se utilizan como alimento alternativo para la producción avícola (véase Anexo K).

Del mismo, se implementaron tres componentes con las siguientes características:

El primer componente es la parte piscícola, el segundo es la parte hidropónica y el tercer componente hace parte de la agricultura tradicional, este tercer complemento se ajusta al proceso de Permacuaponia, siendo este el que articula todo el sistema y permite que sea más productivo

Rendimientos en producción del sistema de permacuaponía

- **Rendimientos promedio por metro cuadrado por semana**
 - **Cilantro:** 1,5 kilos
 - **Pepino cohombro:** 5 kilos
 - **Tomate:** 5 kilos
 - **Huevos:** 28 unidades
 - **Pollo:** 6,2 kilos
 - **Pescado:** 3,9 kilos

Aunque en el proyecto se habla de tilapia y hortalizas nanas; la parte avícola fue resultado de seguir investigando y ver qué tan viable podría llegar a ser el sistema.

Se logró vincular más familias al proceso ya que genero gran expectativa y curiosidad por los procesos, este proyecto generó gran impacto en la comunidad del barrio la Madrid del

municipio de Villavicencio, se llegó a un acuerdo verbal para crear una marca y poder y así poder comercializar el excedente de lo producido.

El impacto fue positivo, las familias participaron en la construcción de las instalaciones y estaban a cargo del funcionamiento de este y si contribuyo al mejoramiento de la calidad de vida ya que hay una producción constante de productos y se estaba pensando en crear una marca propia para poder comercializar los excedentes.

8. Conclusiones

La realización y seguimiento de la implementación del proyecto en tres grupos familiares del barrio la Madrid permite destacar las siguientes conclusiones:

- Facilita la integración de familias a nivel social alrededor de algo tan sencillo y complejo como lo es la seguridad alimentaria y ayuda a combatir la pobreza y la desnutrición.
- Permite observar cómo se pueden integrar los factores de producción en un proyecto de agricultura urbana.
- Se demostró como en 18m² se puede obtener alimento de muy buena calidad y a bajo costo de producción a una familia promedio de cuatro personas.
- Es un sistema de producción muy innovador que permite obtener alimentos sanos y nutritivos.
- Es un sistema que se adapta a cualquier espacio y presupuesto disponible, facilitando su implementación en los hogares de zonas urbanas, patios y balcones.
- Es un tema que genera gran interés, pero no está muy difundido ya que este es el primer trabajo de investigación que se hace al respecto de la permacuaponía.
- Los rendimientos obtenidos sobrepasan las expectativas que se tenía al respecto del sistema.
- Durante el proceso de investigación no se presentó ningún inconveniente.
- Los costos son aceptables ya que son de fácil acceso y reciclables.
- El sistema si es una buena opción ya que si se le da un buen manejo es sostenible en el tiempo.

➤ El sistema tiene una contribución positiva a la seguridad alimentaria ya que hay producción constante y se puede variar los cultivos pasando de seguridad alimentaria a soberanía alimentaria

Referencias

- Acosta Gutiérrez, R., & García Rodríguez, J. (2015). *Permacultura y sostenibilidad agrícola Una nueva forma de cultivar suelo, salud y alimentos*. Universidad de la Laguna. Obtenido de <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/1309/Permacultura+y+sostenibilidad+agricola.pdf;jsessionid=510997BAABF133A77DF0DE96FA381479?sequence=1>
- Acosta Medina, A. (2016). *La seguridad alimentaria como derecho fundamental*. Obtenido de https://www.amylkaracosta.net/prueba1/index.php?option=com_content&view=article&id=221:la-seguridad-alimentaria-como-derecho-fundamental&catid=103&Itemid=675
- Admindefinca. (2014). La piscicultura en Colombia. *[Mensaje en Blog]*. Obtenido de <http://www.fincaycampo.com/2014/07/la-piscicultura-en-colombia/>
- AFO Acuaponia. (2021). *Conozca nuestros servicios Ciencia e ingeniería para la sostenibilidad*. Obtenido de <https://www.afoacuaponia.com/?fbclid=IwAR1UXPTDXisWWBQ13y3bvchd0z0u9rBt-2A4upak2aKaER2K6rO4AbKaZ6o>
- Autoridad Nacional De Acuicultura Y Pesca [AUNAP]. (2012). Resolución 601 de 2019. “*Por la cual se establecen los requisitos y procedimientos para el otorgamiento de permisos, autorizaciones, patentes de pesca, prórrogas, modificaciones, aclaraciones cancelaciones y archivo de expedientes para el ejercicio de la actividad pesquera y de*. AUNAP. Obtenido de <https://www.aunap.gov.co/images/proyectos-de-consulta/resol-601-2019.pdf>
- Borja, A. (septiembre de 2020). *Plan Específico – Énfasis en Ciencias Sociales ÁREA: Ciencias Sociales*. Obtenido de [https://aprendizaje.mec.edu.py/dw-recursos/system/materiales_academicos/materiales/000/010/785/original/Investigaci%C3%B3n_Social_2do._curso_Plan_Espec%C3%ADfico\(4\).pdf](https://aprendizaje.mec.edu.py/dw-recursos/system/materiales_academicos/materiales/000/010/785/original/Investigaci%C3%B3n_Social_2do._curso_Plan_Espec%C3%ADfico(4).pdf)
- Caló, P. (2011). Introducción a la Acuaponia. Centro Nacional de Desarrollo Acuícola [CENADAC]. Obtenido de <http://chilorg.chil.me/download-doc/86262>
- Colorado Gómez, M. A., & Ospina Correa, M. (2019). Cuaponía: Herramienta de formación en tiempo de paz. Centro de Biotecnología Agropecuaria [CBA]. Obtenido de https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/5555/acuaponia_como_herramienta_de_formaci%C3%B3n.pdf;jsessionid=24A82E1F88E24D08C03A2463A28DDF41?sequence=3

- Comercializadora Hydro Environment S.A. (2021). *Guía: ¿Qué es la hidroponía?* Obtenido de https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=27
- Congreso de la República de Colombia. (15 de enero de 1990). Ley 13. *Por la cual se dicta el Estatuto General de Pesca*. Diario Oficial No.39143. Obtenido de <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1569656>
- Congreso de la República de Colombia. (23 de diciembre de 1993). Ley 101 de 1993. *Ley General de Desarrollo Agropecuario y Pesquero*. Diario Oficial No. 41.149. Obtenido de http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0101_1993.html
- Congreso de la República de Colombia. (4 de agosto de 1998). Ley 454 de 1998. *Por la cual se determina el marco conceptual que regula la economía solidaria, se transforma el Departamento Administrativo Nacional de Cooperativas en el Departamento Administrativo Nacional de la Economía Solidaria, se crea la Superintendencia de la Eco*. Diario Oficial No. 43.357. Obtenido de https://ascoop.coop/wp-content/uploads/2020/02/ley_454_de_1998.pdf
- Congreso de la República de Colombia. (2014). Proyecto de ley 025 de 2014. *Por la cual se promueve y regula el aprovechamiento integral y sostenible de la pesca y la acuicultura en los cuerpos de agua lacustres del país*. Obtenido de <http://leyes.senado.gov.co/proyectos/images/documentos/Textos%20Radicados/proyectos%20de%20ley/2014%20-%202015/PL%20025-14%20EMBALSES%20ARTICULOS.pdf>
- Cutiño, B. I. (2018). *Acuaponia como alternativa productiva social*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires]. Repositorio. Obtenido de <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1760/Cuti%C3%B1o%20Ver%C3%B3nica%20Beatriz.PDF?sequence=1&isAllowed=y>
- El Clavelito. (2021). *Proyectos*. Obtenido de <https://elclavelito.org/voluntarios-2.html>
- Espitia Bernal, W. C. (2020). *Raíz de la montaña, agricultura familiar en Colombia Reportaje escrito*. [Tesis de pregrado, Universidad del Rosario]. Obtenido de https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/30384/Ra%C3%ADz_de_la_monta%C3%B1a_Agricultura_familiar_en_Colombia.pdf?sequence=1#:~:text=La%20agricultura%20familia

- García, A., C, Molina Triana, A., Ospina Osina, R., Pareja González, F., León Rengifo Santibañez, H., & Villadiego Villadiego, S. (2012). Proyecto de ley 103 de 2012. Cámara de Representantes - Comisión Quinta Constitucional Permanente. Obtenido de <https://vlex.com.co/vid/proyecto-ley-2012-ca-mara-451046482>
- Giraldo de López, M., Cabascango Jaramillo, J., & Pinargote Yépez, L. (2017). Soberanía alimentaria a través de la Permacultura. *Revista Publicando*, 4(10), 53-69. Obtenido de https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/442/pdf_302
- Holmgren, Desing Services. (2007). *La esencia de la Permacultura*. Obtenido de <https://elhorticultor.org/Biblioteca/general/La%20Esencia%20de%20la%20Permacultura%20-%20David%20Holmgren.pdf>
- Infobae. (2021). *Empleo informal en Colombia aumentó el primer trimestre de 2021, según el Dane*. Obtenido de <https://www.infobae.com/america/colombia/2021/05/12/empleo-informal-en-colombia-aumento-el-primer-trimestre-de-2021-segun-el-dane/>
- Informando. (2018). *Tala indiscriminada de árboles en barrio La Madrid de Villavicencio*. Obtenido de <https://informando.com.co/es/noticias/tala-indiscriminada-de-arboles-en-barrio-la-madrid-de-villavicencio>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (5 de enero de 2016). Resolución 64 de 2016. *Por medio de la cual se establecen los requisitos para obtener el Registro Pecuario de los Establecimientos de Acuicultura ante el ICA*. Diario Oficial No. 49.755 . Obtenido de Diario Oficial 49.755. Recuperado de: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/col157654.pdf>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (28 de abril de 2017). Resolución 03002. *Por medio del cual se establecen los requisitos para la Certificación en Buenas Prácticas Agrícolas en producción primaria de vegetales y otras especies para consumo humano*. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/getattachment/9d8fe0fa-66d2-4feb-9513-cbba30dc4844/2017R30021.aspx>
- Intagri. (2017). Acuaponia para la Producción de Plantas y Peces. *¿Qué es la Acuaponia?*, 32, 6. Recuperado de: <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-prottegida/acuaponia-produccion-de-plantas-y-peces>.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2021). Información: Perfiles Económicos Departamentales. Oficina de Estudios Económicos Agosto 2021. Obtenido de <https://www.mincit.gov.co/getattachment/af420c90-5b4d-4426-860c->

b42be187c47a/Meta.aspx#:~:text=Durante%20el%20trimestre%20movil%20marzo,registra%20en%20las%202023%20ciudades.

- Moreno, J. (01 de marzo de 2016). Permacultura, tendencia que gana terreno en Villavicencio. *Diario El Espectador*. Obtenido de <https://www.elespectador.com/colombia/mas-regiones/permacultura-tendencia-que-gana-terreno-en-villavicencio-article-619663/>
- Ñaupas Paitán, H., Mejía Mejía, E., Novoa Ramírez, E., & Villagómez Paucar, A. (2014). Capítulo X La investigación cualitativa. En *Metodología de la Investigación Cuantitativa-Cualitativa y Redacción de la Tesis* (4a ed.). Ediciones de la U.
- Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2003). *Acuicultura: principales conceptos y definiciones*. Obtenido de <http://www.fao.org/spanish/newsroom/focus/2003/aquaculture-defs.htm>
- Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (19 de agosto de 2015). *Siete reglas básicas que hay que seguir en la acuaponía*. Obtenido de <http://www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/325888/>
- Parrado Sanabria, Y. (2012). Historia de la Acuicultura en Colombia. *Revista científica de la Sociedad Española de Acuicultura*(37), 60-77. Obtenido de <http://www.revistaaquatic.com/ojs/index.php/aquatic/article/view/146/135>
- Peña Osorio, M., & Ruiz Salazar, J. (2017). *Validación de Modelos Acuapónicos en el Quindío*. SENA. Obtenido de https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/3587/acuaponia_quindio_ajuste.pdf?sequence=6&isAllowed=y
- Periodico del Meta. (2020). *La Madrid, un reto social*. Obtenido de <https://periodicodelmeta.com/la-madrid-un-reto-social/>
- Presidencia de la República de Colombia. (26 de mayo de 2015). Decreto 1071 de 2015. *Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural*. Diario Oficial No.49523. Obtenido de <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Decretos/Decreto%20No.%201071%20de%202015.pdf>
- Presidencia de la República de Colombia. (9 de septiembre de 2015). Decreto 1780 de 2015. *"Por el cual se adiciona el Decreto 1071 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural, en lo relacionado con la*

adopción de medidas para administrar, fomentar y controlar la actividad de la ac.

Obtenido de Decreto 1780:

<https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Decretos/Decreto%20No.%201780%20de%202015.pdf>

Rodríguez García, R., Hernández Acosta, R., Hernández Martín, J., & Pérez Hernández, A. (2016).

La permacultura, una alternativa en la producción de alimentos desde la escuela y la comunidad. *Revista de Cooperativismo y Desarrollo*, 4(1), 84-94. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5607711.pdf>

Rodríguez, M., & Carrillo, Á. (2017). *Abandonar la ciudad para salvarla: así vive una comunidad*

autosostenible. Obtenido de <https://cartelurbano.com/historias/proyecto-gaia-bioconstruccion-ecoaldeas-permacultura-en-colombia-viviendas-ecologicas-boyaca>

Unidad para la Atención y la Reparación Integral a las Víctimas. (2016). *Proyecto 'Iniciativas*

edificadoras de paz para el Meta' llegó al corazón de las personas mayores. Obtenido de

<https://www.unidadvictimas.gov.co/es/participaci%C3%B3n/proyecto-%E2%80%98iniciativas-edificadoras-de-paz-para-el-meta%E2%80%99-lleg%C3%B3-al-coraz%C3%B3n-de-las>

Anexos

Anexo A. Materias primas para la germinación de plántulas proyecto Permacuaponia.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Anexo B. Armado de piscina para producción piscícola



Fuente: Elaboración propia (2021).

Anexo C. Reutilización de materiales contaminantes.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Anexo D. 7 Torres de cultivos urbanos





Fuente: Elaboración propia (2021).

Anexo E. Preparación del sustrato para plantas, proyecto permacuaponia



Fuente: Elaboración propia (2021).

Anexo F. cultivo de árboles frutales, proyecto Permacuaponia.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Anexo G. Sistema de Producción Piscícola proyecto Permacuaponia.





Fuente: Elaboración propia (2021).

Anexo H. Sistema Acuapónico, proyecto Permacuaponia.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Anexo I. sistema vertical para producción avícola, proyecto Permacuaponia.



NOTA: en este sistema se pueden alojar 24 aves para postura o en producción de carne.

Fuente: Elaboración propia (2021).

Anexo J. 15 adecuación del sistema vertical, producción avícola.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Anexo K. Aves en producción.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Anexo L. Árbol mandarino en producción.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Anexo M. Árbol de limón en producción.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Anexo N. Alimentación de aves con tomates producidos dentro del sistema de Permacuaponia.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Anexo O. Producción de huevos dentro del sistema de Permacuaponia.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Anexo P. floración y producción de Pepino Cohombro.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Anexo Q. Producción Piscícola.



Fuente: Elaboración propia (2021).