



UNIVERSIDAD  
DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Diseño y construcción de sistemas acuapónicos a pequeña escala  
para familias de la región Piura**

Trabajo de Investigación

**Ana Lucia Caldas Quiñonez  
Isaac Antonio Castillo Deza  
Sellenne Yanine Gabriela Prado Moscoso  
Lilian Rosmery Rosales Quiroz  
Luis David Vargas Leiva**

Asesor(es):  
Dr. Ing. Dante Guerrero Chanduví

Piura, noviembre de 2019

## Resumen

El trabajo de investigación tiene como fin presentar el proyecto “Diseño y construcción de sistemas acuapónicos a pequeña escala para familias de la región Piura”, el cual se divide en 7 capítulos para un mayor orden y entendimiento del tema.

En el capítulo I se muestra los antecedentes e historia de la acuicultura, hidroponía y acuaponía. Ya en el capítulo II, se detalla lo investigado en cuanto la situación actual, aplicaciones y usos y entidades representativas de estas 3 actividades a nivel mundial, nacional y regional.

En cuanto al capítulo 3, todo este se basa en el marco teórico del proyecto, detallando definiciones clave, procedimientos, equipos, instrumentos y materiales. Además, se podrá observar una comparación entre las ventajas y desventajas de un sistema acuapónico y compararlo con un sistema hidropónico. También se hace mención de ciertos aspectos legales generales, debido a que no existen normas o leyes que regulen el tema acuapónico.

En el capítulo 4 se detalla todo con respecto a la metodología de investigación empleada; y el capítulo 5 está dedicado por completo al estudio de mercado realizado. En este se detalla las técnicas utilizadas y los resultados obtenidos y conclusiones de la encuesta, con lo que se busca evaluar el nivel de aceptación del producto en la población piurana.

El capítulo 6 se trata de los productos del proyecto. Se tiene como productos el diseño y construcción de un prototipo del sistema acuapónico, el diseño de una línea de producción, diseño de una interfaz de servicio postventa, manuales de uso, mantenimiento, prevención y recomendaciones, manual de procesos y un manual de organización y funciones.

Por último, en el capítulo 7 se presenta un análisis de desempeño del prototipo, financiero, social, ambiental y de ahorro.

## Abstract

The research work aims to present the project "Design and construction of small-scale aquaponic systems for families in the Piura region", which is divided into 7 chapters for a greater order and understanding of the subject.

Chapter I shows the background and history of aquaculture, hydroponics and aquaponics. Already in chapter II, the investigation of the current situation, applications and uses and representative entities of these 3 activities at global, national and regional level is detailed.

As for chapter 3, all this is based on the theoretical framework of the project, key protocols, procedures, equipment, instruments and materials. In addition, you can see a comparison between the advantages and disadvantages of an aquaponic system and compare it with a hydroponic system. Specification of certain general legal aspects is also made, because there are no norms or laws that regulate the aquaponic issue.

Chapter 4 details everything regarding the research methodology used; and Chapter 5 is completely dedicated to the market study carried out. This details the techniques used and the results obtained and the conclusions of the survey, which seeks to assess the level of acceptance of the product in the population of Piura.

Chapter 6 deals with the products of the project. Its products are the design and construction of a prototype of the aquaponic system, the design of a production line, design of an after-sales service interface, user manuals, maintenance, prevention and recommendations, process manual and an organization manual and functions.

Finally, chapter 7 presents an analysis of the execution of the prototype, financial, social, environmental and savings.

## Tabla de Contenido

Abstract .....	iii
Capítulo 1 .....	3
Antecedentes .....	3
<b>1.1. Historia de la Hidroponía</b> .....	3
<b>1.2. Historia de la Acuicultura</b> .....	4
<b>1.3. Historia de la Acuaponía</b> .....	6
Capítulo 2 .....	9
Situación Actual .....	9
<b>2.1. Situación Actual de la Hidroponía</b> .....	9
<b>2.1.1. Hidroponía en el Mundo</b> .....	10
<b>2.1.2. Hidroponía en el Perú</b> .....	12
<b>2.1.3. Hidroponía en Piura</b> .....	14
<b>2.1.4. Empresas Representativas</b> .....	14
<b>2.2. Situación Actual de la Acuicultura</b> .....	16
<b>2.2.1. Acuicultura en el Mundo</b> .....	16
<b>2.2.2. Acuicultura en el Perú</b> .....	20
<b>2.2.3. Acuicultura en Piura</b> .....	21
<b>2.2.4. Empresas Representativas</b> .....	22
<b>2.3. Situación Actual de la Acuaponía</b> .....	23
<b>2.3.1. Acuaponía en el Mundo</b> .....	23
<b>2.3.2. Acuaponía en el Perú</b> .....	24
<b>2.3.3. Acuaponía en Piura</b> .....	25
<b>2.3.4. Empresas Representativas</b> .....	26
<b>2.4. Aplicaciones y Usos</b> .....	27

<b>2.4.1. Aplicaciones y usos de la Hidroponía</b> .....	27
<b>2.4.2. Aplicaciones y usos de la Acuicultura</b> .....	31
<b>2.4.3. Aplicaciones y usos de la Acuaponía</b> .....	33
Capítulo 3 .....	35
Marco Teórico .....	35
3.1. Definiciones .....	35
<b>3.1.1. Acuicultura</b> .....	35
<b>3.1.2. Hidroponía</b> .....	36
<b>3.1.3. Acuaponía</b> .....	36
<b>3.1.4. Especies</b> .....	38
3.2. Procedimientos .....	42
3.3. Equipo, Instrumentos y materiales .....	45
3.4. Ventajas y desventajas de un sistema acuapónico .....	53
<b>3.4.1. Comparación con el sistema hidropónico</b> .....	55
3.5. Aspecto legal .....	57
Capítulo 4 .....	61
Metodologías .....	61
4.1. Planteamiento del problema y la oportunidad .....	61
4.2. Objetivos de la investigación .....	62
4.3. Justificación de la investigación .....	63
4.4. Justificación de la hipótesis .....	63
4.5. Herramientas y técnicas .....	63
4.6. Metodología empleada .....	67
Capítulo 5 .....	72
Estudio de Mercado .....	72
5.1. Oportunidad del mercado .....	72
<b>5.1. Segmentación de consumidores o de mercado</b> .....	73
5.2. Objetivos del estudio de mercado .....	75
5.3. Diseño de la investigación .....	75
<b>5.3.1. Técnicas cuantitativas</b> .....	76
<b>5.3.2. Técnicas cualitativas</b> .....	77
5.4. Análisis de resultados y conclusiones .....	85
Capítulo 6 .....	93
Productos .....	93

6.1.	Diseño del prototipo del sistema acuapónico .....	93
<b>6.1.1.</b>	<b>Recursos necesarios</b> .....	94
6.1.2.	Cálculos .....	94
6.2.	Construcción del prototipo .....	95
6.3.	Prueba experimental .....	95
6.4.	Diseño de la Línea de Producción .....	96
6.5.	Manual de uso y mantenimiento .....	97
6.6.	Manual de prevención y recomendaciones .....	101
6.7.	Diseño de interfaces y funciones de la página web .....	104
<b>6.7.1.</b>	<b>Diseño de las interfaces</b> .....	104
<b>6.7.2.</b>	<b>Funcionalidades</b> .....	107
6.8.	MAPRO .....	108
6.9.	MOF .....	111
	Objetivos generales .....	111
	Objetivos específicos .....	111
	Estructura orgánica .....	111
	Organigrama .....	113
	Cuadro Orgánico de puestos .....	114
	Descripción de funciones de cargos .....	114
Capítulo 7	.....	125
Análisis	.....	125
7.1.	Análisis del desempeño del prototipo .....	125
7.2.	Análisis Financiero .....	133
7.3.	Análisis Ambiental .....	136
7.4.	Análisis Social .....	140
7.5.	Análisis del Ahorro .....	141
Bibliografía	.....	145
Anexos	.....	155

### Lista de Tablas

Tabla 1. Producción y utilización de la pesca y la acuicultura en el mundo.....	16
Tabla 2. Producción de los principales grupos de especies de peces comestibles procedentes de la acuicultura en 2014 .....	17
Tabla 3. 25 primeros productores y principales grupos de especies cultivadas en 2014 .....	19
Tabla 4. Requerimientos de temperatura, nitrógeno, oxígeno disuelto y proteína para especies acuáticas usadas en acuaponía.....	39
Tabla 5. Requerimientos para la producción de plantas usadas en acuaponía.....	41
Tabla 6. Ventajas y desventajas de la acuaponía .....	53
Tabla 7. Comparación con el sistema hidropónico .....	55
Tabla 8. Ejemplo de tabla competencia directa. (Chehtman, 2017) para el análisis de.....	74
Tabla 9. Tabla orgánica de puestos. ....	114
Tabla 10. Datos de Temperatura y pH del sistema Acuapónico .....	131
Tabla 11. Costo aproximado del sistema de acuaponía .....	133
Tabla 13. Actividades requeridas sen las etapas de operación y ejecución .....	137
Tabla 14. Grados de Magnitud e Importancia.....	138
Tabla 15 Efectos y medidas, preventivas o de mitigación, de las actividades requeridas para el proyecto.....	139
Tabla 17. Gastos semanales por familias de la región .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 18. Gastos escalados de familias de la región .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 19. Gastos e inversión para el sistema acuapónico .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 20. Ahorro generado por el uso del sistema acuapónico	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>



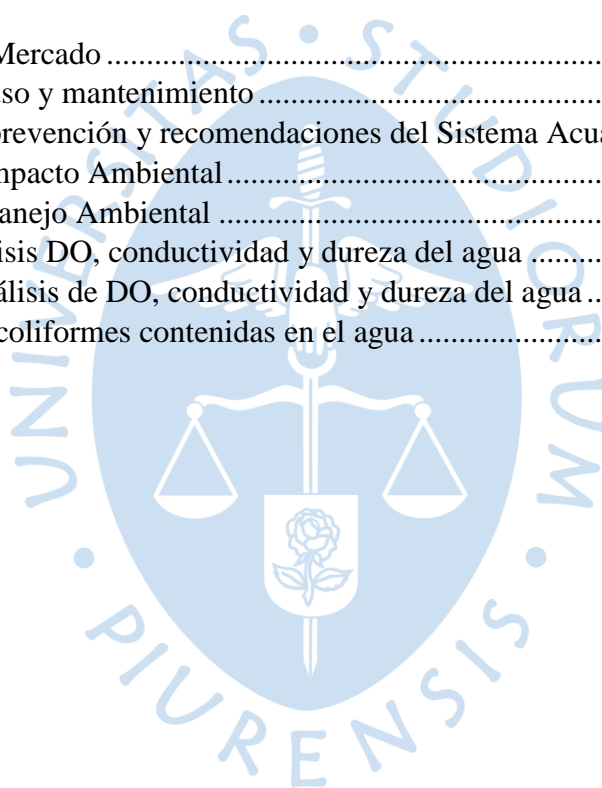
### Lista de Ilustraciones

Ilustración 1: Nueva área de 500 m <sup>2</sup> con el sistema de riego por goteo (2017).....	13
Ilustración 2. Cosecha de recursos hidrobiológicos procedentes de la actividad acuícola en el período 2006-2016.....	21
Ilustración 4. Población de clase socioeconómica media por región, año 2017-2018.....	79
Ilustración 5. Porcentajes según género de encuestados.....	86
Ilustración 6. Rangos de edad de encuestados.....	86
Ilustración 7. Conocimientos previos de los encuestados sobre los temas de hidroponía, acuicultura y acuaponía.....	87
Ilustración 8. Consumo actual de productos hidropónicos.....	87
Ilustración 9. Consumo de hortalizas por semana.....	88
Ilustración 10. Gasto estimado en hortalizas por semana.....	88
Ilustración 11. Número de personas estimado por familia.....	88
Ilustración 12. Grado de interés en el tema de acuicultura ornamental.....	89
Ilustración 13. Grado de interés en el tema hidropónico.....	89
Ilustración 14. Grado de interés en el sistema acuapónico a ofrecer.....	90
Ilustración 15. Rango de precio a pagar por el sistema acuapónico.....	90
Ilustración 16. Ambientes de agrado para colocar el sistema.....	91
Ilustración 17. Productos de interés a producir en el sistema por parte de los encuestados. ...	91
Ilustración 18. Comentarios y sugerencias de los entrevistados.....	92
Ilustración 19. Diseño del prototipo del sistema acuapónico AQUAPLANT.....	93
Ilustración 20. Diagrama de operaciones.....	96
Ilustración 21. Elementos del sistema Aquaplant.....	98
Ilustración 22. Interfaz inicio.....	104
Ilustración 23. Interfaz Registro de usuario.....	105
Ilustración 24. Interfaz Inicio de sesión.....	106
Ilustración 25. Interfaz inicio usuario.....	106
Ilustración 26. Interfaz Seguimiento.....	107
Ilustración 27. Procedimiento de selección de proveedores.....	108
Ilustración 28. Procedimiento de venta de un sistema acuapónico.....	109
Ilustración 29. Procedimiento de adquisición de insumos.....	110

Ilustración 30. Organigrama de AquaPlant. ....	113
Ilustración 31. Boceto del diseño de la estructura.....	126
Ilustración 32. Tubos usados para la parte hidropónica.....	127
Ilustración 33. Prototipo listo para puestas en prueba.....	127
Ilustración 34. Temperatura promedio por día.....	131
Ilustración 35. pH promedio por día.....	132
Ilustración 36. Diagrama circular para la proporción de género de los encuestados. ....	156
Ilustración 37. Diagrama circular para el rango de edades. ....	156
Ilustración 38. Gráfico de barras del conocimiento previo de los encuestados en temas afines al proyecto. ....	157
Ilustración 39. Diagrama circular que representa el interés de los encuestados por la crianza de peces ornamentales.....	157
Ilustración 40. Diagrama circular que representa el interés de los encuestados por la producción de sus propios vegetales orgánicos en casa. ....	158
Ilustración 41. Diagrama circular sobre el consumo actual de productos hidropónicos de los encuestados.....	158
Ilustración 42. Diagrama circular sobre la frecuencia de consumo de hortalizas de los encuestados.....	159
Ilustración 43. Gráfica sobre el gasto estimado en hortalizas por semana de los encuestados. ....	159
Ilustración 44. Gráfica sobre la cantidad de personas que consumen hortalizas por semana de los encuestados.....	160
Ilustración 45. Diagrama circular sobre aceptación del producto.....	160
Ilustración 46. Diagrama circular sobre la cantidad de dinero dispuestos a gastar en el producto por parte de los encuestados.....	161
Ilustración 47. Diagrama circular que representa los ambiente preferidos por los encuestados para colocar el sistema acuapónico.....	161
Ilustración 48. Gráfica sobre la preferencia de los encuestados por producir cierta(s) hortaliza(s).....	162
Ilustración 49. Comentarios o sugerencias dadas por los encuestados. ....	162

### Lista de Anexos

Anexo A. Estudio de Mercado .....	155
Anexo B. Manual de uso y mantenimiento .....	167
Anexo C. Manual de prevención y recomendaciones del Sistema Acuapónico .....	173
Anexo D. Matriz de Impacto Ambiental .....	179
Anexo E. Fichas de Manejo Ambiental .....	181
Anexo F. Primer Análisis DO, conductividad y dureza del agua .....	185
Anexo G. Segundo análisis de DO, conductividad y dureza del agua .....	189
Anexo H. Análisis de coliformes contenidas en el agua .....	193





## **Capítulo 1**

### **Antecedentes**

En el presente capítulo se analizará los antecedentes e historia de la Acuaponía y también de los sistemas que lo conforman, la acuicultura y la hidroponía.

Se ha revisado investigaciones realizadas en otros países donde la acuaponía es objeto de estudios más avanzados, observando mayores beneficios y efectividad que nos puede ofrecer el sistema.

#### **1.1. Historia de la Hidroponía**

Hidroponía se define como la metodología que permite cultivar una gran variedad de plantas sin la necesidad de tierra. Comenzó con el crecimiento de las plantas en las grandes masas de agua por lo que el cultivo por hidroponía es mucho antes que el de la tierra. Geográficamente hablando se cree que comenzó en la antigua Babilonia en una de las Maravillas del Mundo: los Jardines Colgantes, aunque también hay indicios en China, India, Egipto también la gran cultura Maya, desarrollándose en otros lugares donde la limitante de suelo y agua era considerable (Beltrano & Gimenez, Cultivo en Hidroponía, 2015).

Los Jardines Colgantes datan entre los años 605-562 a.C, su modelo arquitectónico se ha tratado de imitar a lo largo de los años aunque no se sabe exactamente cómo funciona ya que en principio existe una noria la cual lleva el agua de la fuente hasta lo más alto y por gravedad se distribuye por las plantas, árboles y arbustos (Beltrano & Gimenez, Cultivo en Hidroponía, 2015).

Otros ejemplos de hidroponía:

Según (Beltrano & Gimenez, Cultivo en Hidroponía, 2015), los siguientes puntos son ejemplos de hidroponía:

- Los aztecas de Centroamérica fueron desterrados a orillas de un pantanoso lago por lo que al negarles la tierra cultivable buscaron ideas innovadoras para cultivar plantas en medios líquidos, en este caso lo aplicaron en las orillas del lago Tenochtitlán.
- Jardines Flotantes de China
- Cachemira

Aunque se ha mencionado sus orígenes, recién en los años 30 la hidroponía se define como se conoce ahora, el profesor William Frederick Gericke un científico de California fue quien le dio el nombre de hidroponía fusionando dos palabras griegas: Hidro (agua) y Pono (cultura/cultivo) (System, 2017).

Sin embargo, la hidroponía tomó más fuerza en la segunda guerra mundial ya que el gobierno de Estados Unidos usó este sistema de cultivo para alimentar a las tropas que se encontraban en el Pacífico, un lugar donde no había tierras disponibles y el transporte era demasiado caro. A mediados del siglo XX se perfeccionó el sistema con el perfeccionamiento de nuevas técnicas (System, 2017).

Acercándonos más a nuestro siglo la NASA pretende utilizar este método para el cultivo de verduras y hortalizas en el espacio, buscando una solución para los astronautas en órbita y en viajes espaciales que requieran un largo tiempo (System, 2017).

Actualmente la vegetación del planeta en un 70% se considera hidropónica ya que crece naturalmente en las fuentes de agua: océanos, lagunas, etc. (Beltrano & Gimenez, Cultivo en Hidroponía, 2015).

## **1.2. Historia de la Acuicultura**

La práctica de esta data de aproximadamente hace 4 000 años en China y de 3 500 años en la Mesopotamia. En el antiguo imperio romano esta práctica se usaba para la producción de alimentos para los Monasterios Cristianos de Europa Central (FAO, Algunos elementos básicos de la Acuicultura, 1999).

La primera monografía conocida de la crianza de peces fue publicada por Fan Lai en China en el año 473 a.C, en Europa Occidental se registran documentos que se remontan del siglo XV donde se describe el uso del agua de las fuentes de los castillos y monasterios para mantener peces. Sin embargo, hasta mediado del siglo XX es cuando se inicia una ligera evolución hasta llegar a la producción industrial a gran escala de ahora. (González, 2011)

Remontándonos a los inicios de la piscicultura la cual fue la primera forma en que se practicó la acuicultura, en el siglo XIV en Francia se dan los primeros pasos para intervenir en el proceso de fecundación de huevos de trucha de manera artificial. A pesar de estos primeros pasos no es hasta el siglo XIX donde se consigue la reproducción en cautiverio de la trucha. Estos avances mencionados se dan en centros de investigación del gobierno primero, en varios países que se encuentran orientados principalmente a la repoblación de lagos y ríos para luego presentarlo al sector privado y así ayudar a la producción con fines de consumo (González, 2011).

En la actualidad no solo se usan para sistemas con peces sino con moluscos, crustáceos y plantas acuáticas; esto se hace para mejorar la producción y preservar las especies (FAO, Algunos elementos básicos de la Acuicultura, 1999).

En términos técnicos la acuicultura se asemeja más a la agricultura y la ganadería que a la pesca ya que el medio ambiente para la cría y manejo de los seres vivos es un área limitada (FAO, Algunos elementos básicos de la Acuicultura, 1999).

Los propósitos para su desarrollo son muy variados, pero podemos resaltar los siguientes:

- Agregarles valor nutricional a los alimentos para el consumo humano.
- Creación de empleos
- Cultivo de peces para la pesca deportiva o propósitos estéticos.
- Control de plagas acuáticas
- Desalinización de los suelos agrícolas para su futura recuperación (FAO, Algunos elementos básicos de la Acuicultura, 1999).

Con el paso de los años se han innovado los procesos de acuicultura desde el tipo de agua hasta lo técnico (FAO, Algunos elementos básicos de la Acuicultura, 1999).

### 1.3. Historia de la Acuaponía

El origen del primer desarrollo de acuaponía no es 100% sabido por la falta de evidencias, pero se dice que fueron algunas culturas antiguas, entre las más aceptadas tenemos (Axayacatl, La acuaponía como sistema de producción: concepto, origen, ventajas y desventajas, 2017):

- Los aztecas los cuales practicaron una acuaponía arcaica que consistía en la construcción de unas islas artificiales llamadas chinampas en las cuales plantaban diversos alimentos, entre ellos: maíz, zapallo, etc. Estas se colocaban en los canales de agua en donde había una gran cantidad de peces que se usaban para el consumo de los pobladores aledaños, los desechos de estos caían en el fondo del canal para luego fertilizar las plantas por medio de sus raíces sumergidas (Formo, 2012).
- China, ya que los agricultores notaron que se podían aprovechar los residuos ganaderos para enriquecer los campos por lo que se les ocurrió utilizar esto, pero con los residuos de los peces ya que notaron que estos eran menos tóxicos y permitían tener un sistema equilibrado con un mayor rendimiento. Un claro ejemplo fueron los arrozales donde podían cultivar junto a los peces ayudando a un mejor crecimiento de las plantas (Formo, 2012).

Los primeros ensayos que se publicaron sobre acuaponía se remontan a la década de los 70 donde se pudo demostrar que los desechos generados por los peces podían ser utilizados para el cultivo de plantas de manera hidropónica. Sin embargo, no fue hasta la década de los 90 en que se pudieron obtener datos concretos que fueron aplicados a producciones comerciales. El doctor James Rakocy es considerado uno de los investigadores en el área más importante, su casa de estudios fue la Universidad de las Islas Vírgenes en donde desarrolló un sistema de cultivo acuapónico el cual ya lleva más de 25 años funcionando. Con este sistema pudo realizar innumerables pruebas y recopilar muchas experiencias, obteniendo resultados muy valiosos para el aporte a la acuaponía (Caló, 2011).

En los primeros ensayos se utilizaron dos tipos de sistemas: con sustratos como arena o grava. Aunque estos sistemas se siguen usando se concluyó que no son los mejores a la hora de

trabajar con mucha carga de peces, se tapan con facilidad y por estas razones se han dejado de lado para una aplicación comercial (Caló, 2011).

Actualmente hay dos grupos muy bien definidos de sistemas acuapónicos: los sistemas domésticos o por aficionados, ornamentales o autoconsumo y el segundo son aquellos que ya lo hay llevado a una escala comercial volviéndolo una actividad rentable (Caló, 2011).





## **Capítulo 2**

### **Situación Actual**

El presente capítulo tiene el objetivo de describir la situación actual de la hidroponía, acuicultura y acuaponía en el mundo, en Perú y en nuestra región, así como también las empresas representativas en este sector, sus usos y aplicaciones.

#### **2.1.Situación Actual de la Hidroponía**

En la actualidad, la hidroponía ha logrado alcanzar un alto grado de sofisticación en países de primer mundo. Los avances tecnológicos en electrónica, informática (hardware y software para el control de las actividades) y comunicación e información han permitido una automatización del cultivo hidropónico, este desarrollo ha hecho posible la implementación de invernaderos para plantaciones hidropónicas en lugares remotos.

Estos nuevos conocimientos adquiridos han impulsado la exploración y explotación de la hidroponía, la adaptación de los sistemas hidropónicos en lugares remotos del mundo impulso la necesidad de controlar el microclima a través de software y equipos modernos.

Hoy en día la hidroponía es vista como una solución a la disminución de zonas agrícolas gracias a la contaminación, el cambio climático, la desertización, el crecimiento de áreas urbanas y ciudades, aumento de poblacional, uso excesivo de productos agroquímicos en las hortalizas y frutas. Debido a que esta técnica no afecta al medio ambiente y se pueden cultivar hortalizas y frutas de excelente calidad y en espacios reducidos. (Beltrano & Gimenez, Cultivo en hidroponía, 2015)

Algunos supermercados de Japón y Estados Unidos cuentan con cultivos hidropónicos en sus techos para que sus clientes puedan directamente escoger las hortalizas o frutas que llevarán. Por otro lado, en West Village, Manhattan, el restaurant Bell, Book & Candle con su chef John

Mooney utilizan productos orgánicos frescos obtenidos a partir de cultivos hidropónicos ubicados en su azotea.

En los últimos años se ha generado un crecimiento considerable del área mundial destinada a la producción hidropónica. Se estima que aproximadamente más de 50.000 hectáreas se dedican a la producción hidropónica en el mundo. (Beltrano & Gimenez, Cultivo en hidroponía, 2015)

### **2.1.1. Hidroponía en el Mundo**

El aumento del área destinada a la hidroponía se ha incrementado en los últimos años debido a la importancia que está tomando por la sobrepoblación que se está produciendo en el mundo y, por consiguiente, el aumento en la demanda de productos agrícolas. Es por esto que varios países en todo el mundo están adoptando este método. Actualmente, el área de invernaderos hidropónicos alrededor del mundo cubre un área aproximada de 25,000 ha. (Gualotuña Simbaña, 2018).

El continente asiático está enfrentando dos problemas: la sobrepoblación y la falta de suelo fértil. Es por esto que, en países como Japón, la hidroponía está siendo desarrollada y se encuentra bien establecida para vegetales como pepinos, melones, tomates, lechugas, fresas, rábano, berenjenas, pimientos y cebollas verdes. “Spread Co” es una compañía japonesa especializada en la agricultura, la cual cuenta con la granja vertical más grande de Japón, la cual produce más de 21,000 lechugas hidropónicas al día en sus instalaciones de 3000 metros cuadrados. (Joe, 2017) Una de las técnicas aplicadas a la agricultura hidropónica en Japón es utilizar iluminación artificial adicional, la cual proporciona un crecimiento continuo de los cultivos en un ambiente controlado, sin tener en cuenta el clima. (Mayhill Press, 2002)

En Estados Unidos los principales cultivos hidropónicos son los tomates, lechuga, pepinos, pimientos, fresas, entre otros. En los últimos seis años, los ingresos de la industria de cultivos hidropónicos han mantenido un crecimiento positivo en este país, debido al aumento del precio de las verduras ocasionado por las condiciones climáticas extremas que dañaron campos de cultivos tradicionales, lo cual ocasionó una escasez relativa y forzó a los consumidores a recurrir a agricultores hidropónicos. (IBISWorld, 2018) Estados Unidos cuenta con la instalación comercial hidropónica más grande del mundo: “Eurofresh Farms”, ubicada Wilcox, Arizona, empresa especializada en la producción de tomates hidropónicos vendiendo

125 millones de libras de este producto en 2005. El área de Eurofresh destinada a la producción hidropónica es de 1.29 km<sup>2</sup> y representa alrededor de la tercera parte del área de invernadero hidropónico comercial en ese país. (Pandey, Jain, & Singh, 2009)

Israel cuenta con casi la mitad del área destinado a cultivo hidropónico, aproximadamente 10,000 ha. Son muchos los agricultores en Israel que han adoptado este nuevo sistema de cultivo por lo que ha ido ganando impulso y popularidad en ese país en los últimos años. El proyecto hidropónico más llamativo en ese país es la puesta en escena de una revolucionaria granja hidropónica ubicada en la azotea del centro comercial de Tel Aviv. En este lugar se cultivan lechugas, albahacas, bok choys, cebollas, tomates y pepinos, repartidos en un área de 100 m<sup>2</sup>. (Ministry of Economy and Industry, 2016) Este proyecto llamado “Green in City” ha generado tendencia debido a que permite comprar directamente al público local sus productos cultivados, vendiendo más de 1,500 productos a la semana, a la vez que enseñan a las personas a cómo construir su propia granja hidropónica casera. La producción que destaca en este proyecto es la de lechugas, cosechando alrededor de 15,000 cada mes. (Press, 2017)

La hidroponía también se encuentra altamente difundida en Holanda en donde el área destinada a esta técnica es de 4,000 ha. Este método se hizo popular hace unas décadas, sobre todo en la zona occidental de este país, en donde el agua subterránea se estaba contaminando a niveles inaceptables debido a la horticultura en la región, lo que conllevó a los agricultores a eliminar su cosecha del suelo y buscar otras alternativas. La hidroponía en este país permitió un control óptimo y un producto de mayor calidad, siendo una de las razones para que Holanda se posicione como el mayor productor de tomates del mundo. Otros productos hidropónicos que destacan en Holanda son arándanos, fresas, cebollas, lechugas, hierbas, verduras de hoja verde, cultivos ornamentales, entre otros. Actualmente, los científicos en Holanda se encuentran trabajando para hacer que esta tecnología se implemente en los desiertos, lo cual podría alterar por completo la vida en el continente africano e incluso acabar con el hambre. (Dutch Greenhouse Technology, 2018)

México es el séptimo país en Latinoamérica que tiene una mayor superficie de invernaderos, aproximadamente 2000 ha, y el segundo en dedicarse a la técnica de la hidroponía. Los productos hidropónicos que destacan en este país son los tomates, pimientos, lechugas, berros, kales, pepinos, arándanos, aguaymantos, entre otros. En los últimos años, la agricultura hidropónica en México ha crecido relativamente rápido, debido a los problemas

relacionados al cultivo en suelo como lo son la presencia de plagas, escasez de agua, tierras degradadas, así como las condiciones climáticas. Este crecimiento ha hecho que México se posicionó como uno de los países latinoamericanos en donde la hidroponía se encuentra más difundida. (Intagri, 2017)

Otros países en los que la hidroponía se encuentra difundida como alternativa agrícola son Reino Unido, Canadá, Argentina, Chile, Austria, Nueva Zelanda, entre otros.

### **Mercado de cultivos hidropónicos**

Un informe realizado por la IBIS World estima que a nivel mundial los ingresos generados por los cultivos hidropónicos en el 2016 ascendían a 821 millones de dólares con un 4.5 % de crecimiento anual en el período de 2011 a 2016. (Intagri, 2017)

Los principales productos de los cultivos hidropónicos son el pepino, pimiento, lechuga y el tomate. En Sudamérica la hortaliza más producida con la hidroponía es la lechuga representando un 49% del total de los cultivos hidropónicos, por otro lado, en Norteamérica el 56 % del total de cultivos hidropónicos viene representado por el tomate. (Intagri, 2017)

#### **2.1.2. Hidroponía en el Perú**

En el Perú existen distintas instituciones públicas y privadas, nacionales y extranjeras que buscan promover y difundir el uso del sistema hidropónico para cultivo de hortalizas y frutas. (Bisbal, Luna, & Mesones, 1999)

A partir de finales de los años noventa en el Perú se introdujo la empresa Invernaderos Hidropónicos del Perú, la primera en el sector, ubicada en Lurín, con 2. 500 metros cuadrados de cultivos hidropónicos. Actualmente la empresa cuenta con 5 hectáreas de cultivos de todo tipo de vegetales, representando así el crecimiento de la actividad comercial de producción hidropónica en el país. Hoy en día en el Perú existen distintas empresas que producen berenjenas, lechugas, pepinos, espinacas, pimientos, tomates e incluso arándanos, para el comercio interno y externo. Aunque la mayor parte de estos cultivos están ubicado en Lima, también existe un desarrollo en Cajamarca y Ayacucho. En nuestro país actualmente, existen apenas 50 ha de cultivos comerciales en hidroponía, el director del Centro de Hidroponía y Nutrición Mineral de la Unidad Nacional la Molina (CIHNM de la UNALM) Alfredo

Rodríguez Delfín comenta que, los cultivos hidropónicos irán creciendo de la mano de cultivos de exportación. (Ortiz, 2017)

El Centro de Hidroponía y Nutrición Mineral de la Universidad Nacional Agraria la Molina fue creado en el año 1994 con el objetivo de promover y difundir en todo el país la técnica de la hidroponía para el cultivo de hortalizas o frutas, contribuyendo así en el desarrollo agrícola del Perú y apoyando proyectos sociales que buscan mejorar la calidad de vida de la población con menores ingresos. El CIHNM inicio sus actividades primero difundiendo la técnica entre los estudiantes de la UNALM, posteriormente extendió su enseñanza a nivel nacional e internacional. (Universidad Nacional Agraria de la Molina, 2017)

Hasta el 2017 el CIHNM ha realizado 226 cursos prácticos, capacitando a aproximadamente 7,000 participantes, y además de la realización de 17 cursos internacionales de hidroponía, con participantes de distintos países de Latinoamérica. En esta fecha el Módulo de Hidroponía de la UNALM de 750 metros cuadrados fue ampliado con una nueva área de 500 metros cuadrados con la finalidad de realizar pruebas de cultivos y soluciones nutritivas con el sistema de riego por goteo, además de la producción de orquídeas hidropónicas. (Universidad Nacional Agraria de la Molina, 2017). En la Ilustración 1 podemos ver el área de ampliación.



Ilustración 1: Nueva área de 500 m<sup>2</sup> con el sistema de riego por goteo (2017)

Fuente. Tomado y adaptado de la Universidad Nacional Agraria de la Molina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Recuperado de: <http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/ciencias/hidroponia/antecedentes.htm>

Otros avances en la hidroponía en el Perú se pueden ver evidenciado por el proyecto “Air Huerta” presentado por la Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTECH), este consiste en la implementación de un sistema que utiliza la humedad del aire para el riego de lechugas hidropónicas usando la técnica NFT, permitiendo crear una producción ecológica sostenible y sustentable en lugares en donde el recurso hídrico es escaso. (Gestión, 2015)

### **2.1.3. Hidroponía en Piura**

En nuestra región la producción de alimentos mediante la hidroponía es aún baja, el desarrollo de esta técnica se puede ver a través de emprendimientos, investigaciones y proyectos.

El CIPCA (Centro de investigación y promoción del campesino) es una institución precursora de los cultivos hidropónicos en Piura, el Padre Vicente Santuc construyó un invernadero en los Ejidos en donde inició el proyecto de investigación en cultivos hidropónicos, que tuvo una duración de aproximadamente 10 años en los que experimentó el cultivo con diferentes tipos de hortalizas, composiciones de soluciones nutritivas, frecuencias de aireación, etc. (Pineda Milicich, 2017)

En Piura en el distrito de Catacaos hace más de 4 años Angelina Silva crea la empresa Natur Life, que se dedica a la producción de lechugas hidropónica utilizando el sistema NFT, sus productos son ofrecidos en los principales supermercados y restaurantes de Piura.

En 2017, en el distrito del Alto, se inició el proyecto “Producción de Hortalizas aplicando el método de Hidroponía” con un costo de 159, 413.58 nuevos soles, este proyecto generará puestos de trabajos a los pobladores. (EL Regional Piura, 2017)

El estudio y desarrollo de la hidroponía también está siendo introducido en la enseñanza en colegios de nuestra región, en la Institución Educativa Jorge Chávez, en el 2018 los estudiantes de 5<sup>to</sup> año de secundaria desarrollaron un proyecto de hidroponía con el que lograron cosechar alrededor de 1000 plantas de lechuga. (Cosmos, 2018)

### **2.1.4. Empresas Representativas**

A continuación, se mencionan algunas de las empresas más representativas en el sector del cultivo hidropónico.

- **Bright Farms (Nueva York)**

Es una empresa que tiene como misión el mejorar la salud de la sociedad y el planeta a través del cultivo de alimentos en comunidades para que se consuman alimentos más frescos, sabrosos y mejores para el medio ambiente. Bright Farms financia, construye y opera granjas de efecto invernadero en áreas urbanas de las que obtiene productos frescos, esto le permite eliminar la distancia y costos de transporte y cadena de suministros que ocupan los alimentos tradicionales. Sus granjas están diseñadas con sistemas hidropónicos que permiten la recirculación del agua, estos sistemas usan una solución de nutrientes a base de minerales para nutrir los productos en un ambiente sin suelo, implica un menor uso del agua de la agricultura convencional. (Bright Farms, 2019).

Bright Farms se ha convertido en un importante proveedor de alimentos frescos de empresas como Walmart, Giant, Mccaffrey's Food Markets, entre otras empresas.

- **Fujitsu (Japón)**

Es una empresa líder en infraestructura TI con presencia en los mercados de Europa, Oriente Medio y África.

Fujitsu está haciendo uso de su análisis de datos para la producción de lechugas y espinacas bajas en potasio, en su fábrica en Aizu Wakamatsu, Japón, su plataforma Akisai almacena, analiza y procesa información proporcionada por sensores en sus invernaderos de cultivos hidropónicos, lo que le permite controlar de forma remota la temperatura, ventilación, etc. Produciendo así hortalizas de alta calidad. (Jackson, 2016)

- **Alesca Life (China)**

Es una empresa de tecnología agrícola, establecida en 2013, impulsada por la colaboración, innovación y nutrición, busca capacitar a las comunidades para cultivar alimentos frescos y saludables con el uso de tecnologías inteligentes, mientras se logra un agricultura más eficiente, transparente y accesible. (Alesca Life, 2019)

- **Invernaderos Hidropónicos del Perú**

Es la empresa líder en la producción de alimentos a través de cultivos hidropónicos, fundada en 1997, ubicada en el distrito de Lurín, Lima, Perú. Sus productos son ofrecidos en supermercados como Wong, Metro, Plaza Veja, Vivanda;

Multimarket San Fernando, Freshmart.pe, II Pastidicio Classico y Franco Supermercados. (Miguel, 2019)

## 2.2.Situación Actual de la Acuicultura

### 2.2.1. Acuicultura en el Mundo

A nivel mundial, la acuicultura ha ido experimentado un crecimiento sostenido a partir de la década de 1980, aportando cada vez más al suministro de pescado para consumo humano. Pasó, por ejemplo, de una contribución del 7% en 1974 a una contribución del 26% en 1994, luego aumentó a 39% en el 2004, y finalmente en el 2014 aportó el 44% de la producción mundial de pescado, quedando muy emparejado con la pesca de captura (FAO, 2016).<sup>2</sup>

En la Tabla 1, se puede apreciar la evolución y comparación de la producción mundial de pescado proveniente de la acuicultura y de la pesca durante el período 2009 – 2014.

Tabla 1. Producción y utilización de la pesca y la acuicultura en el mundo

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<i>(Millones de toneladas)</i>						
<b>PRODUCCIÓN</b>						
<b>Pesca de captura</b>						
Continental	10,5	11,3	11,1	11,6	11,7	11,9
Marina	79,7	77,9	82,6	79,7	81,0	81,5
<b>Total de capturas</b>	<b>90,2</b>	<b>89,1</b>	<b>93,7</b>	<b>91,3</b>	<b>92,7</b>	<b>93,4</b>
<b>Acuicultura</b>						
Continental	34,3	36,9	38,6	42,0	44,8	47,1
Marina	21,4	22,1	23,2	24,4	25,5	26,7
<b>Total acuicultura</b>	<b>55,7</b>	<b>59,0</b>	<b>61,8</b>	<b>66,5</b>	<b>70,3</b>	<b>73,8</b>
<b>TOTAL</b>	<b>145,9</b>	<b>148,1</b>	<b>155,5</b>	<b>157,8</b>	<b>162,9</b>	<b>167,2</b>
<b>UTILIZACIÓN<sup>1</sup></b>						
Consumo humano	123,8	128,1	130,8	136,9	141,5	146,3
Usos no alimentarios	22,0	20,0	24,7	20,9	21,4	20,9
Población ( <i>miles de millones</i> )	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2	7,3
Suministro de pescado <i>per capita</i> (kg)	18,1	18,5	18,6	19,3	19,7	20,1
Nota: No se contabilizan las plantas acuáticas. Es posible que los totales no sean exactos debido al redondeo.						
<sup>1</sup> Los datos de esta sección para 2014 son estimaciones provisionales.						

Fuente: FAO (2016)

Los peces recolectados en el 2014 provenientes de la actividad acuícola ascendieron a 73.8 millones de toneladas, los cuales estuvieron compuestos por 49.8 millones de toneladas de peces de escama, 6.9 millones de toneladas de crustáceos, 16.1 millones de toneladas de

<sup>2</sup> FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

moluscos y 7.3 millones de toneladas de otros animales acuáticos como las ranas (FAO, 2016). En total, se estimó un valor de primera venta de estos productos de 160 200 millones de dólares americanos.

En la Tabla 2 se tiene la producción de cada tipo de especie de acuerdo a cada continente. En ella se puede observar claramente que Asia lidera la producción con un amplio margen, seguida por América, Europa, África y finalmente Oceanía.

Tabla 2. Producción de los principales grupos de especies de peces comestibles procedentes de la acuicultura en 2014

		ACUICULTURA CONTINENTAL	ACUICULTURA MARINA Y COSTERA	TOTAL
		<i>(Toneladas)</i>		
<b>África</b>	Peces de escama	1.682.039	12.814	1.694.853
	Moluscos	–	3.708	3.708
	Crustáceos	7.240	5.108	12.348
	Otros animales	–	1	1
	<b>Total África</b>	<b>1.689.279</b>	<b>21.631</b>	<b>1.710.910</b>
<b>Américas</b>	Peces de escama	1.076.073	1.018.460	2.094.533
	Moluscos	–	539.989	539.989
	Crustáceos	63.915	652.610	716.525
	Otros animales	567	–	567
	<b>Total Américas</b>	<b>1.140.555</b>	<b>2.211.059</b>	<b>3.351.614</b>
<b>Asia</b>	Peces de escama	40.319.666	3.388.124	43.707.790
	Moluscos	277.744	14.545.398	14.823.142
	Crustáceos	2.673.159	3.507.019	6.180.178
	Otros animales	520.244	370.538	890.782
	<b>Total Asia</b>	<b>43.790.813</b>	<b>21.811.079</b>	<b>65.601.892</b>
<b>Europa</b>	Peces de escama	477.051	1.820.109	2.297.160
	Moluscos	–	631.789	631.789
	Crustáceos	74	241	315
	Otros animales	39	824	863
	<b>Total Europa</b>	<b>477.164</b>	<b>2.452.963</b>	<b>2.930.127</b>
<b>Oceanía</b>	Peces de escama	4.432	63.124	67.556
	Moluscos	149	114.566	114.715
	Crustáceos	–	5.558	5.558
	Otros animales	–	1.354	1.354
	<b>Total Oceanía</b>	<b>4.581</b>	<b>184.602</b>	<b>189.183</b>
<b>Mundo</b>	Peces de escama	43.559.260	6.302.631	49.861.891
	Moluscos	277.744	15.835.450	16.113.194
	Crustáceos	2.744.537	4.170.536	6.915.073
	Otros animales	520.850	372.718	893.568
	<b>TOTAL MUNDIAL</b>	<b>47.102.391</b>	<b>26.681.334</b>	<b>73.783.725</b>

Fuente: FAO (2016)

Además de los peces, la acuicultura produce una cantidad considerable de plantas acuáticas. Como ha sido mencionado anteriormente, en el 2014 la producción mundial acuícola de pescado representó el 44 % del total, con 73.8 millones de toneladas; sin embargo, si se añade la producción de plantas acuáticas, la producción acuícola mundial alcanzó los 101.1

millones de toneladas, lo cual significó la primera vez en la historia que la acuicultura proporcionó más pescado que la pesca extractiva.

Según los datos registrados por la FAO, para el 2014 se contaba con la producción de 580 especies cultivadas alrededor del mundo. Entre ellas se encuentran 362 peces de escama, 104 moluscos, 62 crustáceos, 6 ranas y reptiles, 9 invertebrados acuáticos y 37 plantas acuáticas (FAO, 2016).

En cuanto a los principales proveedores a nivel mundial, Asia ha dominado durante los dos últimos decenios, generando aproximadamente el 89% de la producción acuícola mundial de pescado para consumo humano. Por su parte, América y África han aumentado sus respectivas proporciones en la producción mundial, mientras que Oceanía y Europa han tenido una ligera disminución (FAO, 2016). De hecho, los 5 primeros productores acuícolas pertenecen al continente asiático, liderados por China, mientras que en el top 10 apenas llegan a entrar un país europeo (Noruega), un americano (Chile) y un africano (Egipto), todo esto se puede ver en Tabla 3.

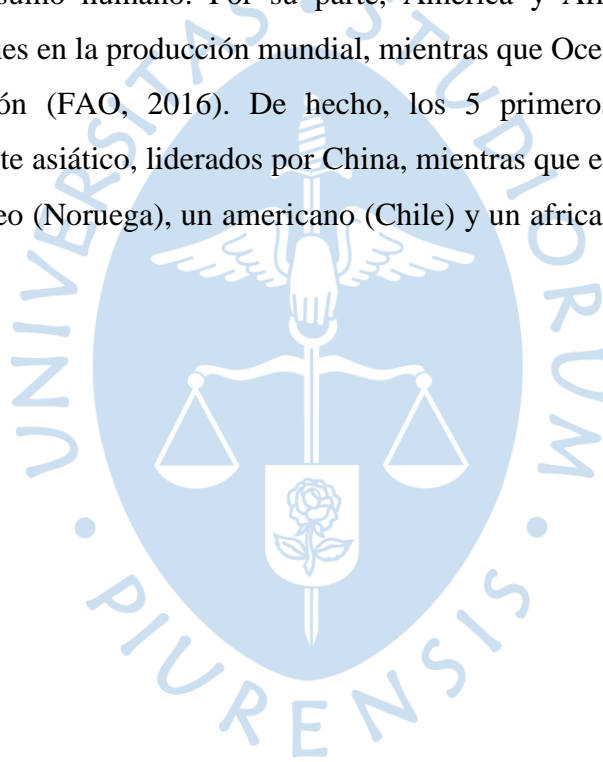


Tabla 3. 25 primeros productores y principales grupos de especies cultivadas en 2014

PRODUCTORES PRINCIPALES	PECES DE ESCAMA					TOTAL DE PECES	PLANTAS ACUÁTICAS	PRODUCCIÓN ACUÍCOLA TOTAL
	ACUICULTURA CONTINENTAL	ACUICULTURA MARINA/COSTERA	ACUICULTURA CONTINENTAL	ACUICULTURA MARINA/COSTERA	OTROS ANIMALES ACUÁTICOS			
<i>(Miles de toneladas)</i>								
China	26.029,7	1.189,7	13.418,7	3.993,5	839,5	<b>45.469,0</b>	13.326,3	<b>58.795,3</b>
Indonesia	2.857,6	782,3	44,4	613,9	0,1	<b>4.253,9</b>	10.077,0	<b>14.330,9</b>
India	4.391,1	90,0	14,2	385,7	...	<b>4.881,0</b>	3,0	<b>4.884,0</b>
Viet Nam	2.478,5	208,5	198,9	506,2	4,9	<b>3.397,1</b>	14,3	<b>3.411,4</b>
Filipinas	299,3	373,0	41,1	74,6	...	<b>788,0</b>	1.549,6	<b>2.337,6</b>
Bangladesh	1.733,1	93,7	...	130,2	...	<b>1.956,9</b>	...	<b>1.956,9</b>
República de Corea	17,2	83,4	359,3	4,5	15,9	<b>480,4</b>	1.087,0	<b>1.567,4</b>
Noruega	0,1	1.330,4	2,0	...	...	<b>1.332,5</b>	...	<b>1.332,5</b>
Chile	68,7	899,4	246,4	...	...	<b>1.214,5</b>	12,8	<b>1.227,4</b>
Egipto	1.129,9	...	...	7,2	...	<b>1.137,1</b>	...	<b>1.137,1</b>
Japón	33,8	238,7	376,8	1,6	6,1	<b>657,0</b>	363,4	<b>1.020,4</b>
Myanmar	901,9	1,8	...	42,8	15,6	<b>962,2</b>	2,1	<b>964,3</b>
Tailandia	401,0	19,6	209,6	300,4	4,1	<b>934,8</b>	...	<b>934,8</b>
Brasil	474,3	...	22,1	65,1	0,3	<b>561,8</b>	0,7	<b>562,5</b>
Malasia	106,3	64,3	42,6	61,9	0,6	<b>275,7</b>	245,3	<b>521,0</b>
República Popular Democrática de Corea	3,8	0,1	60,2	...	0,1	<b>64,2</b>	444,3	<b>508,5</b>
Estados Unidos de América	178,3	21,2	160,5	65,9	...	<b>425,9</b>	...	<b>425,9</b>
Ecuador	28,2	0,0	...	340,0	...	<b>368,2</b>	...	<b>368,2</b>
Provincia china de Taiwán	117,3	97,8	99,0	21,9	3,6	<b>339,6</b>	1,0	<b>340,6</b>
Irán (República Islámica del)	297,5	0,1	...	22,5	...	<b>320,2</b>	...	<b>320,2</b>
Nigeria	313,2	...	...	...	...	<b>313,2</b>	...	<b>313,2</b>
España	15,5	44,0	222,5	0,2	0,0	<b>282,2</b>	0,0	<b>282,2</b>
Turquía	108,2	126,1	...	...	0,1	<b>234,3</b>	...	<b>234,3</b>
Reino Unido	13,5	167,3	23,8	...	...	<b>204,6</b>	...	<b>204,6</b>
Francia	43,5	6,0	154,5	0,0	...	<b>204,0</b>	0,3	<b>204,3</b>
<b>SUBTOTAL DE LOS 25 PRODUCTORES PRINCIPALES</b>	<b>42.041,2</b>	<b>5.837,5</b>	<b>15.696,7</b>	<b>6.638,3</b>	<b>890,9</b>	<b>71.058,2</b>	<b>27.127,2</b>	<b>98.185,4</b>
<b>MUNDO</b>	<b>43.559,3</b>	<b>6.302,6</b>	<b>16.113,2</b>	<b>6.915,1</b>	<b>893,6</b>	<b>73.783,7</b>	<b>27.307,0</b>	<b>101.090,7</b>
<b>PORCENTAJE DE LOS 25 PRIMEROS PRODUCTORES EN EL TOTAL MUNDIAL</b>	<b>96,5</b>	<b>92,6</b>	<b>97,4</b>	<b>96,0</b>	<b>99,7</b>	<b>96,3</b>	<b>99,3</b>	<b>97,1</b>

Nota: ... = Porcentaje de los 25 primeros productores en el total mundial.

Fuente: FAO (2016)

### 2.2.2. Acuicultura en el Perú

La acuicultura en el Perú no ha tenido el mismo desarrollo que en otros países de la región, como Chile o Ecuador, los cuales son considerados potencias mundiales en el cultivo de Salmón y Langostino, respectivamente (Salinas & Alarcón, 2017), además de estar ubicados dentro de los 25 principales productores acuícolas en el mundo.

En el Perú, solo el 2.1% de la producción total de pescado corresponde a la acuicultura, mientras que en el resto del mundo el porcentaje promedio aproximado de aporte de la producción acuícola ronda el 49%.

Según el Ministerio de la Producción, las especies más cultivadas en el país son langostino y concha de abanico, destinadas principalmente a exportación. La especie de langostino cultivada en el Perú es la *Penaeus vannamei*, conocida como langostino blanco, distribuida principalmente en zonas costeras. Asimismo, la producción de concha de abanico se concentra principalmente en las regiones de Áncash, Ica y Piura (FAO, 2005).

Otro pez desarrollado en el Perú es la trucha, de la especie *Oncorhynchus mykiss*, más conocida como Trucha Arco Iris, principalmente en las zonas altoandinas y está dirigida tanto al mercado nacional como internacional. La producción de trucha se concentra en Junín y Puno, y se extiende a Moquegua y Tacna (FAO, 2005).

Otras especies de peces cultivados en zonas tropicales son “peces nativos (Gamitana, Paco y Boquichico), y su producción se orienta al mercado local” (Ministerio de la Producción, s.f.). Finalmente, también se cultiva la tilapia, un pez que ha sido muy desarrollado en la selva alta, más concretamente en San Martín, así como en la costa norte, tanto para consumo interno como exportación.

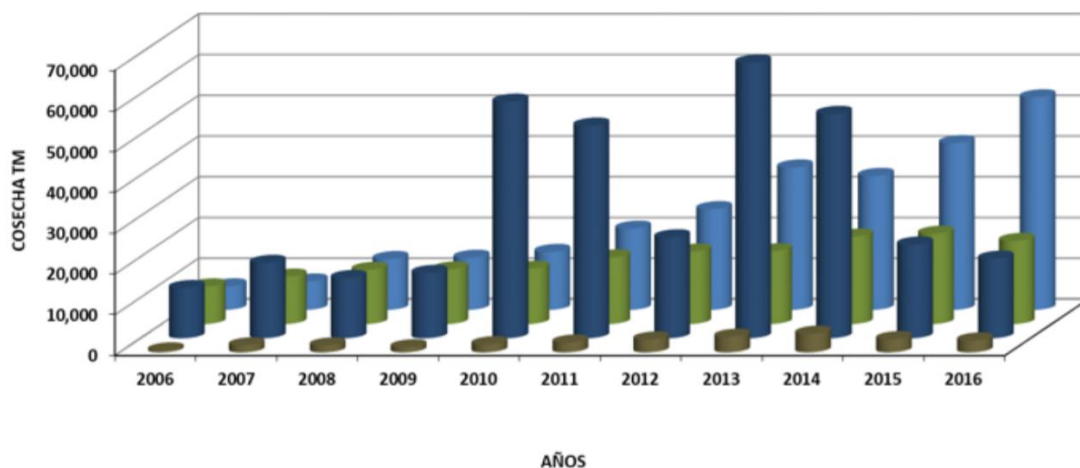


Ilustración 2. Cosecha de recursos hidrobiológicos procedentes de la actividad acuícola en el período 2006-2016

Fuente: PRODUCE (2017)

### 2.2.3. Acuicultura en Piura

Existen dos centros de Acuicultura en la región Piura, uno en Piura y otro en Sechura, los cuales se encuentran bajo la gestión de la Dirección General de Capacitación y Desarrollo Técnico en Acuicultura (Digecadeta), que forma parte del Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero o Fondepes.

Su responsabilidad es dirigir y ejecutar actividades de capacitación y asesoramiento técnico en coordinación con el Ministerio de la Producción a los gobiernos locales, regionales y acuicultores de la zona con la finalidad de mejorar la productividad y competitividad del sector (FONDEPES, s.f.).

La región Piura, al ser territorio costero, reúne las condiciones adecuadas para cultivar tilapia, es por ello que el Centro de Acuicultura Piura se dedica a la producción de semilla de Tilapia gris (*Oreochromis niloticus*), ubicado en el campus de la Universidad Nacional de Piura, en el distrito de Castilla, provincia de Piura. Adicionalmente, cuenta con un módulo de validación de producción de tilapia mediante el uso de jaulas flotantes, ubicado en el Reservorio de Poechos, distrito de Lancones, provincia de Sullana (FONDEPES, s.f.).

Por otro lado, en Sechura se ubica el Centro de Acuicultura Virrilá, en el cual se evalúa la producción de Artemia salina como alimento vivo de los langostinos criados en el Estuario de Virrilá.

#### 2.2.4. Empresas Representativas

Dentro de las empresas que proveen materiales, equipos y tecnología para la acuicultura se tienen como ejemplo (Delgado, 2018):

- Pentair Aquatic Eco-Systems

Empresa con sede en EE. UU, ofrece una serie de controladores y monitores que permiten, entre otras funciones:

- Medir parámetros del agua como pH, temperatura, salinidad, oxígeno, etc.
- Controlar longitud y peso de los peces a través de un sensor escáner. Esterilizadores, bombas, redes para depredadores, etc.

- Faivre ETS

Empresa francesa, se constituye como una de las mejores en ofrecer máquinas de acuicultura. Sus productos incluyen variedades de filtros especializados según la aplicación y especie que se requiera cultivar y otros elementos como bombas, contadores de peces y devastadores de hojas.

- AKVA Group

Empresa noruega, es uno de los principales partners en servicios y tecnologías para la industria acuícola.

Entre sus productos ofrece:

- Jaulas de plástico y de metal para crianza.
- Sistema de alimentación para el sistema, que incluye sopladores, sistema de refrigeración, dosificadores y un inyector limpiador.

## **2.3. Situación Actual de la Acuaponía**

En el presente apartado se analizará la situación actual del grado de desarrollo de la acuaponía a nivel mundial, nacional y regional. Esto es con el fin de contextualizar y conocer mercados similares y rescatar lo bueno para poder implementarlo en el proyecto.

### **2.3.1. Acuaponía en el Mundo**

Como se puede observar, la industria de la acuaponía es aún muy nueva, encontrándose actualmente en desarrollo y crecimiento a nivel mundial. Sin embargo, se pueden observar grandes diferencias entre los países desarrollados y subdesarrollados sobre los distintos métodos y tecnología desarrollada en este tema.

Australia tiene metas medio ambientales bastante altas, siendo el país de mayor superficie orgánica certificada según el Instituto de Investigación de Agricultura Orgánica (FIBL), alcanzando una superficie de 27,2 millones de hectáreas (Eguillor, 2018). Es por esto, que también tiene un gran interés en el desarrollo de la industria acuapónica. Las proyecciones (relativamente conservadoras) para la granja Minnamurra, en Australia, indican que, para una inversión de 30000 dólares, se puede obtener una ganancia de 20000 dólares en el primer año; recalcando que no se está tomando en cuenta parte de la inversión inicial debido al sistema de recirculación en acuicultura ya instalado previamente. (Ramirez, Sabogal, Jiménez, & Hurtado, 2008)

Otro de los países que le ha dado relevancia a la acuaponía es Canadá, en donde los diversos ensayos realizados en el Centro para la diversificación de cultivos en Alberta han llevado a recomendarle a los productores hidropónicos convertirse al acuapónico. Este proyecto cuenta con un apoyo estatal de 6.6 millones de dólares. Además, se han realizado estudios sobre la acuaponía urbana en la ciudad de Toronto, los cuales dieron como resultado que el sistema de techos verdes tendría impactos positivos por reducción de costos de energía, reducción de niveles de dióxido de carbono y óxido nitroso (Ramirez, Sabogal, Jiménez, & Hurtado, 2008)

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), no es ajena a los beneficios de la acuaponía, haciendo de esta una de sus herramientas principales en su afán de brindar una mejor calidad de vida en zonas pobres del mundo, sobre todo en África. Es así como, entre los años 2012-2013, llevaron a cabo un proyecto de

implementación de la acuaponía en la Franja de Gaza. Trabajaron con familias pobres y urbanas, predominantemente encabezadas por mujeres. Si bien inicialmente los resultados fueron exitosos, la provisión inicial de insumos que les suministraron se acabó y no contaban con los recursos para comprar más, ni con el conocimiento ni experiencia agrícola necesario para garantizar el buen desempeño de los cultivos. Además, tampoco tuvieron acceso al soporte técnico debido. Por todo esto se concluyó que primero deben enfocarse en hogares que tengan los medios y experiencia para asegurar el éxito, que se cree una industria rentable y sostenible, para posteriormente las familias interesadas y de escasos recursos tengan el soporte técnico de una red local vigente. (FAO, 2016)

Una realidad más cercana, sería la de México, en donde ya hace algunos años empezaron pruebas y emprendimientos de sistemas experimentales y granjas comerciales de acuaponía. En el Instituto Tecnológico de Boca de Río en 2012, se realizó un estudio de producción hidropónica y acuapónica de albahaca y langostino malayo (*Macrobrachium rosenbergii*), en donde se concluyó que esta combinación era una buena alternativa para los productores acuícolas que deseen integrar prácticas agrícolas, sin afectar su economía. (Ronzón Ortega, Hernández-Vergara, & Pérez-Rostro, 2012) Además, en el artículo titulado “Caracterización fisicoquímica de un efluente salobre de tilapia en acuaponía”, se detalla un estudio en donde evalúan el desempeño de siete especies vegetales herbáceas frente al cultivo de tilapias mediante un sistema acuapónico. (Campos-Pulido, Alonso-López, Avalos-de la Cruz, Asiain-Hoyos, & Reta-Mendiola, 2013).

Si bien estos estudios son un gran avance para México y el continente en general, aún hace falta profundizar y empezar a formar profesionales para impulsar y aprovechar al máximo este sistema productivo.

La acuaponía también está siendo vista como una herramienta educativa con la que se permite un aprendizaje transversal de las ciencias, adoptándose programas en relación con el tema en distintos países tales como Estados Unidos, Japón, Australia, India y Kenia. (Jiménez A. , 2013) Un caso específico se puede ver en España, en donde se implementaron sistemas acuapónicos para trabajar los ecosistemas a nivel meso en educación infantil. (Muñoz Saa & Jiménez Liso, 2017)

### **2.3.2. Acuaponía en el Perú**

A nivel nacional, el conocimiento en sistemas acuapónicos está paupérrimamente desarrollados, pero poco a poco aumenta el nivel de investigación e interés en la materia.

En la Universidad Nacional de Trujillo, por ejemplo, se realizó un estudio sobre el crecimiento de lechuga con efluentes de cultivo de tilapia, en donde se trabajó con la técnica de solución nutritiva circulante (NFT), pero variando parámetros y realizar una comparativa. Se identificaron y controlaron diversos parámetros importantes, tales como caudal, pH, variación de la longitud de la raíz y de la hoja con respecto al tiempo, y se llevó un control y monitoreo diario sobre proliferación de plagas (Moreno & Zafra, 2014)

En Nuevo Chimbote, se realizó un estudio similar, en donde se buscaba producir lechuga por medio de efluentes de tilapia gris. Después de la experimentación y el análisis, se concluyó que la acuaponía es un método alternativo de bajo costo para el cultivo de lechuga (*Lactula sativa*). (Segura & Balois, 2017)

Otro caso de estudio, surgió en la región Lambayeque, en donde un grupo de estudiantes de la Escuela de Mecánica Eléctrica de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, analizaron la problemática de la dificultad de plantar hortalizas en campo abierto dentro del país debido a las condiciones climáticas presentes y restringiendo así los cultivos de distintas hortalizas a zonas lejanas provocando el encarecimiento de productos; plantearon el proyecto Inti Muya (Huerta Solar en quechua), el cual propone el cultivo de hortalizas en invernaderos solares mediante un sistema acuapónico. El proyecto busca entonces, la generación de calefacción de forma natural y además atacar la desnutrición y frío que afecta a zonas vulnerables, exactamente en el distrito de Cañaris, Ferreñafe. (Sanemamiento, 2018)

En el aspecto legal, si bien existen leyes y normativa tanto para la acuicultura y la hidroponía, no existe alguna ley que restrinja explícitamente el desarrollo de la acuaponía.

### **2.3.3. Acuaponía en Piura**

En Piura, si bien la acuicultura e hidroponía se encuentran desarrolladas en cierta medida (sobre todo el tema acuícola), este sistema productivo resultante de ambas, llamado acuaponía, es casi completamente nuevo en la región. En la investigación realizada no se han encontrado fuentes fidedignas sobre algún tipo de investigación oficial realizada sobre el tema.

### 2.3.4. Empresas Representativas

En el mundo:

- The Aquaponic Source: se trata de una e-commerce estadounidense con opción de despacho en almacén y un amplio portafolio, que brinda sus servicios como agricultores, educadores, y diseñadores; a quienes les apasiona el cultivo de alimentos saludables, la conservación de recursos y la mejora del planeta para las generaciones futuras. Brindan así, sistemas acuapónicos de alta calidad, suministros y programas de capacitación para aplicaciones residenciales, escolares, comunitarias, gubernamentales, sin fines de lucro e internacionales. (TheAcuaponicSource, 2018)
- Acuaponia.mx: empresa mexicana dedicada al diseño y desarrollo de sistemas acuapónicos (e hidropónicos) personalizados según preferencias y disponibilidad de espacio del cliente. Pueden ser sistemas comerciales (tanto rurales como urbanos) caseros, educativos y/o arquitectónicos. También brinda servicios de capacitación, tanto a individuos como empresas interesadas en la producción de productos orgánicos. Y, además, ofrece la venta directa de productos orgánicos por medio de sus clientes-socios. (Acuaponia.mx, 2017)
- Aquaponics Design: Esta empresa se especializa en el diseño y construcción de sistemas acuapónicos exclusivos con fines ornamentales, tanto para hogares como empresas. Busca ser la empresa de diseño de acuaponía más talentosa del mundo, sin perder de vista el enfoque principal de ayudar a reducir la escasez de alimentos. Sus elementos principales son el diseño creativo, la sostenibilidad ambiental y la excelencia genuina. Como propósito trascendental, donan parte de sus ingresos para cubrir el 1% del proyecto Koya; el cual busca que, a través de la educación sobre la producción de alimentos autosuficientes a través de la acuaponía, se empodere a las escuelas y comunidades que sufren de inseguridad alimentaria, escasez de agua, suelos pobres y niveles extremos de pobreza. (AquaponicsDesign, 2018)

En el Perú

- **Acuaponicax:** es un emprendimiento peruano basado en la producción de trucha y lechuga a través de un modelo acuapónico. Su líder es Netty Malca Pérez y estos sistemas favorecerán principalmente a los pequeños agricultores de la ciudad de Cajamarca. Una vez que culminen el prototipo de la idea, el nombre de la marca cambiará, según lo indica Netty Malca. Cabe resaltar que, el proyecto postuló al concurso de proyectos alineados a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (ODS) y fue el único proyecto peruano entre los 10 seleccionados por la Federación Mundial de Organizaciones de Ingeniería (WFEO) para concursar en la siguiente fase, de entre 140 propuestas enviadas a nivel mundial. Una vez que culminen el prototipo de la idea, el nombre de la marca cambiará, según lo indica Netty Malca. (Arbulú, 2019)

## **2.4. Aplicaciones y Usos**

Se describirán las aplicaciones y usos de cada subsistema y del sistema total acuapónico

### **2.4.1. Aplicaciones y usos de la Hidroponía**

Las siguientes aplicaciones y usos son del subsistema hidropónico que conforma al sistema acuapónico.

#### **2.4.1.1. Aplicaciones de la Hidroponía**

Existen gran cantidad de aplicaciones de sistemas hidropónicos donde se optimizan y se maximizan sus beneficios (Hidroponía Sevilla, 2016):

- **Invernaderos**

Los márgenes de beneficios y competitividad de los cultivos tradicionales se encuentran muy reñidos, los circuitos Hidropónicos brindan mecanismos automatizados para la producción intensiva de determinados productos con uso de técnicas hidropónicas o semihidropónicas (Hidroponía Sevilla, 2016).

La construcción de invernaderos es rentable ya que permite contar con cosechas más precoces adelantando de manera considerable los productos de campaña cultivados de manera tradicional, es decir se produce antes y además aumenta la calidad al tener un producto protegido de las inclemencias del tiempo.

Una de las principales ventajas del uso de hidroponía en invernaderos es la protección de cultivos ante plagas ya que, al no estar el cultivo en contacto con la tierra, el contagio está controlado, además se descarta el uso de cualquier herbicida y pesticidas (Hidroponía Sevilla, 2016).

- **Huertos Urbanos**

Cada vez existe más personas que se solidarizan con el cuidado de nuestro planeta, convirtiendo terrazas y balcones en jardines y huertos que le proporcionen productos básicos para el día a día sin la utilización de tierra, reduciendo el espacio al mínimo y de la forma más sencilla (Hidroponía Sevilla, 2016).

- **Forraje Verde**

El forraje verde hidropónico es el resultado del proceso de germinación de granos de leguminosas o cereales (trigo, cebada, sorgo, maíz, etc.). El proceso se realiza en cámaras de germinación diseñadas para tal finalidad absorbiendo los nutrientes disueltos en la solución hidropónica, en ausencia total de suelo (Hidroponía Sevilla, 2016).

Con el forraje verde hidropónico se puede alimentar sin inconvenientes ganado vacuno, porcino, caprino y equino, conejos y una gran cantidad de animales domésticos con excelentes resultados.

El forraje hidropónico es totalmente diferente a los pastos tradicionales, ya que el animal consume las primeras hojas verdes, los restos de las semillas y la totalidad de las raíces, que constituyen una completa fórmula de carbohidratos, azúcares y proteínas. Su sabor y textura le confieren gran palatabilidad y fácil asimilación (Hidroponía Sevilla, 2016).

- **Otras Aplicaciones**

- **Aplicación Científica**

Esta aplicación radica en el uso de la Hidroponía como herramienta para obtener un conocimiento más profundo del comportamiento de las plantas. Este conocimiento conduce a la obtención de respuestas significativas a estímulos nutricionales relacionados con mayor productividad y economías en el consumo de

agua, fertilizantes, pesticidas, semillas, etc. Este conocimiento abre para la agricultura moderna unas perspectivas muy amplias. La transformación de los desiertos israelitas en auténticos campos agrícolas, la utilización de aguas saladas para regadío, las investigaciones realizadas por la NASA encaminadas siempre al perfeccionamiento de sistemas de cultivos para ser aplicados en el medio artificial de los satélites espaciales son un ejemplo. En el ámbito local, debemos destacar la explosiva irrupción de esta tecnología en el campo de la floricultura a partir del año 1992. Hoy en día se cultivan una amplia variedad de especias por medio de estas técnicas (Sáenz, 2001).

- **Aplicación Recreativa**

Los Cultivos Hidropónicos son muy atractivos y su práctica permite vivir y disfrutar paso a paso con cada uno de los cambios que presentan las plantas. La utilidad centímetro a centímetro es uno de sus mayores atractivos. Los Claveles, las Rosas, las Gerberas, las Hortensias, las Callas, el Limoniun, las Orquídeas entre las flores y por otro lado las hortalizas como las lechugas, tomates, pimentones, pepinos y acelgas son especies que se adaptan muy bien a las condiciones del cultivo hidropónico. Las hierbas medicinales y las plantas aromáticas como el apio, el perejil, la albahaca, el orégano, el tomillo el cebollín, etc., son especies que se han cultivado muy bien mediante estas técnicas y muy promisorias en los mercados internacionales tanto para consumo fresco como para la obtención de extractos y esencias. El cuidadoso manejo llevará a cosechar productos libres de plagas y enfermedades. En Epcot Center en Orlando Fl. USA, existen grandes instalaciones dedicadas al cultivo hidropónico Recreativo, y vale recalcar que desde que se inauguró dicho centro, el Pabellón Hidropónico es uno de los más visitados por centenares de miles de turistas de todo el mundo (Sáenz, 2001).

- **Utilidad Didáctica**

La exploración de las diferentes áreas del conocimiento, principalmente las ciencias biológicas, química, microbiología, fisiología y otras utilizando la experiencia e iniciativa de los cultivadores, convierten a los cultivos Hidropónicos en una estrategia metodológica en el campo de la investigación de la producción vegetal. Es muy común en los colegios de enseñanza primaria y secundaria la

utilización de algunas sencillas técnicas hidropónicas para ayudar a comprender los fenómenos biológicos (Sáenz, 2001).

#### ○ **Utilidad Social**

La interacción entre los diferentes núcleos sociales, como la familia, el grupo y la comunidad, en la producción de los cultivos hidropónicos han hecho que esta tecnología se convierta en un instrumento dinamizador en algunos procesos de participación comunitaria (Sáenz, 2001).

#### **2.4.1.2. Usos de la Hidroponía**

Ya que la mayoría de los cultivos agrícolas comerciales se adaptan a los sistemas de producción hidropónicos las alternativas de uso son innumerables, desde hortalizas a árboles frutales, producción de cereales etc., son factibles de ser producidos bajo los sistemas hidropónicos. El cuándo, el cómo y qué sistema y en que cultivo se debe aplicar estos sistemas de producción, debe ser resultado de una serie de valoraciones que deben realizarse frente a cada circunstancia, donde deben ponderarse los pros y las contras del sistema que se pretende aplicar. Se deben contemplar aspectos de costos, calidad de los recursos, así como su abundancia y disponibilidad. También es muy importante la idiosincrasia del productor y su facilidad de adaptación al cambio y adopción de estas nuevas tecnologías (Gilsanz, 2007).

Hoy en día la actividad está alcanzando un gran auge en los países donde las condiciones para la agricultura resultan adversas. Combinando la hidroponía con un buen manejo del invernadero se llegan a obtener rendimientos muy superiores a los que se obtienen en cultivos a cielo abierto.

De esta forma, podemos hacer crecer a los vegetales crecer de una forma bastante rápida y otorgarles alimento rico en nutrientes. La técnica de la hidroponía es sencilla, limpia y con bajo coste, por lo que, para la agricultura a pequeña escala, este es un recurso bastante llamativo.

Incluso ha conseguido estándares comerciales y que algunos alimentos, plantas ornamentales y jóvenes plantas de tabaco que se cultivan de esta manera por diversas razones que tienen que ver con la falta de suelos adecuados.

Hoy día existen muchas zonas que tienen los suelos contaminados por vertidos o microorganismos que producen enfermedades a las plantas o por usar aguas subterráneas que degradan la calidad de los suelos. Por ello, el cultivo hidropónico es una solución a problemas de territorio contaminado (Portillo, 2016).

## 2.4.2. Aplicaciones y usos de la Acuicultura

Las siguientes aplicaciones y usos son del subsistema acuífero que conforma al sistema acuapónico.

### 2.4.2.1. Aplicaciones de la Acuicultura

Existen gran cantidad de aplicaciones de sistemas hidropónicos donde se optimizan y se maximizan sus beneficios

- **Aplicaciones de la acuicultura para investigaciones médicas con animales acuáticos**

Los animales acuáticos pueden llegar a tener características únicas o síndromes de enfermedades que los hacen particularmente adecuados para el estudio de procesos patológicos específicos y que los hacen interesantes para la investigación. Éstos para que puedan ser empleados con fines científicos deben reproducirse, criarse, alimentarse y manejarse siguiendo las más estrictas técnicas de acuicultura.

En los últimos 20 años se ha desarrollado toda una industria alrededor de este tipo de animales acuáticos con fines a la investigación, diseñándose sistemas de recirculación, monitorización, big data y alimentos específicamente elaborados para ellos (InterAqua, 2019).

Varias son las especies que se prestan al estudio, siendo la mayoría de agua dulce. Es el caso de los peces del género *Xiphophorus*, muy conocidos en el mundo de la acuariofilia, y que es usado en medicina para el estudio de melanomas y otros tumores. Otras especies del género *Amphiprion* y *Premnas*, conocidos como peces damiselas, pueden servir como modelo de expresión de genes fluorescentes. Sin embargo, si hay un pez que puede considerarse el conejillo de indias acuático por excelencia es el pez cebra (*Danio rerio*), por sus grandes aplicaciones en el ámbito científico, tanto para la investigación biomédica como medioambiental, que ha logrado que en las dos últimas décadas haya desplazado en su uso a la mosca del vinagre o el ratón (InterAqua, 2019).

Tal es su popularidad hoy en día como animal de laboratorio que existe todo un sector alrededor de esta especie; se celebran eventos internacionales en los que se abordan temáticas tan variadas como la dinámica de tejidos, el estudio de la organogénesis temprana, o las aplicaciones en biología química; y se desarrollan tecnologías y alimentos específicos para esta especie.

El pez cebra tiene como ventajas, su fácil mantenimiento; es bastante resistente a variaciones de las condiciones del medio; y puede convivir con muchas otras especies. Además, comparte con los humanos el 80 por ciento de los 14.000 genes que posee. Sin embargo, y a pesar de su popularidad, tanto en el ámbito acuarístico y del laboratorio, tiene aún muchos aspectos del hábitat y de la ecología de la especie desconocidos. Aunque su genoma se comenzó a secuenciar en 2001 y en 2002 se hizo el primer borrador, éste se ha ido actualizando hasta conseguir en la actualidad entre un 85 y un 90%. (InterAqua, 2019).

Dentro del área de la acuicultura especializada en centros de investigación y laboratorio, su cada vez más extendido uso abre una vía de negocio para el desarrollo de sistemas de cría y cultivo de la especie para distintas escalas de laboratorio; bases de datos con aplicaciones en la industria pesquera; desarrollo software de monitorización en laboratorio y big data.

Otras aplicaciones más específicas con el pez cebra se centran en el estudio de sus embriones transparentes para la morfología y la fisiología de determinados grupos de células mediante sondas y anticuerpos fluorescentes a partir de técnicas de tinción inmunohistoquímica e hibridaciones in situ (InterAqua, 2019).

#### **2.4.2.2. Usos de la Acuicultura**

Existen diversos usos de la acuicultura

- **Uso de la Acuicultura para el mejor uso del agua**

Se trata del desarrollo de un sistema piloto de tratamiento de agua a base de fotocátalisis heterogénea a partir de luces UV, que permite mejorar la eficiencia productiva en los sistemas de recirculación de agua utilizada en la industria.

Entre los beneficios de su aplicación se cuentan la disminución en los costos de tratamiento del recurso hídrico, ya que es más eficiente, seguro y menos complejo que los sistemas tradicionales de tratamiento biológico. Así mismo, la técnica destruye los contaminantes sin generar residuos, hecho que la convierte en una real innovación en tecnologías limpias para la acuicultura.

Por sus características, está destinado a transformarse en un real aporte al sector empresarial del rubro acuicultor que, a partir de su aplicación, se beneficiará con una

considerable reducción en los costos, el incremento en la exportación de salmones, moluscos y especies exóticas, además de posibilitar la introducción de nuevos cultivos que, por requerir mayor gasto de agua, hasta ahora no eran considerados (Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico, 2003).

### **2.4.3. Aplicaciones y usos de la Acuaponía**

Las siguientes aplicaciones y usos son del sistema acuapónico.

#### **2.4.3.1. Aplicaciones de la Acuaponía**

Como integración de 2 sistemas se puede definir una aplicación general

- **Acuaponía comercial**

Al tratarse de un sistema conformado por 2 sistemas sostenibles de producción de peces y hortalizas, el sistema acuapónico brinda todos los beneficios de ambos, potencia la producción de los cultivos y brindan una mejor calidad

#### **2.4.3.2. Usos de la Acuaponía**

Existen diversos usos de la acuicultura

- **Uso eficiente del agua**

En los sistemas acuapónicos el agua es un recurso bien utilizado. Es el medio de vida de los peces y de las raíces de las plantas. Es decir, el agua se utiliza por partida doble. Pero mejor aún, el agua nitrificada por los desechos de los peces es limpiada en cierta medida por las plantas. De este modo no se saliniza el suelo en caso de tener que vaciarla. (Axayacatl, La acuaponía como sistema de producción, 2017)

La acuaponía se ha convertido en toda una tendencia. Gracias a una combinación de acuicultura (la cría de peces) e hidroponía (el cultivo de plantas en agua sin suelo), la acuaponía es un ejemplo de los sistemas de recirculación denominados en general como agro-acuicultura integrada (AAI). Algunas granjas integradas pueden reducir el consumo de agua en un 90% en comparación con la agricultura tradicional. Esta es una muy buena noticia para el sector agrícola, que utiliza alrededor del 70% del agua dulce disponible a nivel mundial. (Crespi, 2018).

En regiones del mundo donde las ya escasas reservas de agua se ven cada vez más limitadas, resulta crucial lograr formas innovadoras de producir alimentos. Conocida

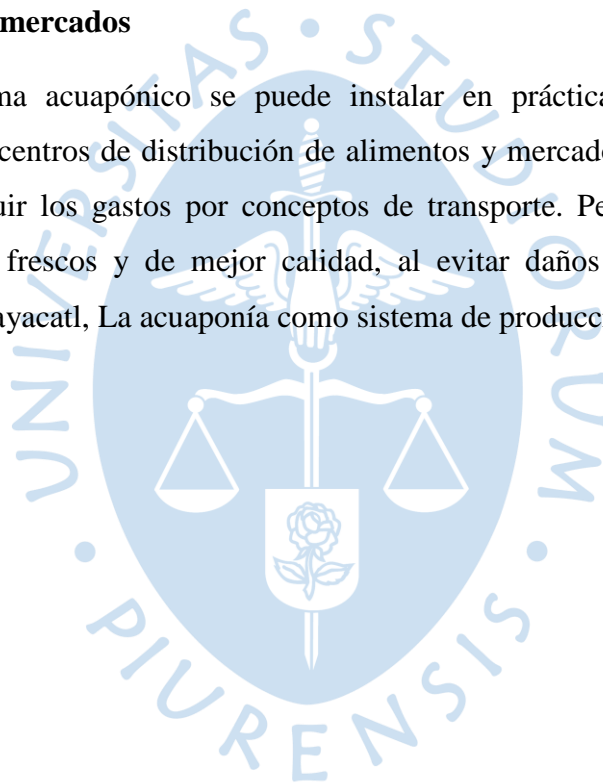
por el calor y los desiertos, no es del todo sorprendente que la región del Cercano Oriente y el Norte de África (NENA) sea una de ellas. (Crespi, 2018).

- **Fertilización orgánica**

Los desperdicios de los peces constituyen un fertilizante rico en nutrientes para las plantas. De esta manera es posible disminuir considerablemente el gasto en sales fertilizantes. Mejor aún, se pueden superar algunas de las certificaciones a productos orgánicos si se realiza un adecuado manejo del sistema acuapónico. (Axayacatl, La acuaponía como sistema de producción, 2017)

- **Cercanía a los mercados**

Un sistema acuapónico se puede instalar en prácticamente cualquier lugar, incluyendo los centros de distribución de alimentos y mercados. De esta manera sería posible disminuir los gastos por conceptos de transporte. Pero, además, se tendrían productos más frescos y de mejor calidad, al evitar daños postcosecha durante el transporte. (Axayacatl, La acuaponía como sistema de producción, 2017)



## Capítulo 3

### Marco Teórico

El presente capítulo tiene como finalidad exponer el contenido netamente teórico del proyecto, de manera que se forme una línea base de conceptos que le permitan al lector familiarizarse con los términos que se emplearán y entender el contexto del proyecto.

#### 3.1. Definiciones

##### 3.1.1. Acuicultura

Según el Reglamento de la Ley N° 27460 – Ley de Promoción y Desarrollo de la Acuicultura, se entiende por acuicultura al:

Conjunto de actividades tecnológicas orientadas al cultivo o crianza de especies acuáticas que abarca su ciclo biológico completo o parcial y se realiza en un medio seleccionado y controlado en ambientes hídricos naturales o artificiales, tanto en aguas marinas, dulces o salobres (Ley N° 27460, 2001).

Dentro de los organismos acuáticos que pueden ser cultivados se encuentran peces, moluscos, crustáceos e incluso algas marinas. Según la FAO, en la actualidad existen alrededor de 580 especies acuáticas cultivadas en el mundo, lo que da muestra de una gran diversidad genética dentro y entre las especies.

El principio de la acuicultura se basa fundamentalmente en la idea de la agricultura. De hecho, muchas de las prácticas culturales utilizadas en el manejo de cultivos de peces y otros organismos acuáticos han sido tomadas directamente de la agricultura tradicional (Meyer, 2004).

La diferencia determinante es el medio; los peces por ejemplo respiran el oxígeno que se encuentra disuelto en el agua (OD). La concentración de oxígeno en un cuerpo de agua posee una fluctuación diaria normal, sin embargo, en volúmenes reducidos de agua se pueden producir repentinamente y grandes fluctuaciones de esta concentración debido a una gran cantidad de factores, lo cual puede repercutir de manera negativa en la salud y supervivencia de los peces (Meyer, 2004).

### **3.1.2. Hidroponía**

La hidroponía es un conjunto de técnicas que permite cultivar plantas sin necesidad de suelo, es decir, en un medio libre de tierra. Es así que se pueden aprovechar espacios como azoteas, terrenos áridos, suelos infértiles, etc. para construir estructuras simples o complejas que permiten producir plantas principalmente de tipo herbáceo. A partir de este concepto, se desarrollaron distintas técnicas basadas en la adición de sustratos o soluciones de nutrientes que permitieran el desarrollo de la planta, sin dejar de lado necesidades de la planta como temperatura, humedad, nutrientes y agua (Beltrano & Giménez, Cultivo en hidroponía, 2015).

Un cultivo hidropónico logra crecer “gracias al suministro adecuado de los requerimientos hídricos y nutricionales, a través del agua y solución nutritiva. Con la técnica de cultivo sin suelo es posible obtener hortalizas de excelente calidad y sanidad” (Beltrano & Gimenez, Cultivo en hidroponía, 2015). Además, basados en la experiencia, los rendimientos por unidad de área cultivada son altos gracias a una mayor densidad, productividad por planta y eficiencia en el uso de los recursos agua, nutrientes y luz (Beltrano & Giménez, Cultivo en hidroponía, 2015).

### **3.1.3. Acuaponía**

La acuaponía puede ser definida como la combinación entre la acuicultura y la hidroponía, es decir, consiste en la integración del cultivo de plantas en base a soluciones nutritivas con el cultivo de animales acuáticos como peces, crustáceos y moluscos en ambientes controlados.

Fundamentalmente, se trata de generar un sistema en el cual los desechos orgánicos producidos por la especie acuática (normalmente peces) son degradados por bacterias y convertidos en nitratos, los cuales sirven como alimento para las plantas. Estas, al tomar estos

nitratos, purifican el agua que sirve de hábitat para los peces, consiguiendo así un ecosistema autosustentable (Nelson, 2007) (Parker, 2002).

Para la implementación de la acuaponía existen 4 técnicas principales, aunque la decisión del uso de cada una de ellas depende del tipo de hortaliza, tamaño del sistema, tipo de pez, ubicación del sistema, entre otros; se pueden combinar de tal manera que se genere un ecosistema lo más autosustentable posible considerando los parámetros antes mencionados.

- **Growbed System:** En esta técnica se usan contenedores para peces y una cantidad variable de camas para plantas según se requiera; además se utilizan variedad de sustratos, entre ellos piedras, arcilla expandida, roca volcánica o perlita. Se recomienda su uso para iniciar en la acuaponía, aunque uno de los principales problemas es el sólido que se acumula del sustrato y por lo tanto el constante uso de mano de obra para la limpieza (Timmons, 1998).
- **Growing Power Model:** Se desarrolló en Milwaukee, EE.UU. y se fundamenta en la utilización de una cama de sustrato para las plantas en la que se usan gusanos para la producción de humus. Como el modelo anterior se tiene un problema con la acumulación de sólidos y por lo tanto en personal para el mantenimiento (Timmons, 1998).
- **Raft System o Cama Flotante:** Este modelo, desarrollado en la Universidad de Islas Vírgenes, Estados Unidos, tiene una serie de ventajas comparado con los otros sistemas. A nivel comercial, se trata de un modelo con facilidad de crecimiento en poco tiempo; a nivel de organización, se pueden diferenciar claramente las partes del sistema y la función de cada componente. Finalmente, a nivel de rendimiento, la cantidad de plantas y peces obtenidos es mayor (Lieth & Lorence, 2019).
- **NFT o Sistema de película fina:** En esta técnica se utilizan tubos de PVC; entre las principales ventajas están su fácil instalación y bajo precio, pero al igual que las dos primeras mencionadas la acumulación de sólidos es un problema (Jiménez J. , 2012).

En términos generales, un sistema acuapónico se compone de los siguientes elementos:

- Tanque de peces
- Clarificador (o filtro de sólidos)
- Filtro biológico

- Camas de crecimiento para plantas
- Sifón
- Bombas de agua
- Bombas de aire

### 3.1.4. Especies

#### 3.1.4.1. Peces ornamentales y comestibles

- **Concepto general**

Un pez se define como un:

Vertebrado acuático, de respiración branquial, generalmente con extremidades en forma de aleta, aptas para la locomoción y sustentación en el agua. La piel, salvo raras excepciones, está protegida por escamas y la forma de reproducción es ovípara en la mayoría de estos animales (RAE, 2019).

Los peces pueden ser capturados y usados tanto para fines alimenticios como ornamentales. Un pez ornamental suele ser una especie que sobresale por ser atractiva y de llamativos colores, por lo que puede mantenerse como mascota en espacios confinados como acuarios o piscinas, con el propósito de disfrutar de su belleza (Kumari, Kumar, & Kumar, 2017). Por otro lado, un pez comestible -marino o de agua dulce- es aquel que es capturado o criado con la finalidad de ser consumido, en general porque estos peces tienen un alto valor proteico y son ricos en diversos nutrientes.

- **Especies cultivadas**

En un sistema acuapónico, los peces son los primeros establecidos. En la Tabla 4 se muestra un resumen de las especies comestibles más utilizadas en acuaponía junto a sus requerimientos de diferentes parámetros durante su crianza.

Tabla 4. Requerimientos de temperatura, nitrógeno, oxígeno disuelto y proteína para especies acuáticas usadas en acuaponía

Especie	Temperatura (°C)		Nitrógeno amoniacal total (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Proteína cruda en alimentos (%)
	Vital	Óptima				
Carpa común	3-34	25-30	<1	<1	>4	30-38
Tilapia del nilo	14-36	27-30	<2	<1	>4	28-32
Pez gato	5-34	24-30	<1	<1	>3	25-36
Trucha arcoíris	10-18	14-16	<0.5	<0.3	>6	42

Fuente: Tomado y Recuperado de Somerville (2014)

- **Pez dorado**

El pez dorado es un pez muy común de encontrar en los diferentes acuarios del mundo, ya que generalmente se le da un trato de pez ornamental. Esta especie puede llegar a medir 60 cm de longitud y pesar 30 kg, incluso existen variedades que pueden alcanzar los 90 cm de largo. Su cuerpo “presenta coloraciones de amarillo y dorado con pequeños destellos de naranja en su cola y aletas, son peces muy diestros en cuanto a su nado y muy ágiles a la hora de alimentarse.” (Hablemos de peces, 2017).

Los peces dorados presentan una longevidad muy duradera; ya sea en medio natural o en cautiverio, el pez dorado puede llegar a vivir 15 años o más, dependiendo del hábitat en donde se desarrolle y los cuidados que se puedan tener (Hablemos de peces, 2017). Por lo general necesitan estanques de gran tamaño debido a que necesitan tener espacio para nadar y mantenerse saludables.

El pez dorado es considerado omnívoro, en su hábitat natural consume larvas, insectos, bacterias, plancton y hasta los huevos de otras especies (Hablemos de peces, 2017). Sin embargo, cuando se encuentra en cautiverio no tiene ningún problema para alimentarse, ya que consume de forma absoluta el alimento para peces convencional.

En cuanto a su reproducción, para que el pez dorado pueda reproducirse de manera correcta es necesario que se encuentre rodeado de las mejores condiciones y con una nutrición adecuada. Este pez alcanza su madurez sexual a los 2 años de edad, ocurre

cuando se produce un cambio significativo en la temperatura, por lo que suelen esperar a la primavera para reproducirse. Los huevos suelen ser depositados en la vegetación donde se produjo la fecundación, y al cabo de al menos 3 días se produce el nacimiento de las crías (Hablemos de peces, 2017).

El hábitat del pez dorado son las zonas de agua dulce y se encuentra comúnmente en Asia, específicamente en China, de donde es originario. Por eso, al tenerlo en cautiverio se trata de recrear las condiciones que aseguren la movilidad a la que este pez está acostumbrado a estar. Existe una gran variedad de peces dorados, así como mutaciones debidas a la intervención del hombre, entre las más conocidas se tiene el pez cometa dorado, el pez Shubunkin, el pez Ryurkin y el pez dorado gigante de río (Hablemos de peces, 2017).

#### 3.1.4.2. **Hortalizas y frutas**

- **Concepto general**

Las hortalizas son un conjunto de plantas cultivadas, generalmente, en huertos o regadíos, con la finalidad de ser consumidas como alimento, ya sea cocidas o crudas. “El término hortaliza incluye a las verduras y a las legumbres verdes. Las principales hortalizas son: acelga, ajo, alcachofa, apio, berenjena, brócoli, cebolla, coliflor, espinaca, lechuga, papa, pepino, perejil, pimiento, tomate y zanahoria” (Ladrón, Quiróz, Acosta, Pimentel, & Quiñones, 2004). Estos alimentos contienen una gran cantidad de agua, además carbohidratos, proteínas, lípidos, sustancias volátiles, vitaminas y minerales.

Por otro lado, al referirse a frutas, el Código Alimentario Español define frutas al “fruto, la infrutescencia, la semilla o las partes carnosas de órganos florales que hayan alcanzado un grado adecuado de madurez y sean propias para el consumo humano” (Código Alimentario Español, 1967). Según su naturaleza, las frutas pueden clasificarse en frutas carnosas (humedad  $\geq 50\%$ ), frutos secos (humedad  $< 50\%$ ) y frutas oleaginosas (sirven también para obtención de grasas) (Araneda, 2018).

- **Especies cultivadas**

Las plantas preferidas para cultivar en sistemas acuapónicos son las aromáticas y las de hoja, debido a que son cultivos de ciclos cortos. En la Tabla 5 se puede apreciar un resumen de los requerimientos necesarios para distintas hortalizas.

Tabla 5. Requerimientos para la producción de plantas usadas en acuaponía

Especie	pH	Planta/m <sup>2</sup>	Tiempo de crecimiento (semanas)	Temperatura (°C)	Exposición solar
Albahaca	5.5-6.5	8-40	5-6	20-25	Moderada-Alta
Lechuga	6.0-7.0	20-25	4-5	15-22	Moderada-Alta
Pepino	5.5-6.5	2-5	7-9	18-26	Alta
Morrón	5.5-6.5	3-4	8-12	15-30	Alta
Tomate	5.5-6.5	3-5	8-12	15-25	Alta
Brócoli	6.0-7.0	3-5	8-12	10-20	Moderada-Alta

Fuente: Tomado y Recuperado de Somerville (2014)

### Definiciones técnicas

- MAPRO. Significa Manual de Procesos y Procedimientos o también llamado Manual de Procedimientos administrativos. Es un documento de gestión, de carácter instructivo e informativo, que describe a detalle y de forma ordenada y sistemática la información y/o instrucciones de los procesos y procedimientos de la empresa. (Villalba Lévano, 2016)
- MOF. Significa Manual de Organizaciones y Funciones. Se trata de un documento de gestión en el que los distintos niveles jerárquicos pueden tener un conocimiento integral de la organización y de las funciones generales de cada cargo. (Villalba Lévano, 2016)
- DIGESA. Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria Se trata de una entidad dependiente del Viceministerio de Salud Pública y constituye la Autoridad Nacional en Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria. (DIGESA, 2010)

Es la encargada del aspecto técnico, normativo, vigilancia, supervigilancia de factores de riesgos físicos químicos y biológicos externos a la persona y fiscalización de salud ambiental, la cual comprende: calidad de agua para consumo humano (poblacional o recreacional), juguetes y útiles de escritorio, manejo de residuos sólidos de servicios médicos y cementerios, crematorios, traslado de cadáveres y restos humanos. (DIGESA, 2010)

Además, a nivel de Inocuidad Alimentaria se encarga de los alimentos y bebidas para consumo humano, aditivos industriales nacionales o extranjeros (a excepción de los alimentos pesqueros o acuícolas) y demás materias de la normativa vigente nacional e internacional. (DIGESA, 2010)

- SENASA. Servicio Nacional de Sanidad Agraria. Es una entidad pública técnica especializada. Está adscrita al Ministerio de Agricultura con Autoridad oficial en Sanidad Agraria, Calidad de insumos, producción orgánica e inocuidad agroalimentaria. (MINAGRI, 2019)
- Propiedades Organolépticas. Son las propiedades de los alimentos que “pueden ser captadas a través de nuestros sentidos, así como: el color, sabor, olor o textura de una sustancia que aporta información relevante sobre sus características como alimento.” Estas propiedades nos permiten saber si algo es comestible o si se encuentra en buenas condiciones. (Navarro, 2017)

### 3.2. Procedimientos

Se detallarán los diferentes procedimientos seguidos para el prototipo y la línea de producción.

#### 3.2.1. Prototipo

Existen diferentes procedimientos para el prototipo:

##### 3.2.1.1. Alimentación de peces

Este proceso comprende el agregado de alimento especial en el agua para la adecuada alimentación de los peces con los que contamos. Hemos decidido el uso de dos tipos de alimento:

- Alimentos naturales: son aquellos que se encuentran de manera natural en el estanque, entre ellos plantas acuáticas, plancton, bacterias, entre otros; la proporción de cada uno de ellos depende de la calidad del agua.
- Alimentos completos: son aquellos que se agregan de forma regular, en nuestro caso dos veces al día; estos consisten en una mezcla de ingredientes propio de la especie para el correcto crecimiento y desarrollo, deben ser de fácil ingestión y digestión (FAO, Nutrición y alimentación de los peces, s.f.).

### 3.2.1.2. Limpieza del agua

Se utilizan procesos de filtración debido a la existencia de dos fases: una sólida y una líquida (filtro biológico y mecánico); y dos sustancias líquidas (filtro mecánico).

- Filtro biológico

Esta es la parte más importante del ciclo ya que permite la eliminación de sustancias químicas nocivas en el agua que se obtiene como subproducto de la actividad biológica de los peces del acuario.

El filtro comprende principalmente un material poroso el cual transforma las sustancias tóxicas por medio de bacterias convirtiéndola en otras menos perjudiciales; por ejemplo, los nitritos son convertidos en nitratos.

El material más común son los canutillos cerámicos los cuales son neutros por lo que no afectan la composición química del agua.

Para el prototipo por el bajo número de filtros basta con este filtro. (Acuarema, s.f.)

- Filtro mecánico

El proceso consiste en eliminar aquellas partículas que se encuentran en suspensión (restos de heces, comida, arena, etc.). Su funcionalidad depende de las esponjas de foam, lana de perlón de acuario y otros materiales (Arenas, 2018).

Existen tipos de filtros mecánicos entre los más comunes son aquellos que utilizan el proceso de decantación o por ciclón.

- Filtración por decantación: en este equipo se extraen partículas más pesadas, por lo que se le deja reposando y luego de un tiempo  $t$ , las partículas suspendidas se depositarán en el fondo del recipiente, cuando esto sucede el líquido se pasa a otro recipiente (en nuestro caso sería la pecera) dejando solo el sólido en la base para extraerlo con mayor facilidad (Universidad Tecnológica de Pereira).
- Filtro por ciclón o separador ciclónico: en este equipo se extraen partículas sólidas suspendidas en aire, gas o un flujo líquido, sin necesidad de un filtro de aire, su particularidad es el uso de un vórtice de separación. Este funciona por efecto de la rotación y gravedad. (Casiba, s.f.)

### **3.2.1.3. Recirculación del agua**

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

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

### **3.2.2. Línea de producción**

Se describen los procedimientos incurridos para la línea de producción.

#### **3.2.2.1. Ensamble de la estructura**

Este proceso comprende el ensamble de la estructura de apoyo del sistema acuapónico, es decir consta de la construcción de la estructura que permitirá el transporte del sistema y además brindará un soporte para que toda la estructura se mantenga como una sola pieza. El material será en gran parte de metal.

#### **3.2.2.2. Ensamble de pecera y filtros**

Este proceso comprende la construcción de las peceras de acuerdo a pedido del cliente (tamaño, tipo de pez y cantidad de peces) y la climatización del medio para el correcto desarrollo de los peces.

Además, se construyen los filtros necesarios para el sistema solicitado, los cuales luego se acoplan a la pecera.

### 3.2.2.3. Ensamble hidropónico

Este proceso comprende la adaptación de los tubos PVC (cortado y lijado) según la cantidad de plantas requeridas en el sistema, las cuales deben colocarse ya germinadas (según la hortaliza o fruta seleccionada por el cliente).

### 3.2.2.4. Ensamble acuapónico

Finalmente se acoplan todas las partes mencionadas anteriormente por medio de mangueras y una bomba que ayude a recircular el agua requerida.

## 3.3. Equipo, Instrumentos y materiales

Existen diversos equipos e instrumento empleados en diversas etapas del prototipo.

### 3.3.1. Equipos necesarios para el Prototipo

Los equipos usados para el prototipo fueron los siguientes:

#### 3.3.1.1. Filtros

Existen 2 tipos de filtros previamente mencionados que cumplen roles distintos para el correcto funcionamiento del sistema acuapónico.

- Filtro biológico

Es el encargado de la proliferación de bacterias que convierte los compuestos de nitritos a nitratos, esenciales para la nutrición de las plantas, este filtro este compuesto de 3 partes (ver Figura 1): una esponja que filtrara restos de sólidos y una parte cerámica que alberga a las bacterias necesarias

- Filtro mecánico

Puede tomar forma de un sifón (ver Figura 2) o como un decantador de solidos (ver Figura 3).

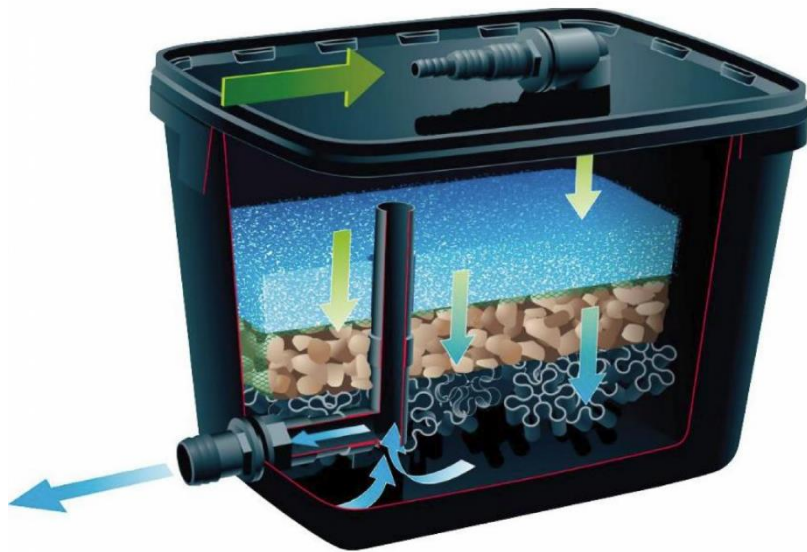


Figura 1 Filtro Biológico

Fuente: tomado y adaptado de Planeta huerto<sup>3</sup>



Figura 2 Filtro Mecánico: Sifón

Fuente: Tomado y adaptado de Zootecnia Domestica.<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Recuperado de: [www.planteahuerto.com](http://www.planteahuerto.com)

<sup>4</sup> Recuperado de: [www.zootecniadomestica.com](http://www.zootecniadomestica.com)



Figura 3 Filtro Mecánico: Decantador

Fuente: Tomado y adaptado de Aplica Aqua<sup>5</sup>

### 3.3.1.2. Bombas

Para nuestro prototipo es necesaria solo una mini bomba de agua (ver Figura 4) para la circulación del agua a través del sistema, consta de un sistema ultra silencioso, 12V y un caudal de 240 litros/hora, para sistemas mayores se podrían usar bombas de caudales mayores.

Para sistemas con una mayor cantidad de peces también es necesario una bomba de aire o aireadores que brinde el adecuado oxígeno al agua para los peces (ver Figura 5).



Figura 4 Mini bomba

Fuente: Tomado y adaptado de DHgate<sup>6</sup>

<sup>5</sup> Recuperado de: [www.aplica.aqua.com](http://www.aplica.aqua.com)

<sup>6</sup> Recuperado de: [www.dhgate.com](http://www.dhgate.com)



Figura 5 Aireador de tanque para peces

Fuente: Tomado y adaptado de Aquamanus<sup>7</sup>

### 3.3.2. Materiales

A continuación, se detallan los materiales usados para el prototipo.

#### 3.3.2.1. Pecera

Es el contenedor de los peces, su volumen dependerá exclusivamente de la cantidad y tipo de peces que se quiera cultivar, ya que cada tipo de pez necesita parámetros de volumen de agua libre para nadar y así tener un desarrollo óptimo para su crecimiento.

Para nuestro prototipo se optó por una pecera de vidrio de 40 litros (ver Figura 6).



---

<sup>7</sup> Recuperado de [www.aquamanus.com](http://www.aquamanus.com)

Figura 6 Pecera de 40 litros

Fuente: Tomado y adaptado del Seaqual<sup>8</sup>

### 3.3.2.2. Tubos de PVC

Son los canales por donde el agua atravesará para nutrir a las plantas, el diámetro puede variar dependiendo del tipo de planta a cultivar (tamaño de la raíz), debe presentar agujeros circulares donde irán depositados las plantas, la distancia entre agujeros será calculado dependiendo de la planta a cultivar (tamaño de hoja), para nuestro prototipo la distancia es de 15-20cm entre agujeros para asegurar un adecuado desarrollo del cultivo.



Figura 7 Tubos de PVC para acuaponía

Fuente: Tomado y adaptado de Guía Jardín<sup>9</sup>

### 3.3.2.3. Mangueras

Son necesarias para conectar y transportar el agua entre los subsistemas hidropónicos y acuicultivo.

---

<sup>8</sup> Recuperado de: [www.seaqual.com](http://www.seaqual.com)

<sup>9</sup> Recuperado de: [www.blog-guia-jardin.com](http://www.blog-guia-jardin.com)



Figura 8 Mangueras conectoras

Fuente: Tomado y adaptado de TerraFlex<sup>10</sup>

#### 3.3.2.4. Otros materiales

- Pegamento de tuberías
- Cinta selladora para tuberías.
- Sierra
- Silicona

#### 3.3.3. Instrumentos para la medición de parámetros

Los siguientes instrumentos han sido usados para medir los parámetros necesarios.

##### 3.3.3.1. Medición del PH del agua

Se puede lograr la medición del pH, ya sea por cintas reactivas y cartas de control de PH (ver Figura 9) o también con el uso de un PHmetro (ver Figura 10).

---

<sup>10</sup> Recuperado de: [www.terra-flex.com](http://www.terra-flex.com)



Figura 9 Cintas reactivas para el control del pH

Fuente: Tomado y adaptado de Quiminet<sup>11</sup>



Figura 10 PH metro digital

Fuente: Tomado y adaptado de Tecnoagro<sup>12</sup>

### 3.3.3.2. Medición de dureza del agua

<sup>11</sup> Recuperado de: [www.quiminet.com](http://www.quiminet.com)

<sup>12</sup> Recuperado de: [www.tecnoagro.com](http://www.tecnoagro.com)

Se puede realizar con un medidor de dureza digital (ver Figura 11) o con un control analítico en el laboratorio.



Figura 11 Medidor digital de dureza del agua

Fuente: Tomado y adaptado de Oremor Agricultura<sup>13</sup>

### 3.3.3.3. Medición de conductividad eléctrica del agua

Se puede realizar con el uso de un medidor digital de conductividad eléctrico (ver Figura 12) o por análisis de laboratorio convencional.



Figura 12 Medidor digital de conductividad eléctrica del agua

Fuente: (Hanna Instruments, 2019)

### 3.3.3.4. Medición de oxígeno disuelto del agua

---

<sup>13</sup> Recuperado de: [www.oremor-agricultura.com](http://www.oremor-agricultura.com)

Se puede realizar con el uso de un medidor digital de oxígeno disuelto en agua (ver Figura 13) o por análisis de laboratorio, también con el uso de pastillas test de oxígeno disuelto a una muestra del agua.



Figura 13 Medidor digital de Oxígeno disuelto en agua

Fuente: Tomado y adaptado Hanna Instruments<sup>14</sup>

### 3.4. Ventajas y desventajas de un sistema acuapónico

En la Tabla 6 visualizaremos las ventajas y desventajas que supone un sistema acuapónico, explicados de una manera detallada.

Tabla 6. Ventajas y desventajas de la acuaponía

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>En un sistema acuapónico se puede tener un uso más eficiente del agua debido a que la recirculación de este recurso es aprovechada por los peces y las plantas. Los desechos generados por los peces sirven como nutrientes para las plantas, que estas a su vez purifican el agua para que siga recirculando, de esta forma no se</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El costo inicial de un sistema acuapónico es relativamente elevado, el costo total de este dependerá del tamaño y del nivel de tecnología que se desea implementar debido a que requiere de ciertos equipos, instrumentos y materiales que podrían hacer de este un sistema más sofisticado</li> </ul>

<sup>14</sup> Recuperado de: [www.hannainstruments.com](http://www.hannainstruments.com)

Tabla 6. Ventajas y desventajas de la acuaponía

<p>saliniza el suelo al desechar el agua y la tasa de intercambio del agua disminuye por lo que resulta un consumo mínimo a comparación de la agricultura tradicional.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se habla del uso del fertilizante natural obtenido de los desechos orgánicos de los peces, esto implica un costo cero en otro tipo de fertilizantes químicos que pueden llegar a contaminar el cultivo.</li> <li>• Este sistema aprovecha eficientemente el espacio ya que se producen verduras y peces de calidad y al igual que la hidroponía se realiza el cultivo vertical. Esto significa un uso mínimo del suelo a comparación de la agricultura tradicional.</li> <li>• Gracias a que no se requiere un gran uso del suelo, se puede implementar un sistema acuapónico en cualquier lugar como en los centros de distribución alimenticia, mercados y supermercados, esto permitiría la reducción de los costos de transporte, además de que se obtendrían productos mucho más frescos y con una mejor calidad.</li> <li>• Los peces producidos por la acuaponía son más saludables que los obtenidos por la acuicultura tradicional. El volumen de producción es superior en</li> </ul>	<p>y por ende más caro al momento de adquirirlo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe tener una proporción entre sistema hidropónico y el de acuicultura para poder lograr un ecosistema sustentable equilibrado en donde los niveles de nutrientes se mantengan constantes.</li> <li>• Para el manejo de este sistema se requiere un personal más capacitado y especializado debido a que se da dos tipos de producciones: vegetal y animal. Lo que hace indispensable el tener conocimientos básicos sobre horticultura y acuicultura.</li> <li>• Se debe contar con un método de control biológico para evitar así el uso de pesticidas para la protección de plagas y enfermedades de los cultivos, esto debido a que el producto vegetal y animal que proporciona el sistema acuapónico puede verse afectado por alteraciones en las características del agua provocada por los químicos empleados en los pesticidas comerciales. Visto desde otro punto de vista esto puede sugerir una ventaja debido a que se obtendría un producto vegetal libre de pesticidas y agente agroquímicos.</li> </ul>
---	---

Tabla 6. Ventajas y desventajas de la acuaponía

<p>sistemas acuapónicos a una escala mayor. Los residuos de los peces son aprovechados por las plantas, que purifican el agua, al no tener que cambiar el agua se reduce la contaminación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Este sistema es amigable ecológicamente, ya que no representa un riesgo para el medio ambiente, lo que significaría una reducción de la huella de contaminación generada por la producción de peces y plantas.</li> <li>• Permite el uso agua dulce y salada, los sistemas más comunes utilizan el primero de estos debido a que la mayoría de plantas cultivadas en la acuaponía son de agua dulce. El uso de agua salada representa el introducir especies de agua salada y plantas que toleren las elevadas concentraciones de salinidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El sistema acuapónico depende del uso de energía eléctrica, en algunos casos también se requiere de soluciones tecnológicas como el control del medio ambiente de parámetros como la temperatura el pH, entre otros. Si un sistema acuapónico es diseñado para la conservación de la energía se aprovecha la gravedad lo que reduciría el uso de energía.</li> <li>• Las diversas formas en las que se puede implementar este sistema tienden a obtener resultados igual de variados.</li> <li>• Los sistemas acuapónicos, cuentan con posibles puntos de falla que deben ser controlados, como el tener que mantener las condiciones adecuadas para los peces además las plantas con susceptibles a plagas y patógenos, además de suponer problemas de falla eléctrica o del bloqueo de las tuberías.</li> </ul>
---	--

Fuente: Elaboración Propia. Tomado y Recuperado de: (Muñoz Gutiérrez, 2012); (Acuaponía, 2018)<sup>15</sup>; (Axayacatl, La acuaponía como sistema de producción: concepto, origen, ventajas y desventajas, 2017)<sup>16</sup>

### 3.4.1. Comparación con el sistema hidropónico

En la Tabla 7 realizaremos una comparación entre los sistemas acuapónicos y los hidropónicos.

Tabla 7. Comparación con el sistema hidropónico

<b>Acuaponía</b>	<b>Hidroponía</b>
------------------	-------------------

<sup>15</sup> Recuperado de: <http://acuaponiaprimeriasafa.blogspot.com/2018/04/ventajas-de-la-acuaponia-y-desventajas.html>

<sup>16</sup> Recuperado de: [https://blogagricultura.com/acuaponia-sistema-produccion/#Ventajas\\_de\\_acuaponia](https://blogagricultura.com/acuaponia-sistema-produccion/#Ventajas_de_acuaponia)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es una integración de la hidroponía y la acuicultura.</li> <li>• Las hortalizas y frutas cultivadas en este sistema pueden obtener una certificación orgánica debido a que utilizan como fertilizantes los desechos naturales generados por los peces.</li> <li>• A comparación de los sistemas hidropónicos no son necesarias el uso de soluciones nutritivas o fertilizantes, debido a que los nutrientes necesarios para las plantas son proporcionados por los desechos naturales de los peces, por lo que debe existir un equilibrio entre estos.</li> <li>• En la acuaponía se alcanza un ecosistema sustentable lo que representa un equilibrio natural.</li> <li>• Los productos generados son más productivos que el de la hidroponía.</li> <li>• Las bacterias son el impulso del sistema de cultivo, son beneficiosas para este.</li> <li>• Casi no existe Pythium en este sistema.</li> <li>• pH óptimo es de 6.8 – 7</li> <li>• En este sistema se recircula el agua de los peces cada 4 o seis horas, de lo contrario los reducidos de los peces crecerían posiblemente a niveles peligrosos que amenacen la conservación de equilibrio del ecosistema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método de cultivo de plantas en un medio acuoso en vez del uso de tierra.</li> <li>• Este sistema implica un elevado costo en las soluciones nutritivas usadas para el cultivo.</li> <li>• El agua en estos sistemas hidropónicos requiere ser renovada periódicamente, debido a que los productos usados se acumulan en el agua convirtiéndose en sustancias tóxicas para las plantas.</li> <li>• Podrían generarse problemas de desequilibrio químico.</li> <li>• Es mucho más sensible al Pythium que es la pudrición de la raíz provocada por un hongo, que se encuentra en el agua y aire. En la hidroponía puede a llegar a desarrollarse abruptamente si la temperatura del agua usada para el riego es mayor a 21.5°C</li> <li>• El cultivo hidropónico suele ser bastante estéril</li> <li>• pH ideal es de 5.5 – 6</li> <li>• Estos cultivos utilizan la técnica de inundación y drenaje, que aportan cada 4 o 6 horas el abono y agua necesaria para las plantas.</li> <li>• Cuenta con la medida Ec que es útil para medir las sales en el depósito de nutrientes, lo que nos permite</li> </ul>
--	---

	conocer cuanto alimento hay en el agua.
--	---

Fuente: Elaboración propia. Tomado y Recuperado de: (intagri, 2017)<sup>17</sup>; (Zonadecultivo, 2016)<sup>18</sup>

### 3.5. Aspecto legal

En el Perú, la acuaponía no se encuentra normada al ser una tecnología relativamente nueva en nuestro país. Sin embargo, al ser una combinación entre la acuicultura e hidroponía se puede ajustar o tomar como guía la normativa alimenticia enfocada en el cultivo de hortalizas y frutas y producción acuícola.

#### 3.5.1. Leyes relacionadas

##### 3.5.1.1. Con respecto al cultivo de peces

- Ley de promoción y desarrollo de la acuicultura. La ley N° 27460 tiene como objetivo promover y regular la actividad acuícola como fuente de alimentación, empleo e ingresos, optimizando beneficios económicos, preservación del ambiente y la conservación de la biodiversidad. (Ley N° 27460, 2001). El Estado busca fomentar y aumentar la entrada y comercialización en dicho mercado, por lo que busca la amplia participación tanto de personas naturales, jurídicas nacionales y extranjeras.
- Ley general de acuicultura. Su objetivo principal de dicha ley es fomentar, desarrollar y regular la acuicultura en sus diversas fases productivas. La acuicultura sostenible es de gran interés a nivel nacional y lo que busca conseguir es diversificarse productivamente e incentivar la competitividad, no dejando de lado el cuidado del medio ambiente y conservación de la biodiversidad. Es de suma importancia destacar su labor en la obtención de productos de calidad para la alimentación y la industria, generación de empleo, ingresos, etc. (ElPeruano, 2016)

En el artículo 2 del reglamento de dicha ley se declaran los alcances, siendo estos las personas naturales o jurídicas que desarrollen actividades acuícolas en el terreno nacional; así como, actividades de poblamiento y repoblamiento en lo que corresponda. Además, aplica a

<sup>17</sup> Recuperado de: <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-prottegida/acuaponia-produccion-de-plantas-y-peces>

<sup>18</sup> Recuperado de: <https://zonadecultivo.wordpress.com/2016/07/07/cultivo-acuaponico-cultivo-hidroponico/>

todas las entidades del Sector Público Nacional y Regional que ejercen competencias, atribuciones y funciones relacionadas con las actividades de acuicultura. (ElPeruano, 2016)

### 3.5.1.2. Con respecto a las hortalizas y frutas

- Ley General de Sanidad Agraria. Dicha ley tiene diversos objetivos, empezando por la prevención, control y erradicación de plagas y enfermedades en animales y vegetales que representan un riesgo para la vida, la salud tanto de las personas y animales y la preservación de los vegetales. Además, busca promover condiciones sanitarias favorables para lograr el desarrollo sostenido de la agroexportación, facilitando así el acceso a los mercados de los productos agrícolas nacionales. Busca también regular la producción, comercialización, uso y disposición final de insumos agrarios, para fomentar la competitividad de la agricultura nacional. Y, por último, “debe promover la aplicación del Manejo Integrado de Plagas para el aseguramiento de la producción agropecuaria nacional, según estándares de competitividad y según lo dispuesto en las Políticas de Estado.” (García Pérez, Del Castillo Gálvez, & Benavides Ferreyros, 2008)

El reglamento de esta ley, en el artículo 3, establece normas de orden público de aplicación a toda persona natural o jurídica, sociedades de hecho, patrimonios autónomos, o cualquier otra entidad, de derecho público o privado, con o sin fines de lucro, en el ámbito de la sanidad agraria en todo el territorio nacional. (Decreto Supremo N°018-2008-AG, 2008)

Uno de los grandes aspectos resaltantes de esta ley es que según su artículo 4, el SENASA decide la autorización de las personas naturales o jurídicas de los sectores público y privado, de ofrecer sus servicios fito y zoonosanitarios. Para esto, los interesados deben presentar una solicitud correspondiente y se resuelve en un plazo improrrogable de 30 días hábiles. El SENASA establecerá y conducirá el registro de personas delegadas o autorizadas al amparo de la presente norma. (Decreto Supremo N°018-2008-AG, 2008)

- Codex Alimentarius: *Frutas y hortalizas*. Se tomará en cuenta principalmente el Código Internacional recomendado de prácticas para el envasado y transporte de frutas y hortalizas frescas (CAC/RCP 44-1995) y el Código de prácticas de higiene para las frutas y hortalizas frescas (CAC/RCP 53-2003). Este último “aborda las buenas prácticas agrícolas (BPA) y las buenas prácticas de fabricación (BPF), que ayudarán a controlar los

peligros microbianos, químicos y físicos asociados con todas las etapas de la producción de frutas y hortalizas frescas.” (Codex Alimentarius: Frutas y hortalizas frescas, 2007) El presente documento sirve como guía al brindar recomendaciones para adoptarlas uniformemente en el sector. Además, es de gran utilidad a distintos sistemas de control y prevención de la contaminación gracias a su flexibilidad, no son normas rígidas, son sugerencias estándar para diferentes grupos de productos. Se puede aplicar a las frutas y hortalizas frescas cultivadas en el campo (con o sin cubierta) o en instalaciones protegidas (sistemas hidropónicos, invernaderos). (Codex Alimentarius: Frutas y hortalizas frescas, 2007)

Además, en el apartado de Agua para cultivos hidropónicos del CAC/RCP 53-2003 mencionado anteriormente, señala que el agua o bien debe cambiarse frecuentemente, o si se recicla se debe tratar de reducir al máximo su producción microbiana. Los sistemas de distribución de agua deberán mantenerse y limpiarse, cuando proceda, para prevenir la contaminación microbiana del agua. (Codex Alimentarius: Frutas y hortalizas frescas, 2007)

### **3.5.1.3. Generales**

- Ley de inocuidad de los alimentos: dicha ley tiene por finalidad establecer un régimen jurídico aplicable que garantice la inocuidad de los alimentos para consumo humano, con el fin de proteger la salud y vida de las personas con un enfoque preventivo e integral.



## Capítulo 4

### Metodologías

El presente capítulo presenta las metodologías usadas en la investigación y experimentación a lo largo del desarrollo de este proyecto.

#### 4.1. Planteamiento del problema y la oportunidad

El presente proyecto surge a partir de analizar la problemática de la disminución de la calidad de los alimentos consumidos en la Región Piura, debido a diversos factores de contaminación, tales como el uso excesivo de pesticidas, la contaminación del mar y el deterioro del suelo cultivable.

Como sustento de lo mencionado anteriormente, en una investigación realizada sobre el efecto de los plaguicidas utilizados en el cultivo de arroz sobre las comunidades de macroinvertebrados bentónicos y la calidad de las aguas en la cuenca baja del río Piura, se descubrió que, en el manglar de San Pedro (Vice), los plaguicidas Carbosulfan y Etoprofos en combinación presentaron una concentración total mayor al LMP (Límite Máximo Permisible) permitido para 2 o más plaguicidas en simultáneo, con lo que se aumentaba el riesgo de efectos agudos o crónicos y posible bioacumulación y biomagnificación en los ecosistemas utilizados. Además, se encontró en el agua la presencia de plaguicidas prohibidos, como el Clorobencilato (prohibido desde 1999 en el país) y de algunos considerados medianamente o altamente peligrosos por el PAN (Red de Acción en Plaguicidas), como el Clorobencilato y el Endosulfansulfato, que en sinergia pueden llegar a tener efectos más negativos (Andrea Trama, 2014).

Adicionalmente, los informes del periodo comprendido entre 2011 y 2015 emitidos por el SENASA muestran los resultados de la detección de la presencia de contaminantes por agentes químicos en alimentos agrícolas primarios. En ellos se aprecia la disminución de 30,73% de las muestras conformes, lo que pone de relieve que hasta 50% de las muestras no son conformes (Zegarra, Risco, & Yáñez, 2018).

Finalmente, se pueden tomar en cuenta eventos climáticos como el Fenómeno del Niño ocurrido en el año 2017, el cual trajo consigo impactos negativos para el sector agrario, como la pérdida y contaminación de terrenos y cultivos.

Entonces, en base a esta problemática, se plantea como oportunidad la venta de sistemas acuapónicos a familias interesadas en esta técnica, que aspiran a cultivar en espacio reducido y producir sus propios alimentos ya sea para consumo propio, comercialización o con fines ornamentales.

#### 4.2. Objetivos de la investigación

El objetivo de este trabajo es diseñar y construir un sistema acuapónico a pequeña escala para familias de la región Piura que buscan introducirse en el ámbito agrícola/acuícola con la posibilidad de generar ingresos extra a futuro (con la venta de los alimentos y/o peces), o para fines ornamentales y producción de sus propios alimentos, en el plazo de dos meses y con un presupuesto no mayor a S/. 1530 nuevos soles. Asimismo, demostrar la viabilidad de una línea de producción dedicada a estos sistemas.

Son objetivos específicos del proyecto:

- Evaluar la factibilidad de la introducción al mercado piurano de sistemas acuapónicos a pequeña escala en un lapso de 1-4 semanas.
- Realizar una investigación sobre los antecedentes y la situación actual de los sistemas acuapónicos en la Región Piura.
- Diseñar y construir un prototipo del producto.
- Elaborar un análisis del desempeño del prototipo creado en un periodo de 2 semanas.
- Elaborar un estudio de mercado para poder medir el grado de aceptación del producto en la región Piura y la demanda estimada en un período de 2-3 semanas.
- Elaborar el Mapa de Procesos (MAPRO).
- Elaborar el Manual de Organización y Funciones (MOF), así como un Manual de Uso y Mantenimiento del sistema y Manual de Prevención y Recomendaciones.

- Realizar un análisis social generado por la comercialización de nuestro sistema en un periodo de 2 semanas.
- Realizar un análisis del ahorro o ingresos generados en nuestros clientes desde la adquisición de nuestro producto en un periodo de 2 semanas.
- Diseñar una línea de producción de sistemas acuapónicos a pequeña escala.
- Diseñar las interfaces y funciones correspondientes a una página web interactiva con el usuario para un seguimiento post-venta del producto.

#### 4.3. Justificación de la investigación

La presente investigación ayuda a cumplir con el objetivo general de diseñar y construir un prototipo de un sistema acuapónico a pequeña escala, de manera que, una vez construido, se puedan realizar todos los análisis correspondientes que permitan al equipo dar fe del funcionamiento óptimo del sistema, para así poder trasladar esta idea al diseño de una línea de producción de sistemas acuapónicos, con todas las implicancias que esta conlleva.

#### 4.4. Justificación de la hipótesis

El presente proyecto plantea como hipótesis la viabilidad de establecer una línea de producción de sistemas acuapónicos a pequeña escala en la Región Piura.

Por ello, se espera que el proyecto permita obtener los siguientes beneficios:

- ✓ Creación de un ecosistema autosustentable que además pueda agregar valor ornamental al hogar.
- ✓ Producción propia de alimentos más saludables para las familias de la comunidad.
- ✓ Posibilidad de generación de ingresos extras o ahorros en los clientes.
- ✓ Capacidad de cultivar alimentos sin necesidad de un gran espacio o suelo especialmente preparado.
- ✓ Disminución del uso de plaguicidas y pesticidas en la industria alimentaria.

#### 4.5. Herramientas y técnicas

A lo largo del proyecto, se han empleado y emplearán diversas técnicas y herramientas que nos permitirán alcanzar los objetivos de este.

- Brainstorming: se ha utilizado para la generación de la idea, identificación del problema y oportunidad a tratar. Es una técnica orientada a la generación de ideas dentro de un

equipo de trabajo. Fue creada por Alex Osborne en el año 1941. La lluvia de ideas se debe utilizar cuando exista la necesidad de liberar la creatividad de los equipos, generar un gran número de ideas, involucrar a todos los miembros del equipo en el proceso y para identificar oportunidades de mejora. (Sociedad Latinoamericana para la Calidad, 2000)

Las ideas se presentan sin restricciones ni limitaciones en el menor tiempo posible. Esta herramienta puede darse de 3 formas diferentes (Secretaría de Gestión Pública de la Presidencia del Consejo de Ministros, 2015):

✓ Marcha libre (no estructurado)

- Escoger un moderador
- Escribir en la pizarra, tablero, papelote, etc. una frase que represente el problema o tema de decisión a tratar.
- El moderador elaborar una pregunta clara en relación con el objetivo a conseguir.
- Escuchar y anotar las ideas de los integrantes del grupo, sin orden alguno, verificando quién realizó la participación.
- Fomentar la creatividad hasta acabar las ideas. Toda idea es válida, no se vale criticar o querer cambiar una propuesta.
- Analizar, evaluar organizar y eliminar duplicidades y aspectos no negociables
- Valorar la utilidad de cada idea en función al objetivo

✓ En círculo o turnos rotativos (estructurado)

Es similar a la marcha libre, sólo que hay un orden para la presentación de ideas establecido por el equipo. No hay problema al ceder el turno si no tiene una idea en ese momento.

✓ Lluvia de ideas escrita o por tarjetas (silenciosa)

En esta modalidad los participantes:

- Apuntan sus ideas en un papel o tarjeta después de que el moderador haya realizado la pregunta, ya sea de forma individual o en grupos pequeños.
- Pasado el tiempo establecido, los participantes leen sus ideas y se ordenan en la pared o papelógrafo. Por cada tarjeta, se debe preguntar a los participantes si tienen la misma idea o una similar para colocarlas juntas.

- Las ideas quedan separadas por columnas, se les asigna un nombre que las englobe (si no se han establecido categorías de antemano).
  - Sintetizar ideas y establecer orden de importancia.
- Ms Project: es un software para la administración de proyectos. Este programa, vendido por Microsoft, permite a los usuarios comprender y controlar los horarios y finanzas de los proyectos, comunicar y presentar información sobre el proyecto y organizar el trabajo y las personas para asegurar que el proyecto cumpla con los plazos establecidos. (Administra Proyectos, 2019)

Este software ha sido utilizado para la planificación del proyecto; la elaboración del cronograma, reconocimiento de la ruta crítica, identificar déficit o sobrecarga de recursos, y realizar un seguimiento y control con el objetivo de que se cumplan los objetivos en el tiempo asignado.

Dentro de este programa, vale la pena destacar:

- ✓ Técnica del valor ganado: La Gestión del Valor Ganado o Earned Value Management (EVM) es un estándar utilizado para medir el desempeño del cronograma y del costo de un proyecto y ponernos al tanto de sus desviaciones. El EVM usa un acumulado del valor del trabajo realizado para medir el desempeño del cronograma respecto del plan original (o la línea base); este se centra en lo que está ocurriendo actualmente referente al desempeño del cronograma del proyecto. Dicha técnica consiste en descontar el valor acumulado (usualmente muy importante en proyectos muy grandes), lo que puede encubrir incidentes en el desempeño del cronograma. (St-Martin & Fannon, 2010)

La curva S es de primordial importancia para esta técnica y puede ser realizada en el MS Project. Esta curva muestra la línea base del desempeño esperado del proyecto y permite comparar el avance real contra el avance planificado, lo que permite establecer las desviaciones del proyecto y tomar las acciones correctivas correspondientes. (Ernest, 2012)

- ✓ Diagrama de Gantt: es una representación gráfica y simultánea, tanto de planificación como de programación concreta de procesos y/o proyectos. Se puede representar y monitorizar el desarrollo de las distintas actividades de un proceso y/o proyecto. Es fácil de leer y de gran utilidad, y por esto es muy utilizada por los directores de proyectos en distintos aspectos. Se puede realizar en una simple hoja de cálculo, pero

también en softwares más especializados, como lo es MS Project. (Rodríguez de León, 2014)

- Herramientas de Microsoft Office. Dentro de esta variedad de herramientas, las más utilizadas serán Word, para la elaboración de los entregables e informes y Excel, sobre todo para la aplicación del método de Montecarlo.
- SolidWorks: “El software CAD SOLIDWORKS® es una aplicación de automatización de diseño mecánico que permite croquizar ideas con rapidez experimentar con operaciones y cotas, y producir modelos y dibujos detallados.” (Dassault Systemes SolidWorks Corporation, 2015)  
Este software ha sido utilizado para la elaboración de los planos del prototipo del sistema acuapónico.
- Lucidchart: es una herramienta para elaborar diversos tipos de diagramas y permite la edición colaborativa. Entre lo que permite crear está diagramas de flujo, maquetas, mapas mentales, organigramas, etc. Es una herramienta de gran ayuda, con una interfaz fácil de entender y manejar y además existen formas prediseñadas, listas para usarse y se puede exportar como archivo PDF, JPG y PNG. (Etayo, 2013)  
Esta herramienta sirve principalmente, en nuestro proyecto, para la elaboración de los diagramas de procesos existentes, en relación a los productos a obtener (prototipo, línea de producción, interfaces de plataforma web).
- Balsamiq: “Es una herramienta que permite diseñar de forma rápida y sencilla maquetas de interfaz para webs y aplicaciones móviles. De pago, aunque se puede probar de forma gratuita.” (Foxize, 2019)  
Esta herramienta ha sido de ayuda para el diseño de las interfaces de la plataforma web.

Se ha planteado la realización de un estudio de mercado, tomando como base las siguientes técnicas:

- ✓ Técnicas cuantitativas
  - Encuestas cuantitativas
- ✓ Técnicas cualitativas
  - Encuestas cualitativas
  - Entrevistas a expertos

- Focus group

Para la elaboración de las encuestas, se ha utilizado Google Forms:

- Google Forms: es una herramienta que permite planificar eventos, enviar una encuesta, hacer preguntas a tus estudiantes o recopilar otros tipos de información de forma fácil y eficiente. Se trata de crear un documento para la recogida de datos, ya sea de forma personalizada o anónima. (Google, 2019)

Considerando este un punto muy importante del proyecto, se dará más detalle sobre el estudio de mercado en el siguiente capítulo.

#### 4.6. Metodología empleada

##### **Revisión Bibliográfica**

Se han utilizado una gran variedad de referencias bibliográficas para la elaboración del marco teórico y los antecedentes (Informe Parcial I). Principalmente se han consultado artículos científicos; tesis de ingeniería agrónoma, industrial, entre otras y libros. Los medios de obtención de la información han sido repositorios académicos, bases de datos científicas y toda información certificada académicamente.

- **Estudio del Mercado**

- ✓ Encuestas

Es un método de investigación el cual entrega descripciones de todos los objetos de estudio, en nuestro caso del proyecto, ayuda a establecer relaciones y detectar patrones de todo lo que se ha descrito previamente.

Las ventajas del uso de este método son diversas, entre los más destacables tenemos: resultados de una población definida previamente escogida según nuestro mercado escogido, cuando no se pueden obtener conclusiones a simple vista y finalmente cuando se desea recoger opiniones o alguna sugerencia por parte de la población encuestada.

Las desventajas del uso de este método son más puntuales, entre ellas: es muy difícil establecer relaciones causales y no se consideran las situaciones externas que pueden interferir en las respuestas de los encuestados

Existe tres etapas para la elaboración de una encuesta: Teórico-conceptual, metodológica y estadística-conceptual. (Ciencias Sociales hoy, 2010).

✓ Focus Group

Es un método para recolección de información, en nuestro caso aplicado al tema de nuestro proyecto. Se le denomina comúnmente como dinámicas grupales en las que se reúne a un pequeño grupo de personas (entre 6 a 12) con un fin muy claro: entrevistarlas y generar una pequeña discusión con respecto a un producto, servicio, idea, etc. La aplicación a nuestro proyecto será descrita más adelante (Autor R., 2012).

✓ Entrevistas a expertos

Este método se utiliza para tener conocimientos suficientes y asesoría constante en proyectos que no pertenecen a la rama de los realizadores, además asegura en gran parte el éxito del proyecto ya que, a mayor conocimiento, los errores y futuras mejoras son más evidentes durante el desarrollo de este mismo. Se han escogido algunos expertos en estos temas, los cuales serán descritos más adelante.

• **Prototipo**

✓ Generación de la idea

La idea se obtuvo por medio de una técnica de lluvia de ideas donde todos los integrantes aportamos diversas opiniones y finalmente se concluyó con una idea factible e interesante para todos, luego se hizo un análisis de prefactibilidad que dio como resultado que no estábamos equivocados y la idea si era posible.

✓ Diseño preliminar del prototipo

Se construyeron varios bocetos para llegar finalmente al diseño final del prototipo ya que al ser un proyecto que engloba dos técnicas muy definidas: acuicultura e hidroponía, el equilibrio entre ambas era primordial para el éxito del proyecto, y la construcción de un plano nos dio una idea más clara de lo que queríamos.

✓ **Construcción del prototipo**

Se construyó el prototipo por partes ya que cada una tenía un tiempo y materiales requeridos, considerando siempre tres puntos importantes: calidad, costo y funcionalidad del prototipo ya que este iba a reflejar el producto final si el proyecto se realizaba a gran escala.

✓ **Pruebas**

Ya que nuestro prototipo es un ecosistema autosostenible se hicieron pruebas constantes: niveles de oxígeno disuelto, temperatura, nitrógeno, sólidos totales, entre otros. Además, al ser un sistema desmontable y movable se probó todo esto al movilizarla a lo largo de un espacio cerrado. Todos esto nos dio ideas de mejora que luego se aplicaron.

• **Diseño definitivo del prototipo**

Finalizadas las pruebas se concluyó en un solo modelo de prototipo que permitía la movilidad y manejo de todo el sistema sin dañar el equilibrio logrado.

• **Diseño de la línea de producción**

○ **Diseño del proceso**

La línea de producción se estableció solo para el sistema NFT ya que como se mencionó en el marco teórico este era el más adaptable para muchas variedades de plantas. Al ser un sistema NFT se buscó:

- ✓ La maquinaria necesaria y el equipo de trabajo que se requería, para esto se analizó cada estación de trabajo en dos aspectos: tecnológico (precisión) y cantidad (para que el ritmo de construcción se constante). Además de buscar la

mejor opción que nos permita cumplir las especificaciones acompañado de costos de producción bajos.

- ✓ Diagrama de procesos: se hizo un diagrama de flujo para verificar las entradas y salidas de materia prima a lo largo de toda la línea e identificar posibles cuellos de botella. La recopilación de esta información nos ayudó a la construcción del MAPRO y MOF.

- **Simulación de Monte Carlo**

Se empleará este método para el análisis de riesgos ya que este método se utiliza para proporcionar soluciones aproximadas a este riesgo con la simulación de la situación por medio de modelos matemáticos que nos proporciona la herramienta Excel. El beneficio de este método es la variedad de problemas a los que se le puede aplicar sin necesidad de aumentar los costos y tiempo en la producción. (Universidad de Alcalá, 2019)

- **Diseño de la plataforma web**

- ✓ Objetivo

Su objetivo principal es el apoyo al usuario y estar en contacto directo con él para resolver dudas del producto.

- ✓ Idea de la plataforma web

La idea de crear una plataforma web para nuestro proyecto se basó en que la idea es nueva en la región por lo que se necesitaría contar con un sistema post venta muy eficiente y veloz para la atención del cliente y así darle un valor agregado a nuestro producto.

- ✓ Diseño de las interfaces

Las interfaces fueron creadas con Balsamiq Mockups 3, las cuales nos ayudaron a visualizar como seria la funcionalidad y requerimientos para los clientes y así sea útil y de fácil manejo a nivel usuario. Todas las interfaces creadas son un

boceto de una futura página web si el proyecto se deseara hacer a mayor escala para un tema de tesis o doctorado.



## **Capítulo 5**

### **Estudio de Mercado**

En este capítulo se explicará cual será el desarrollo del estudio del mercado para nuestro proyecto, definición de la oportunidad de mercado, segmentación y el análisis de la situación de compra para nuestros clientes potenciales.

#### **5.1. Oportunidad del mercado**

Analizar el mercado, evaluando las necesidades de los consumidores y cómo están siendo satisfechas hoy. Para identificar oportunidades de mercado, el modelo de negocio en su conjunto debe ser evaluado, identificando a consumidores, empresas y otros factores tales como la propuesta de valor de cada marca, los competidores directos e indirectos, la cadena de distribución, las regulaciones existentes y el entorno en general. (Chehtman, 2017)

El movimiento natural del mercado y la conducta del consumidor definen una oportunidad de mercado en una empresa, que pueden ser generadas por la misma empresa o sector determinado (Martínez & Ruiz, 2012).

Para nuestro proyecto, influenciaremos en la conducta del mercado al presentarle nuestros los beneficios y mejoras de calidad de vida que podría presentar con el uso de nuestro sistema, además de los ahorros generados.

## **5.1.Segmentación de consumidores o de mercado**

Para entender la demanda potencial que existe para nuestros productos, debemos identificar segmentos de consumidores que comparten características comunes. Estas características pueden ser variables “duras” como edad, género, lugar de residencia, nivel educativo, ocupación y nivel de ingresos, o variables “blandas” como estilo de vida, actitud, valores y motivaciones de compra. (Moraño, 2010)

### ✓ **Segmentar mercados de consumo y mercados industriales**

#### - **Segmentación a priori y segmentación óptima**

- A priori: Se segmenta un mercado con objetivos a nuestro sistema acuapónico, el criterio puede ser variado, como personas con intereses ambientales, calidad de vida y con edad de poder adquisitivo y toma de decisiones en el hogar.
- Óptima: Se realiza un estudio de mercado basados en la segmentación de mercado anteriormente definida a través:

- Investigación cuantitativa y cualitativa de las características de los consumidores
- Definición del perfil del segmento: quedan definidos según las características definidas.

#### • **Análisis de la situación de compra**

El análisis de canales de distribución, métodos de pago y demás circunstancias relacionadas a la decisión y acción de compra nos indicará cómo compran los consumidores hoy y qué oportunidades existen para nuestro producto o servicio. Ofrecer alternativas al momento de comprar puede aportarnos nuevos clientes. La aceptación de nuevos medios de pago también puede dar lugar a oportunidades de crecimiento. (Chehtman, 2017)

### ✓ **Situaciones de compra**

**Recompra modificada:** Para nuestro proyecto, el comprador podrá modificar las especificaciones del producto como en color, tamaño, número de plantines, etc. Lo que implica una participación de ambas partes. (Olsztyn, 2019)

- **Análisis de la competencia**

- ✓ Análisis de competencia directa

Además de analizar al consumidor y la situación de compra, es importante analizar la oferta actual. Conocer a los actores existentes en el mercado en el que competimos o vamos a competir es importante al evaluar las oportunidades. Para analizar mejor la información recolectada lo recomendable es elaborar un cuadro con nuestros principales competidores y la valoración de los factores que consideremos más importantes para nuestro análisis. (Chehtman, 2017)

Tabla 8. Ejemplo de tabla competencia directa. (Chehtman, 2017) para el análisis de

	Principales fortalezas	Principales debilidades	Principales estrategias
Competidor A	Buena calidad del producto	Falta de capacidad para mantener precios bajos	Activa participación en redes sociales
Competidor B	Variedad de diseños	Mala atención al cliente	Precios bajos
Competidor C	Buena ubicación	Poca calidad de sus insumos	Especialización en un tipo de producto

- ✓ Análisis de competencia indirecta

También se pueden encontrar oportunidades analizando industrias sustitutas. Este tipo de análisis ayuda a encontrar ventajas competitivas frente a los competidores indirectos.

Analizar los productos y servicios de otras empresas que son complementarios a los propios también puede ayudar a identificar oportunidades de mercado. Se debe tener en cuenta las tendencias en los mercados complementarios a la hora de tomar decisiones de inversión. En algunos casos,

el objetivo de las empresas no es continuar operando necesariamente en el mismo sector industrial, sino mantener un modelo de negocio o de trabajo.

## 5.2. Objetivos del estudio de mercado

Un estudio de mercado servirá para obtener una noción del abarque de consumidores que querrán adquirir el producto, definido dentro de un espacio como lo es la Región Piura. (Chehtman, 2017)

Por otra parte, cuando el estudio se hace como paso inicial de un propósito de inversión, ayuda a conocer el tamaño indicado del negocio por instalar, con las previsiones correspondientes para las ampliaciones posteriores, consecuentes del crecimiento esperado de la empresa. (Instituto Nacional del Emprendedor, 2015)

Finalmente, el estudio de mercado deberá exponer los canales de distribución acostumbrados para el tipo de bien o servicio que se desea colocar y cuál es su funcionamiento.

## 5.3. Diseño de la investigación

Es un esquema que nos permite desarrollar la investigación de mercado, en él se encuentra de forma detallada los procedimientos necesarios para la obtención de información requerida.

Maholtra en su libro investigación de mercados del 2008, comenta que los componentes o tareas del diseño de la investigación son los siguientes:

- a) Diseño de la fase exploratoria, descriptiva y/o causal de la investigación
- b) Definir la información requerida.
- c) Especificar los procedimientos de medición y escalamiento.
- d) Elaborar y aplicar una prueba piloto de un cuestionario u otra forma de recolección de datos
- e) Especificar el proceso de muestro y tamaño de la muestra de estudio
- f) Elaborar un plan para el análisis de datos

### 5.3.1. Técnicas cuantitativas

La metodología cuantitativa estudia a un cierto número de sujetos de la población (también llamado muestra), los cuales la representarán como un todo, con la finalidad conocer la distribución de distintas variables de interés en dicha población. Para poder obtener la información es necesario el uso de técnicas como las encuestas o la medición. (Hueso & Cascant, 2012)

En nuestro proyecto se ha utilizado la siguiente técnica cuantitativa:

- Encuesta

Es un interrogatorio que se realiza a un grupo individuos que representa al total de una población (muestra), en la cual “se plantea distintas preguntas respecto a su comportamiento, motivaciones, actitudes, conocimientos, así como características demográficas como su estilo de vida” (Malhotra, 2008)

Las encuestas pueden ser aplicada de manera verbal, por escrito o mediante una computadora, general mente se elabora con antelación un cuestionario en cual las preguntas se encuentran en un orden predeterminado. (Malhotra, 2008)

Es una técnica fácil de aplicar, gracias a las respuestas limitadas por alternativas se puede obtener datos confiables y de calidad además permite un análisis e interpretación de la información de una manera más sencilla. (Malhotra, 2008)

Tipos de encuestas:

- ✓ Encuesta telefónica: Tradicional y asistida por computadora
- ✓ Encuesta personal: En casa, centros comerciales, asistida por computadora.
- ✓ Encuesta por correo: Correo, panel por correo
- ✓ Encuesta electrónica: Correo electrónica, internet

El tipo de encuesta aplicada en nuestro proyecto es la encuesta electrónica por medio de internet, en este tipo el cuestionario realizado es publicado en un sitio web y se invita a las personas a participar. A diferencia de las encuestas por correo, por vía internet nos permite construir botones, campos de entrada de datos, especificar si se requiere una respuesta corta o larga, entre otras funcionalidades. (Malhotra, 2008)

La herramienta por utilizar para nuestras encuestas electrónicas será Google Forms que nos brinda además gráficos estadísticos sobre los datos obtenidos y nos permite exportar a Excel, para posteriormente realizar un análisis más profundo.

### 5.3.2. Técnicas cualitativas

El diseño de la investigación cualitativa consiste en el estudio de un número determinado de personas con la finalidad de obtener datos reales, que al ser convertidos en información permita un estudio profundizado y la comprensión de motivaciones, valores y significados. (Aguilar Herrera, 2013)

En nuestro proyecto se ha utilizado las siguientes técnicas cualitativas:

- Encuestas

Al igual que en nuestra encuesta cuantitativa, haremos uso de la herramienta Google Forms.

- Entrevistas a expertos

La entrevista es “una conversación, es el arte de realizar preguntas y escuchar respuestas” (Denzin & Lincoln, 2005). Esta técnica nos permite la obtención de información detallada, opiniones, conocimiento especializados, entre otros, por parte del entrevistado respecto a un tema específico, se realiza a un experto, persona capacitada o especialista sobre un tema o actividad.

La entrevista es aplicada a una sola persona altamente capacitada y tiene una duración de 30 minutos a más de una hora.

Tipos de entrevista:

- ✓ Entrevista Estructurada: para este tipo de entrevista las preguntas realizadas son elaboradas con antelación y se aplican con cierto grado de sistematización o rigidez a los participantes. (Jiménez I. V., 2012)
- ✓ Entrevista no estructurada: nos provee de mayores recursos, las preguntas que se realizan son más abiertas, destaca una mayor interacción entre el entrevistado y el entrevistador, la secuencia y esquema de la entrevista no está fijada con anterioridad, además de ser más fácilmente adaptable a las necesidades y requerimientos de la investigación, así como de las características de los participantes. (Jiménez I. V., 2012)

➤ Calcular cantidad de población muestra

Se elaboró una primera encuesta, en donde el tamaño de la muestra estaba mal enfocado, por lo que la cantidad de datos obtenidos no llegaban a ser suficientes para ser un tamaño muestral de confianza. A pesar de esto, sirvió como experiencia y guía para replantear una nueva encuesta.

Lo primero a reconsiderar fue el mercado objetivo. Se decidió centrar el mercado en un público de mayor edad, debido sobre todo a su mayor poder adquisitivo e interés en temas manuales y caseros. Se busca que el público objetivo sea cabeza de familia o miembro influyente en el presupuesto familiar, de aproximadamente 30-70 años, del nivel socioeconómico B (alto y bajo).

Para conocer la población total de la región Piura y definir nuestro mercado potencial se consultaron los resultados definitivos de los Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas; en donde se encontró que la población de la región Piura es de 1 856 809 habitantes. (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018)

Además, de acuerdo con el informe económico “Clase media aumentó en mayoría de regiones”, basados en la data de la Encuesta Nacional de Hogares sobre condiciones de vida y pobreza (ENAHO), el porcentaje de población de clase media en la región Piura para el año 2018 era de aproximadamente 34.4% (es un aproximado al estimarse de la Ilustración 3). (Peñaranda Castañeda, 2019) Esta encuesta considera todos los miembros del hogar, sin distinguir edad o sexo.

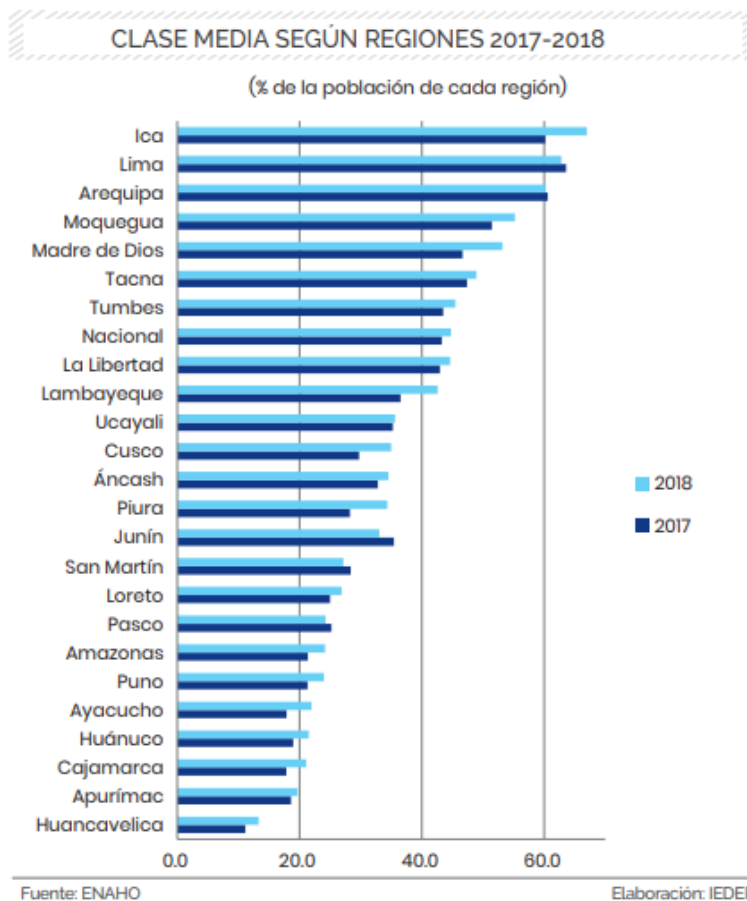


Ilustración 3. Población de clase socioeconómica media por región, año 2017-2018.

Por lo tanto, la población de nivel socioeconómico medio para la región Piura sería el 34.4% de 1 856 809 habitantes, es decir 638 743 habitantes. El número promedio de personas por familia, según la encuesta realizada, es 3-4 por lo que usamos 4 personas como número promedio de individuos por hogar. Entonces, nuestro **mercado potencial** es de 159 686 familias (1 miembro de cabeza por familia).

Con estos datos, se procede a calcular el tamaño de la muestra necesario para el éxito del estudio de mercado. Como la población es mayor a 100 000, estadísticamente se trata de una población infinita (Ochoa, 2013), por lo que se usa la fórmula:

$$n = \frac{(Z_a^2 * p * q)}{e^2}$$

n: tamaño de la muestra

Z<sub>a</sub> = nivel de confianza

p: probabilidad a favor

q: probabilidad en contra

e: error de la muestra

Con esto, para un nivel de confianza del 92% ( $Z_{\alpha}=1.75$ ), un porcentaje de error de 8% y una heterogeneidad del 50% ( $p=0.5$ ;  $q=0.5$ ) se obtiene un tamaño de muestra de 120 encuestados. Se escogió un nivel de confianza de 92% debido a que al 95% el tamaño de la muestra resultó ser 384, número que debido al factor tiempo no pensábamos alcanzar, por lo que se buscó alternativas y un nivel de confianza cercano cuya población muestra sea más accesible.

➤ Diseño de la encuesta

Desarrollando las 3 etapas para la elaboración de encuestas mencionadas en el capítulo de metodología:

- Teórico-conceptual: se ha investigado a profundidad el tema, siendo de gran importancia lo ya averiguado para los informes parciales anteriores.

La acuaponía, si bien es un tema que al parecer del equipo es sumamente interesante y vale la pena estudiar y desarrollar, en la región es un concepto completamente nuevo para las personas. Y si bien, la hidroponía y acuicultura ya están siendo desarrollados en la región, se tiene la hipótesis de que aún son actividades que, para la mayor parte de la población, son desconocidas. Es por esto, que existe un alto grado de incertidumbre con respecto al nivel de aceptación del producto.

Por lo tanto, el objetivo principal de la encuesta debe centrarse en llegar a conocer el grado de aceptación de la propuesta y si se logra o no cumplir con el objetivo de alcanzar un nivel de aceptación mínimo de 65%. Además, se busca corroborar el supuesto del poco nivel de conocimiento en la población sobre los temas de acuicultura, hidroponía y/o acuaponía.

Además, se debe corroborar que la encuesta esté siendo llenada por personas que se encuentren en el rango de edad correspondiente a nuestro mercado objetivo.

Es importante también, conocer un estimado del consumo y gastos por familia, así como el número promedio de personas por hogar, siendo de utilidad para un posterior análisis de ahorro.

En los resultados de la encuesta, el asesor ing. Manuel López, recomendó que se debe poder identificar 3 mercados:

- ❖ Mercado potencial: las personas que cumplen con los requisitos de nuestro público objetivo.
- ❖ Mercado disponible: las personas que cumplen con los requisitos de nuestro público objetivo y puedan estar interesadas.
- ❖ Mercado objetivo: las personas que cumplen con los requisitos de nuestro público objetivo y sí están interesados en el proyecto.

Por último, se considera relevante poder conocer un estimado de cuanto estarían dispuestos a pagar por nuestro producto y saber los lugares en donde lo ubicarían y las hortalizas que preferirían cultivar.

#### ○ Etapa Metodológica

La encuesta constará tanto de preguntas cualitativas como cuantitativas. Primero, se tomará detalles de sexo y edad. Se empezará evaluando el conocimiento de los encuestados en los temas relacionados al tema, para luego pasar a consultar sobre su consumo y gastos dependiendo de la cantidad de personas por familia que se encuentre.

Para identificar los 3 mercados, se preguntará el interés por la acuicultura e hidroponía por separado, y luego el interés por el producto acuapónico. A esto le sigue consultas sobre el precio a pagar, conocer los lugares en donde lo ubicarían y las hortalizas que preferirían cultivar

El diseño final de la encuesta es la siguiente:

### **AquaPlant, Ecosistema sostenible**

El exceso de agroquímicos para la obtención de productos agrícolas se ha convertido en un problema para la salud de las personas. Afortunadamente, en los últimos años se ha incrementado el interés por el cuidado de la salud y

los alimentos que ingerimos. Es por esto, que, AquaPlant: Ecosistema Sostenible, es una propuesta en la región Piura enfocada en la reducción del consumo de dichos alimentos agrícolas contaminados, ofreciendo una opción más saludable y hecho en su propio hogar.

Le solicitamos por favor responda las siguientes preguntas, para que nos ayude a ofrecer un mejor producto y sea más acorde con lo que usted realmente desee:

1. Género
  - Masculino
  - Femenino
  
2. ¿En qué rango de edad se encuentra?
  - 30-40 años
  - 40-50 años
  - 50-60 años
  - 60-70 años
  
3. ¿Ha escuchado o conoce usted sobre los temas de hidroponía, acuicultura o acuaponía? Por favor, seleccione los temas sobre los que conozca o haya escuchado:
  - Hidroponía
  - Acuicultura
  - Acuaponía
  - No he escuchado / no conozco
  
4. ¿Consume actualmente productos hidropónicos?
  - Sí
  - No
  - No sé
  
5. ¿Con qué frecuencia consume hortalizas (verduras) a la semana?
  - 5-7 veces a la semana
  - 3-4 veces a la semana

- 1-2 veces a la semana
- Nunca

6. ¿Cuál es su gasto estimado en hortalizas (verduras) por semana?

- 0-10 soles
- 11-20 soles
- 21-30 soles
- 31-40 soles
- 41-50 soles
- Más de 50 soles

7. ¿Para cuántas personas es la compra semanal de hortalizas (verduras)?

- 1-2
- 3-4
- 5-6
- más de 6

8. ¿Le interesaría tener un acuario en casa (según la disponibilidad de su espacio)?

- Sí me interesaría
- Es posible
- No me interesa

9. ¿Le interesaría producir sus propios vegetales orgánicos en casa (lechuga, albahaca, tomate, etc.) sin necesidad de suelo, es decir, en un medio libre de tierra?

- Sí me interesaría
- Es posible
- No me interesa

10. ¿Le interesaría contar con un sistema que combine tanto el acuario como la producción de vegetales orgánicos sin necesidad de tierra, siempre respetando la armonía de su hogar y según su espacio disponible?

- Sí

- Tal vez
- No me interesa

11. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por este sistema? Este tiene un periodo de vida útil estimado de 8 años y es apto para distintos tipos de hortalizas como lechuga, espinaca, tomate, etc.

- 200-250 soles
- 250-300 soles
- 300-350 soles
- 350-400 soles
- 400-450 soles

12. Tomando en cuenta que nuestro producto puede ser fabricado según la disponibilidad de su espacio, ¿en qué ambiente de su hogar le gustaría tenerlo?

- Patio
- Sala
- Balcón
- Comedor
- Otro: \_\_\_\_\_

13. ¿Qué producto(s) le gustaría producir? Marque las opciones que desee:

- Albahaca
- Lechugas
- Pepino
- Tomate
- Ají
- Otro: \_\_\_\_\_

14. Por favor, de tener algún comentario o sugerencia, escríbalo aquí.

\_\_\_\_\_.

- Estadística-conceptual: se desarrollará en el apartado, Análisis de resultados y conclusiones.

- Focus Group

Es una conversación o debate, de una duración máxima de 2 horas, sobre un tema específico realizado a un grupo conformado por 6 u 8 personas, la cuál es guiada por un moderador que se rige de un guion elaborado con antelación sobre los puntos, temas, subtemas y preguntas a tratar a lo largo de la sesión. Es fundamental la capacidad y empatía del moderador ya que de esto depende la calidad y cantidad de datos que se obtengan. (Iglesias, 2019)

Es una técnica muy recomendada porque permite reunir una gran cantidad de información en poco tiempo, permite conocer la realidad y pensamientos de distintas personas y grupos, gracias a su dinámica entretenida permite que los participantes expresen sus pensamientos, opiniones y deseos de una manera más natural. (Iglesias, 2019)

A diferencia del análisis de datos cuantitativos, se utilizan palabras como unidades de análisis guiado por procedimientos menos estándares. Por lo que la finalidad del uso de técnicas cualitativas es descifrar, examinar e interpretar patrones significativos que surgen de la recopilación de datos.

Según Maholtra, en su libro de investigación de mercados existen 3 pasos para el análisis de datos cualitativos.

- ✓ Reducción de datos: consiste en decidir qué aspectos de los datos se deben enfatizar, minimizar o desechar.
- ✓ Presentación de datos: consiste en la elaboración de una interpretación visual de datos obtenidos mediante diagramas, gráficas o matrices, todo esto debido a que ayuda a aclarar patrones e interrelaciones en los datos.
- ✓ Conclusión y verificación: consiste en considerar el significado de los datos analizados y evaluar sus implicaciones en cada cuestión.

## **5.4 Análisis de resultados y conclusiones**

### 1° Encuesta

Los datos de la primera encuesta fueron analizados en un principio, pero al no definir correctamente el número de población muestral, no se puede afirmar que brinden un buen análisis estadístico. Sin embargo, ciertos valores obtenidos sirvieron para evidenciar que

las edades de nuestro público objetivo estaban mal enfocadas, ya que, al encuestar a gente más joven, su ingreso es menor y la gran mayoría tiene poco interés en temas hogareños.

## 2° Encuesta

Se reformuló la encuesta y para un nivel de confianza del 92% y heterogeneidad del 50%, se realizó esta nueva encuesta por medio de Google Forms a 120 personas, dando los siguientes resultados.

### 1. Género

120 respuestas

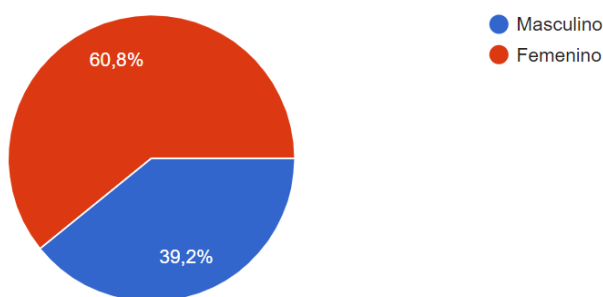


Ilustración 4. Porcentajes según género de encuestados.

El género mayoritario del público objetivo es femenino, siendo un 60.8% de la población a un nivel de confianza del 92%.

### 2. ¿En qué rango de edad se encuentra?

120 respuestas

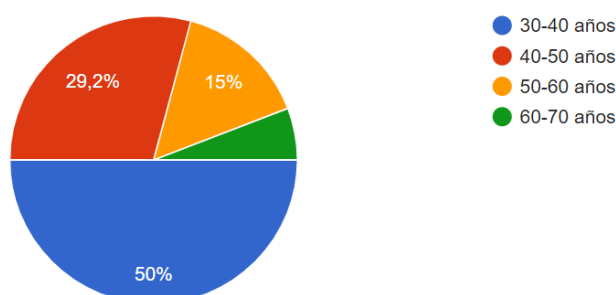


Ilustración 5. Rangos de edad de encuestados.

Si bien se modificaron los rangos de edad, sigue siendo mayoritario el rango más joven. Se presume que este hecho es debido a la mayor utilización de internet y redes sociales de las personas más jóvenes. Sin embargo, el llenado de las encuestas ha sido al azar y se encuentra dentro del rango establecido, por lo que son totalmente válidos los datos de la encuesta.

3. ¿Ha escuchado o conoce usted sobre los temas de hidroponía, acuicultura o acuaponía? Por favor, seleccione los temas sobre los que conozca o haya escuchado:

120 respuestas

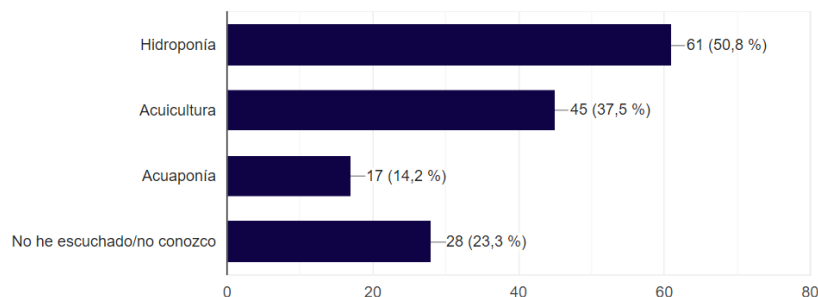


Ilustración 6. Conocimientos previos de los encuestados sobre los temas de hidroponía, acuicultura y acuaponía.

La *Ilustración 6* muestra el nivel de conocimiento previo sobre los temas afines al proyecto, como son la hidroponía, acuicultura y acuaponía. Se observa que la población ha escuchado hablar o tiene conocimientos tanto en hidroponía como en acuicultura como conceptos individuales, más no en conjunto, como viene a ser la acuaponía.

Esto indica una dificultad a la hora de penetrar en el mercado, debido a que es un producto novedoso, poco conocido, para lo cual primero se debería plantear una capacitación o alfabetización en el tema acuapónico y en el cuidado de la salud y alimentos saludables en general, para ir generando conciencia en la ciudadanía, ya que la mayoría de las personas no es consciente de lo que ingiere a diario, comprobándose en la *Ilustración 7*, en la cual el 43,3% indica que no sabe si come o no alimentos hidropónicos.

4. ¿Consume actualmente productos hidropónicos?

120 respuestas

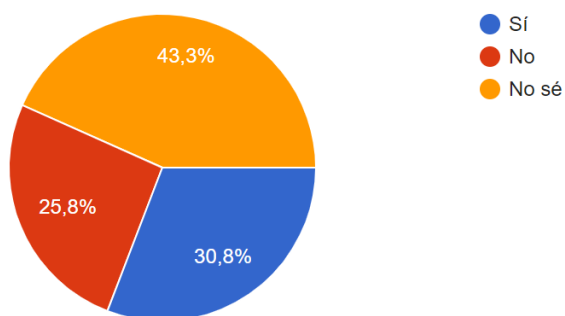


Ilustración 7. Consumo actual de productos hidropónicos.

Con los resultados de la ilustración 9, se comprueba que el consumo de hortalizas es primordial en la dieta de las personas, consumiéndose con mayor frecuencia de 3-4 veces por semana (43,3%) y de 5-7 veces por semana (35%).

## 5. ¿Con qué frecuencia consume hortalizas (verduras) a la semana?

120 respuestas

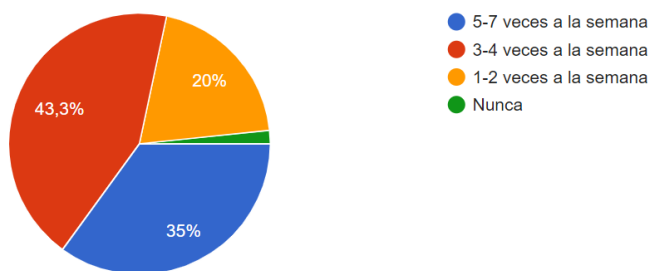


Ilustración 8. Consumo de hortalizas por semana.

## 6. ¿Cuál es su gasto estimado en hortalizas (verduras) por semana?

120 respuestas

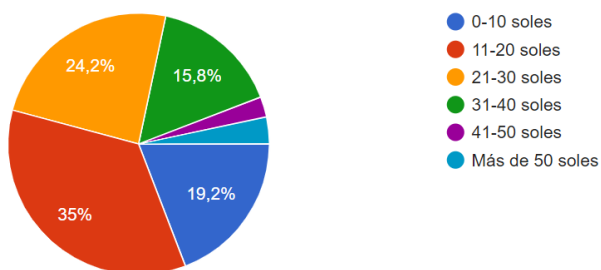


Ilustración 9. Gasto estimado en hortalizas por semana.

## 7. ¿Para cuántas personas es la compra semanal de hortalizas (verduras)?

120 respuestas

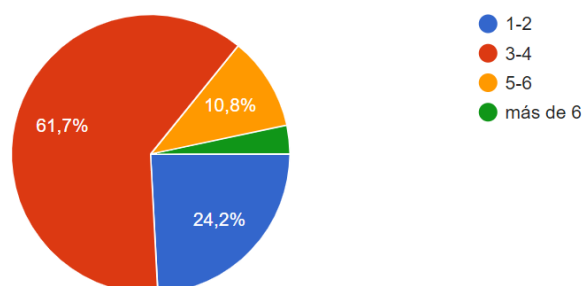


Ilustración 10. Número de personas estimado por familia.

La *Ilustración 9* y la *Ilustración 10* muestran el gasto por semana de cada familia en hortalizas y un promedio de para cuántas personas se realiza la compra. Estos datos sirven para la elaboración de un estudio de ahorro (se presenta en el apartado **Análisis del Ahorro**, del capítulo 7).

8. ¿Le interesaría tener un acuario en casa (según la disponibilidad de su espacio) ?

120 respuestas

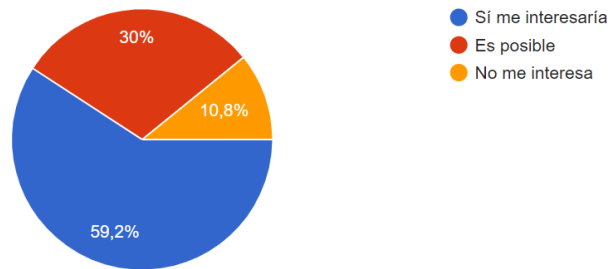


Ilustración 11. Grado de interés en el tema de acuicultura ornamental.

9. ¿Le interesaría producir sus propios vegetales orgánicos en casa (lechuga, albahaca, tomate, etc.) sin necesidad de suelo, es decir, en un medio libre de tierra?

120 respuestas

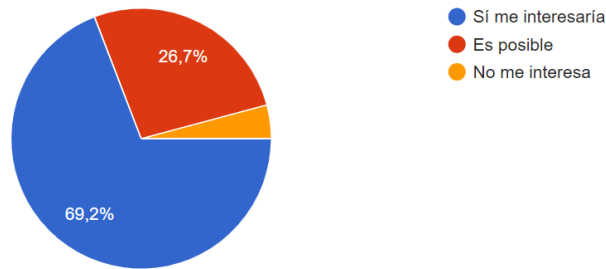


Ilustración 12. Grado de interés en el tema hidropónico.

La *Ilustración 11* y la *Ilustración 12* reflejan el interés de la población por la acuicultura ornamental y por la hidroponía respectivamente. El tema hidropónico, individualmente, tiene un mayor nivel de interés por parte de las personas que la acuicultura ornamental. Esto puede ser debido a que a partir de la hidroponía se obtiene el beneficio del cultivo de las hortalizas propias, mientras que la acuicultura ornamental es sólo por gusto y ocio. Si se percibe un beneficio, obviamente será mayor aceptado.

10. ¿Le interesaría contar con un sistema que combine tanto el acuario como la producción de vegetales orgánicos sin necesidad de tierra, siempre respetando la armonía de su hogar y según su espacio disponible?

120 respuestas

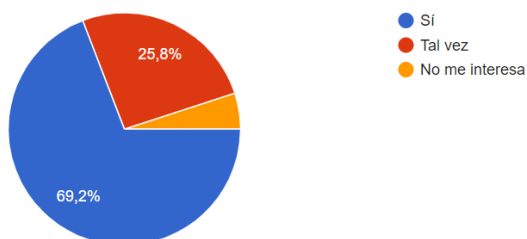


Ilustración 13. Grado de interés en el sistema acuapónico a ofrecer.

La pregunta 10 de la Ilustración 13, es la más primordial de toda la encuesta, ya que esta indica directamente el grado de aceptación de nuestro producto o no. Entonces, con un nivel de confianza de 92% se tiene que nuestro mercado objetivo alcanza el 69,2%, el mercado disponible, el 25.8%, quedando solo un 5% en el mercado potencial.

Con esto podemos afirmar (a un 92% de confianza) que **se cumple uno de nuestros principales objetivos planteados**, el cual es que nuestro nivel de aceptación en el mercado no sea menor a 65%.

11. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por este sistema? Este tiene un periodo de vida útil estimado de 8 años y es apto para distintos tipos de hortalizas como lechuga, espinaca, tomate, etc.

120 respuestas

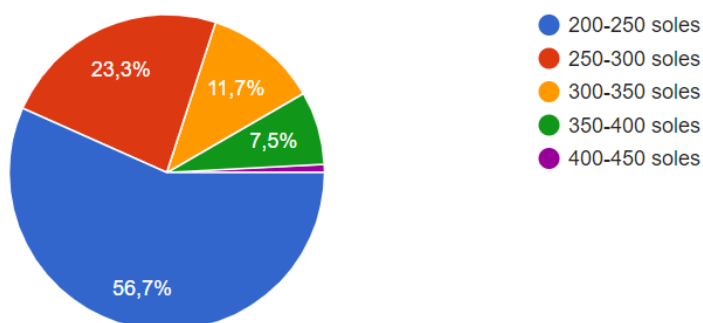


Ilustración 14. Rango de precio a pagar por el sistema acuapónico.

En la Ilustración 14 se aprecia que la mayoría está dispuesta a pagar el menor rango de precios encuestados (56.7%). A pesar de que el precio de venta del prototipo realizado es de 300 soles, esto no afecta a los valores de nivel de aceptación obtenidos, ya que al ser productos personalizados se puede adecuar según al gusto y capacidad de pago del cliente.

12. Tomando en cuenta que nuestro producto puede ser fabricado según la disponibilidad de su espacio, ¿en qué ambiente de su hogar le gustaría tenerlo?

120 respuestas

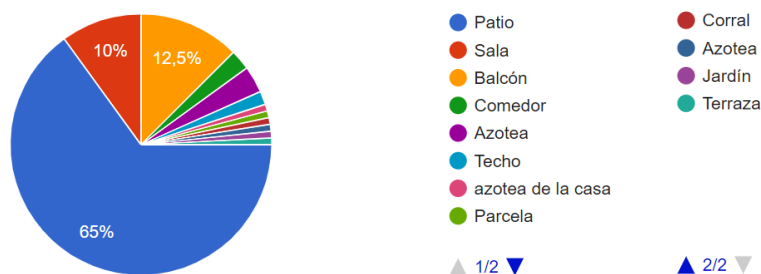


Ilustración 15. Ambientes de agrado para colocar el sistema.

13. ¿Qué producto(s) le gustaría producir? Marque las opciones que desee:

120 respuestas

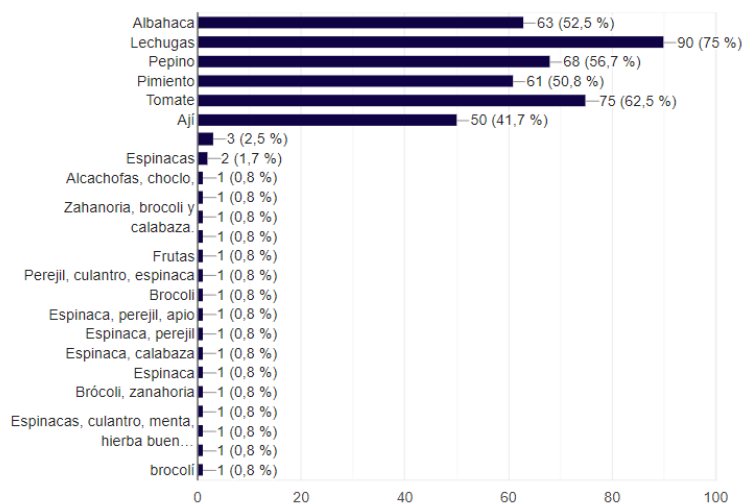


Ilustración 16. Productos de interés a producir en el sistema por parte de los encuestados.

La Ilustración 15 y la Ilustración 16 muestran las preferencias a tener en cuenta de los potenciales clientes en cuanto a ubicación del sistema y tipo de hortaliza que les gustaría cultivar.

#### 14. Por favor, de tener algún comentario o sugerencia, escríbalo aquí.

40 respuestas

Es muy buena opción esto de la hidroponia

Yo no estoy interesada en el proyecto y las preguntas son obligatorias de contestar no hay otras alternativas.

Está interesante la propuesta de tener un huerto en casa. Me parece genial.

Me gusta esta propuesta porque así podemos tener a la mano nuestras hortalizas y a vez sirve de entretenimiento para cultivarla en nuestros ratos libres.

Es muy interesante el proyecto tener tu propio huerto en casa.

interesante cuestionario; hace falta mucha información y concientización al respecto.

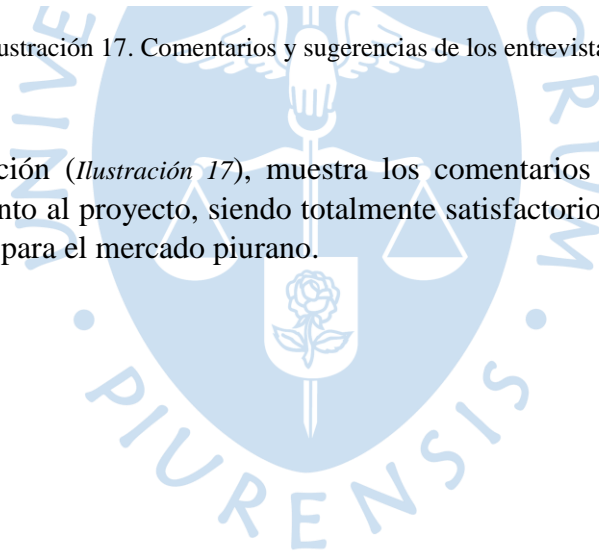
Esta muy burn la propuest

El proyecto es interesante, nos da opciones para cultivar parte de los alimentos que más consumimos, además sería una buena inversión ya que se invertiría cierta cantidad de dinero, pero a la larga ahorraríamos, dinero, tiempo y lo más importante que nosotros llevaríamos un seguimiento y control de las condiciones en la que estos alimentos son sembrados. Libres de contaminación y directos a la olla.

Este sistema es muy interesante he leído algo con referencia al ahorro familiar pero creo que el sistema que mencionan es más completo y sería de interés de la mayoría de ciudadanos pensando en dos aspectos fundamentales como son la salud y el ahorro familiar.

Ilustración 17. Comentarios y sugerencias de los entrevistados.

Esta última ilustración (*Ilustración 17*), muestra los comentarios y sugerencias de los encuestados en cuanto al proyecto, siendo totalmente satisfactorio comprobar que es un proyecto agradable para el mercado piurano.



## Capítulo 6

### Productos

#### 6.1. Diseño del prototipo del sistema acuapónico

El diseño del prototipo fue escogido por el equipo del proyecto, considerando requisitos como movilidad, 2m<sup>3</sup> min de volumen ocupado, el cual fue representado en el software CAD SolidWorks, a continuación, se presentan las diferentes vistas.

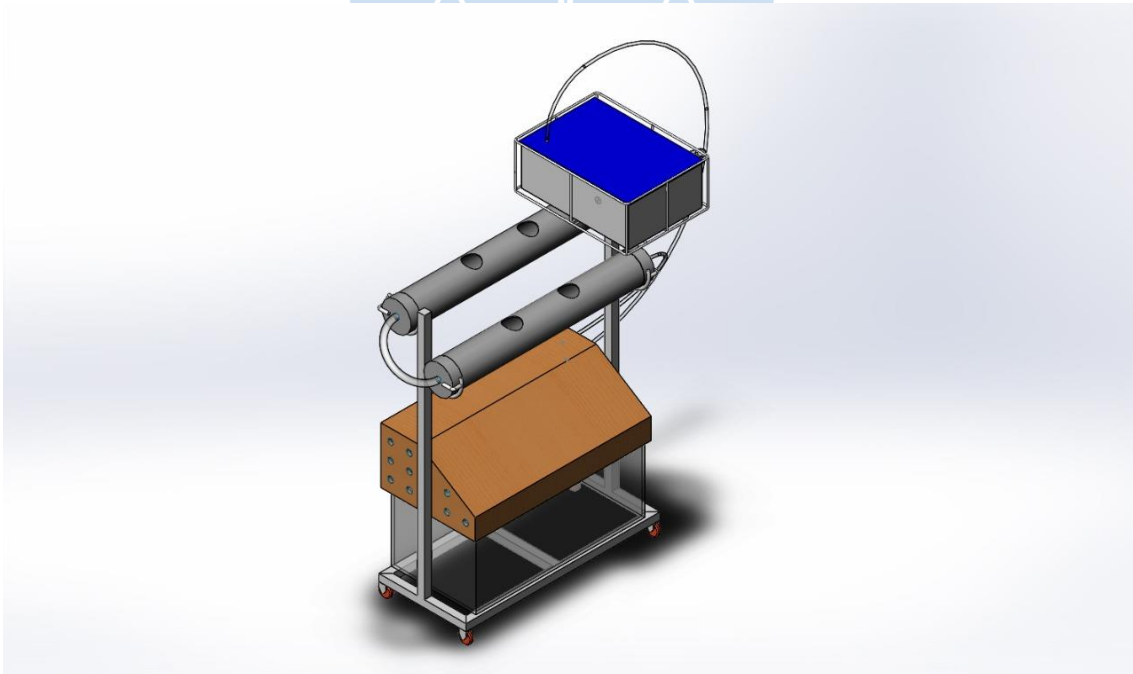


Ilustración 18. Diseño del prototipo del sistema acuapónico AQUAPLANT  
Fuente: Elaboración propia

### 6.1.1. Recursos necesarios

Los siguientes recursos fueron necesarios para el diseño y construcción del prototipo

Nombre del recurso	Tipo	Nombre del recurso	Tipo	Nombre del recurso	Tipo
Ana Caldas Quiñonez	Trabajo	Uniones	Material	Fluorescente	Material
David Vargas Leiva	Trabajo	Silicona en barra	Material	Manguera 8 mm	Material
Medidor de pH	Trabajo	Termómetro	Costo	manguera 3/4"	Material
Análisis de medición de Oxígeno Disuelto	Material	Phmetro	Costo	Base de madera	Material
Análisis de medición de conductividad eléctrica	Material	Algodón	Material	Thiner	Material
Análisis de medición de dureza	Material	Tubería de 4"	Material	Pintura blanca	Material
Luz	Costo	Tapones de 4"	Material	Taper 26x38x14 cm	Material
Agua	Costo	Pintura spray	Material	Enchufe	Material
Soldadura y corte	Costo	Barniz	Material	Cable mellizo	Material
Asesor de SolidWorks	Costo	Silicona	Material	Interruptores	Material
Plantines	Material	Base de metal	Material	Cable de conexión	Material
Peces	Material	Mano de obra soldador	Trabajo	Pistola de silicona	Material
		Ruedas	Material		

### 6.1.2. Cálculos

- ✓ Balance de materia:

Se centro en el estudio de la cantidad de coliformes que ingresan al biofiltro y la salida de estos, según el estudio que enviamos al laboratorio pudimos ver que la salida de estos es 0 u.f.c./ml por lo que ya no se calculó el de la entrada porque no existe un biofiltro con 100% de efectividad así que se tendría que redimensionar el tamaño del filtro para evaluar este parámetro de manera correcta por lo que en nuestro prototipo las hortalizas que se obtengan serán de consumo humano libre de coliformes.

## 6.2. Construcción del prototipo

La construcción del prototipo empleado fue exclusiva del equipo del proyecto, la cual se detalla en el capítulo 7.1 Análisis del desempeño del prototipo pag.125.

## 6.3. Prueba experimental

Las pruebas experimentales fueron desarrolladas en etapas o puestas en prueba para lograr obtener los parámetros óptimos para el correcto funcionamiento del prototipo. Se detalla más en el capítulo 7.1 Análisis del desempeño del prototipo pag.125.



6.4. Diseño de la Línea de Producción

Se desarrollo un diagrama de operaciones de la línea de producción

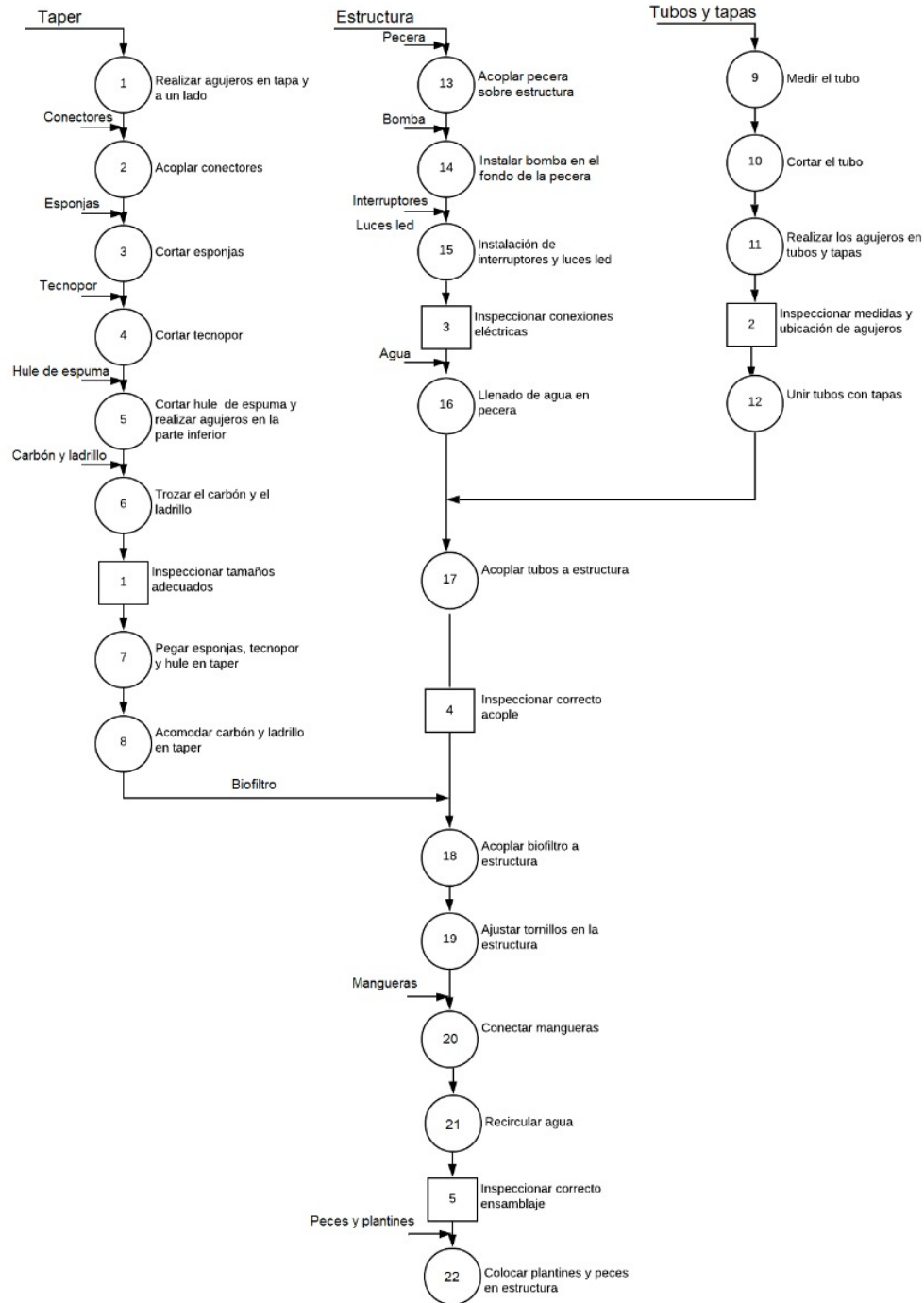


Ilustración 19. Diagrama de operaciones  
Fuente:Elaboración propia

	Estación de construcción de biofiltro	Estación de construcción de tuberías	Estación eléctrica	Ensamblaje
Entradas	Táper Conectores Esponjas Tecnopor Hule de espumas Carbón Ladrillo	Tubos Tapas	Bomba Interruptores Luces led	Estructura Pecera con agua Mangueras Peces Plantines
Salidas	Biofiltro	Sub-Sistema hidropónica	Conexiones eléctricas	Sistema Acuapónico

La línea de producción se describe de la siguiente manera:

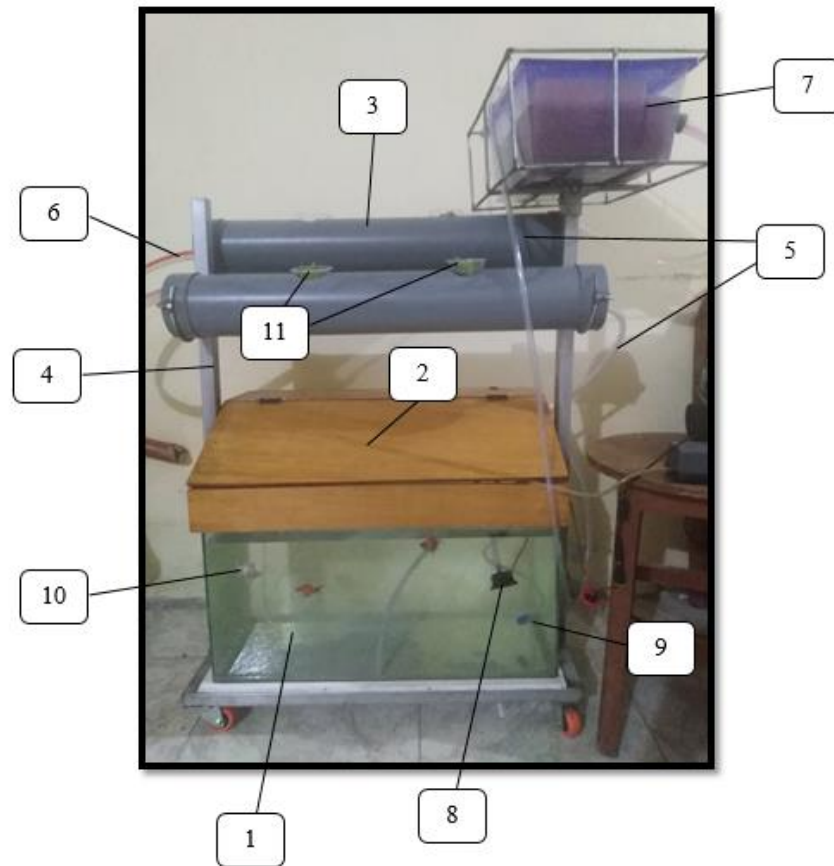
- Se comienza con la estación de construcción de biofiltro, estación de construcción de tuberías y estación eléctrica en paralelo, en donde luego de terminar las operaciones de la estación eléctrica se incorpora la estación de ensamblaje, la cual es la más importante de toda la línea ya que nos brinda el producto final.
- Las herramientas que se utiliza a lo largo de la línea de producción comprenden: taladro, guincha y cautín; las cuales se utilizan para la estación de construcción de tuberías para medir los tubos y hacer los agujeros, y eléctrica para soldar los cables de la bomba, interruptores y luces led.
- Los trabajadores los componen dos operarios que se rotan para hacer las actividades en paralelo ya que son tareas sencillas y rápidas, y un supervisor de producción que se encarga de verificar el buen cumplimiento de los estándares de producción para continuar con los procesos de la línea.

#### 6.5. Manual de uso y mantenimiento

El presente manual muestra información del uso y mantenimiento del sistema acuapónico AQUAPLANT. (Ver Anexo B)

- **Elementos del sistema Aquaplant**

A continuación, se presenta los elementos que conforman el prototipo del sistema acuapónico.



- |                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| ① Pecera o acuario    | ⑦ Biofiltro     |
| ② Tapa de acuario     | ⑧ Bomba de agua |
| ③ Tuberías de PVC     | ⑨ Aireador      |
| ④ Estructura metálica | ⑩ Peces         |
| ⑤ Mangueras de 8 mm   | ⑪ Plantines     |
| ⑥ Mangueras de 3/4"   |                 |

Ilustración 20. Elementos del sistema Aquaplant  
Fuente: Elaboración propia

- **Armado del sistema**

El armado del sistema consiste en un acoplamiento de las partes descritas en el punto anterior. Para armarlo, seguir los pasos siguientes:

1. Unir el acuario (①) con la tapa de madera (②). Una vez puesta, colocar la pecera sobre la estructura de metal (④).
2. Colocar los tubos de PVC (③) en la estructura metálica (④).

3. Colocar el biofiltro en su caja diseñada en la estructura metálica (⑦).
4. Usar las mangueras de ¾" (⑥) para conectar los 2 tubos (por la parte izquierda del sistema) y el biofiltro (⑦) con el tubo superior (parte derecha del sistema).
5. Colocar la bomba de agua (⑧) y el aireador (⑨) en la pecera. Ambos cuentan con interruptores que pueden ser instalados en la parte externa de la tapa.
6. Usar las mangueras de 8 mm para conectar la salida de la bomba a la entrada del biofiltro, así como el lado faltante del tubo inferior con la pecera, de manera que la manguera quede al interior de la misma.

Llenar el acuario con agua y colocar los peces (⑩). De igual manera, colocar los vasos que contienen los plantines (⑪) en los agujeros de los tubos.

- **Funcionamiento del sistema**

Una vez armado el sistema, este se encuentra listo para la recirculación del agua.

#### **Puesta en marcha del sistema**

Para poner en marcha el sistema, se debe conectar la bomba y el aireador a la corriente, y luego encender ambos dispositivos. De esta manera, el agua comenzará a circular por todo el sistema.

#### **Frecuencia de funcionamiento de dispositivos**

La frecuencia de funcionamiento de la bomba es de aproximadamente 12 minutos, 3 veces al día, mientras que el aireador

- **Manejo del sistema**

#### **Plantas**

Para las plantas, es importante asegurarse de que al momento de su instalación en las tuberías estas queden acopladas de una manera adecuada, es decir, que no queden apretujadas en los vasitos y que las raíces lleguen al fondo del tubo para poder tener un contacto eficaz con el agua.

Asimismo, es aconsejable seguir una pequeña rutina de observación diaria, para asegurarse del buen estado de estas. Esto incluye:

- Observación minuciosa para descartar presencia de plagas.
- Remoción de hojas enfermas, para que no contaminen al resto.

## **Peces**

Para los peces, el principal cuidado a tener es su alimentación. Esto incluye también una pequeña rutina de observación diaria como con las plantas.

Para su alimentación, se les debe suministrar:

- 2 veces al día, cuando están en etapa de crecimiento.
- 3 veces al día, una vez alcanzada la

- **Inspección del sistema**

### **Control del nivel de agua**

Consiste en verificar que el nivel del caudal de agua en las tuberías no es mucho ni es muy poco.

### **Control de entradas y salidas de agua**

Consiste en verificar que los flujos de entrada y salida de agua se están dando.

### **Control de fugas en las tuberías**

Consiste en revisar que las tuberías no presenten ninguna situación que pueda dar lugar a una fuga.

- **Mantenimiento del Sistema**

### **Cambio de agua del acuario**

El agua del acuario debe ser cambiada mensualmente. NO se cambia toda el agua, sólo el 15% del volumen de la pecera, de manera que el sistema sigue funcionando con normalidad.

Para ello, es necesario dejar reposando el agua que será colocada en el sistema por un periodo de 1-2 días, con la finalidad de que el cloro contenido en esta se evapore y no dañe a las especies del sistema acuapónico.

### **Renovación de materiales del biofiltro**

El biofiltro está compuesto por: carbón, ladrillo, esponjas, tecnopor y hule de espuma. La renovación de estos materiales debe hacerse cada 3 meses, para asegurar la inocuidad de del agua que riega a las plantas.

- **Extracción de producto y readaptación del sistema**

Cuando la hortaliza esté lista para ser consumida (de acuerdo a su periodo de germinación), se puede proceder a retirarla del sistema.

Este es un proceso sencillo y se debe tener en cuenta que, dependiendo del tipo de planta, puede ser necesario arrancar toda la planta (ej.: Lechuga), extraer hojas (ej.: Albahaca) o extraer solo los frutos (ej.: Tomate).

Para la readaptación del sistema, se pueden dar 2 escenarios:

- En caso se deba arrancar toda la planta, se debe colocar otro plantín en un nuevo vasito con algodón.
- En caso no se deba arrancar la planta, se puede dejar así, pero se debe tener en cuenta que las raíces seguirán creciendo y eventualmente se deberá cambiar por otro plantín o cortar algunas raíces.

### 6.6. Manual de prevención y recomendaciones

Este manual contiene información sobre la prevención de enfermedades, plagas o muerte de las especies. Además, también se muestran recomendaciones para el manejo de las especies, limpieza y mantenimiento del sistema acuapónico, entre otros. (Ver Anexo C.)

### **Con respecto a las Especies**

- **Plantas**

- ✓ Se recomienda ser muy cuidadoso al momento de traspasar la planta germinada al sistema acuapónico, debido a que puede sufrir daños como la ruptura del tallo o de las raíces, dando como resultado la muerte de la especie.
- ✓ Es necesario realizar una constante de observación minuciosa de las hortalizas para así poder descartar la presencia de plagas y/o enfermedades que afecten a la especie y evitar contagiar a todo el sistema acuapónico.
- ✓ En caso de que hubiera la existencia de plagas y/o enfermedades, compartimos y recomendamos las siguientes técnicas de manejo integrado apto para sistemas acuapónicos
  - Control cultural: Consiste en alternar los tipos de hortalizas sembradas a lo largo del tiempo, para evitar atraer enfermedades generadas por mantener solo plantas pertenecientes a la misma familia.
  - Control biológico: Consiste en usar los agentes naturales para el control o minimización de las plagas y enfermedades.
- **Peces**
  - ✓ Se recomienda evitar sobrealimentar a los peces y eliminar los restos de alimentos no consumidos, debido a que según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación), estos residuos y restos de comida son muy perjudiciales para los peces ya que pueden pudrirse en el interior del sistema acuapónico, además de descomponerse causando enfermedades y consumiendo todo el oxígeno disuelto. Con todo lo antes mencionado se aconseja alimentar a los peces todos los días y eliminar cualquier alimento no consumido después de 30 minutos y ajustar la porción siguiente para evitar dichos excesos.
  - ✓ Control de enfermedades de los peces:
    - Los peces pueden padecer de estrés, esto conlleva a que sean más vulnerables a enfermedades, debido a la variación de parámetros como la temperatura, calidad del agua y alimentación.

- Las enfermedades provocadas por hongos pueden ser contrarrestadas aplicando 0.5 gr/L de sal de ganadería y aumentando la temperatura del agua (dependiendo de las condiciones exigidas por los peces criados)

### **Con respecto a la Limpieza y Mantenimiento**

- Es necesario dejar reposar el agua a colocar en el sistema en un recipiente limpio, después de su limpieza y/o mantenimiento, por un periodo de 1 a 2 días con la finalidad de que el cloro contenido en el agua se evapore, evitando así que esta sustancia dañe a las especies. Es de suma importancia coloca una malla como tapa en el recipiente que contiene el agua, como medida de prevención a la aparición del zancudo del Dengue.
- Desmontar cuidadosamente el sistema acuapónico para realizar una mejor limpieza.
- Es recomendable usar una red para sacar con cuidado los peces y pasarlos a un recipiente con el 50% de agua tratada (libre del cloro) y el otro 50% con el agua de la pecera.
- Se recomienda lavar la pecera, tubos y demás implementos con agua en ausencia de jabón o detergente para evitar afecte la salud de las especies

### **Recomendaciones Generales**

- Evitar colocar el sistema directamente a la luz solar, debido a que esto aceleraría el crecimiento de algas, y por ende se tendrá que limpiar con mayor frecuencia. Otra medida para minimizar la proliferación de algas es el flujo constante del agua a través de las plantas.
- La proliferación de algas puede llegar a obstruir el paso del agua por el sistema debido a que se disminuye el área de ingreso del agua además que las mismas compiten por los nutrientes al igual que las plantas del sistema acuapónico.

## 6.7. Diseño de interfaces y funciones de la página web

En el presente apartado se muestra el diseño y funcionalidades del sistema acuapónico AQUAPLANT que servirán como servicio post venta.

### 6.7.1. Diseño de las interfaces

Para el desarrollo del diseño de las interfaces web se usó el software Visio que permitió la correcta creación de wireframes mucho más profesionales y una correcta distribución de información, además se definió las funcionalidades que tendrá dicha página. A continuación, se muestran las interfaces diseñadas

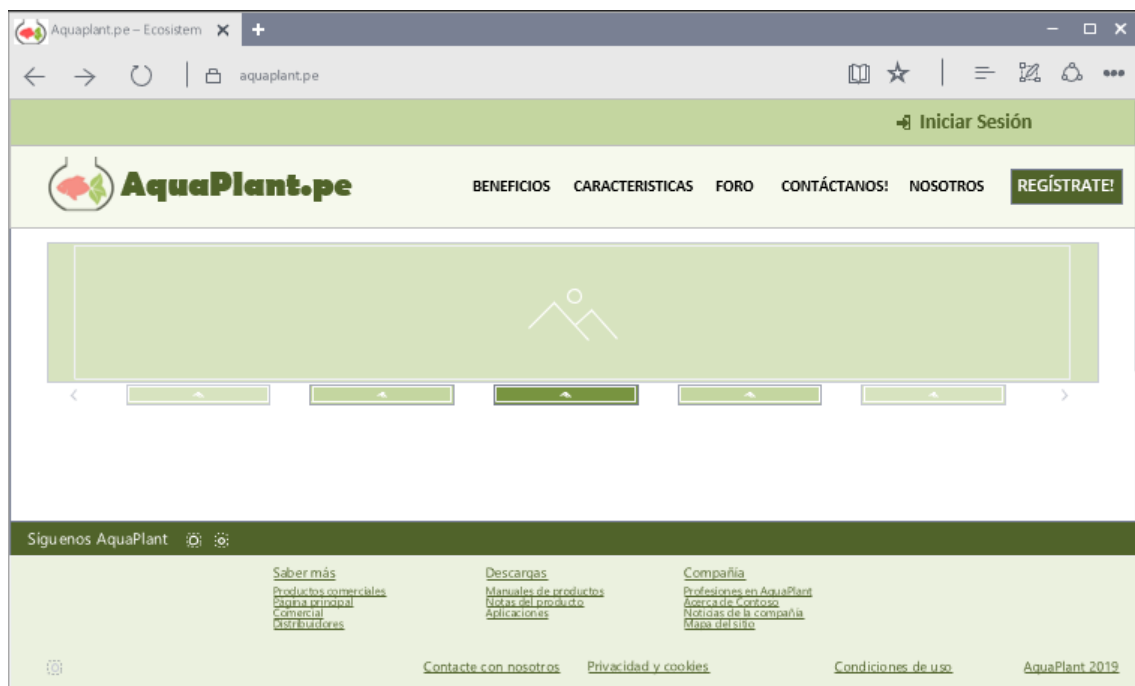


Ilustración 21. Interfaz inicio  
Fuente: Elaboración propia



**AquaPlant.pe**



 Correo electrónico:

 Asigna tu clave:

 Tus nombres y apellidos:

 Celular:

**Al crear tu cuenta aceptas nuestros**  
Términos, Condiciones y Políticas de Tratamiento de Datos.

REGISTRARME

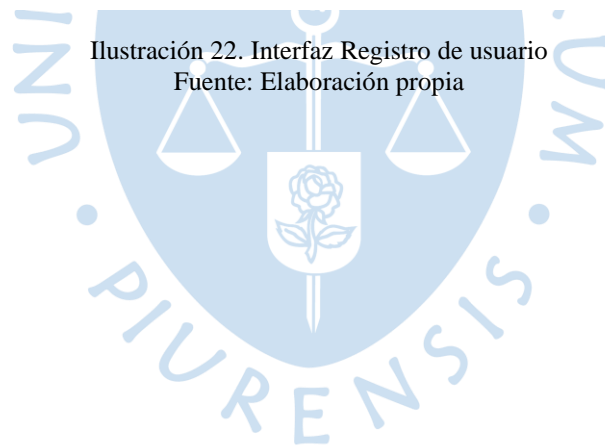


Ilustración 22. Interfaz Registro de usuario  
Fuente: Elaboración propia

**AquaPlant.pe**

**Iniciar sesión** [¿Ha olvidado la contraseña?](#)

Id. de usuario

Contraseña

Mostrar contraseña

Mantener sesión iniciada.

Iniciar sesión

Nueva cuenta

Crear cuenta nueva

Ilustración 23. Interfaz Inicio de sesión  
Fuente: Elaboración propia

Aquaplant.pe – Ecosistem

← → ↻ | aquaplant.pe

Cerrar Sesión

**AquaPlant.pe** BENEFICIOS CARACTERISTICAS FORO CONTÁCTANOS! NOSOTROS

11/11/2019

Línea de tiempo

Hortaliza: Lechuga  
Tiempo de cultivo: 1 semana  
Tiempo estimado de cosecha: 6 semanas

Martes 4 de julio

Recomendación:  
Si el tamaño de las hojas no llega a 8 cm:  
Aumentar en 2 minutos el tiempo de recirculación diaria.

Para cualquier duda adicional contáctenos por el chat!

Agregar notas Aceptar

Ilustración 24. Interfaz inicio usuario  
Fuente: Elaboración propia

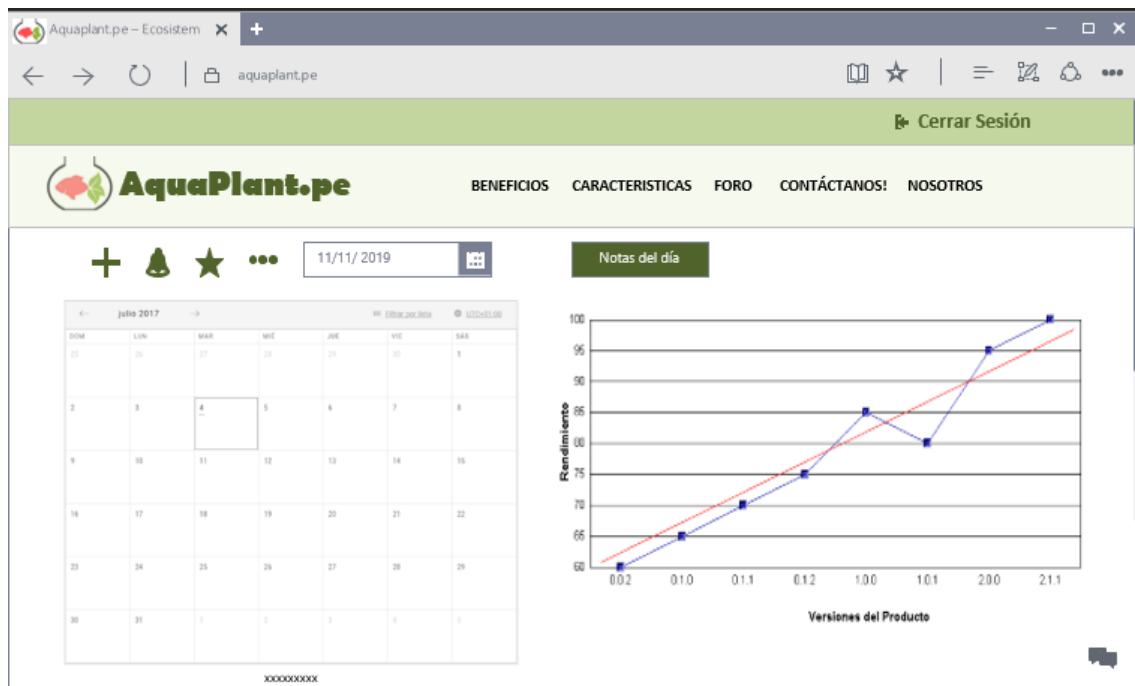


Ilustración 25. Interfaz Seguimiento  
Fuente: Elaboración propia

## 6.7.2. Funcionalidades

La página web será un producto con fines de seguimiento posventa para los sistemas acuapónicos distribuidos a los clientes y también servirá como canal informativo para futuros y potenciales clientes.

En él, el usuario podrá:

- ✓ Informarse acerca de nuestra empresa, misión, visión, etc.
- ✓ Podrá conocer los beneficios del sistema acuapónico
- ✓ Conocer las características de nuestros diversos modelos y diseños de nuestros sistemas acuapónicos.
- ✓ Información adicional y ayuda de una comunidad en el foro
- ✓ Información de contacto con nosotros

Además, el usuario podrá

- ✓ Registrar en la web, con su correo electrónico, número de teléfono y la creación de una contraseña.
- ✓ Iniciar con su cuenta, y dentro de la plataforma, podrá hacer seguimiento de su sistema acuapónico con la ayuda de un cronograma de estimaciones, donde el cliente podrá verificar el avance y estado de su sistema con respecto a promedio de sistemas en marcha. Podrá también observar la evolución de su sistema acuapónico de forma gráfica a lo largo del tiempo.

Por último, tendrá a su disposición información de contacto de la empresa para cualquier tipo de duda o consultas que presente.

## 6.8. MAPRO

**Objetivo general**

Identificar, establecer y describir a través de flujogramas los principales procedimientos administrativos a realizarse por AquaPlant, tomando como base el Manual de Organización y Funciones (MOF).

**Procedimientos**

Se ha priorizado la realización de los procedimientos administrativos de venta y producción.

Área de dirección, unidad de dirección ejecutiva

➤ Procedimiento de selección de proveedores

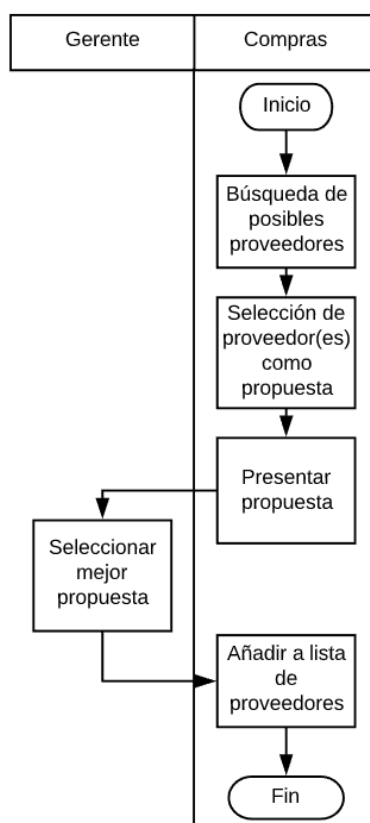


Ilustración 26. Procedimiento de selección de proveedores.

El procedimiento de selección de proveedores es un trato directo entre el gerente (director general) y el área de compras. Si se trata de una evaluación al proveedor, ya se contaría con el feedback del área de operaciones para que brinde información sobre el rendimiento de sus productos.

Área comercial, Unidad de ventas

➤ Procedimiento de venta de un sistema acuapónico

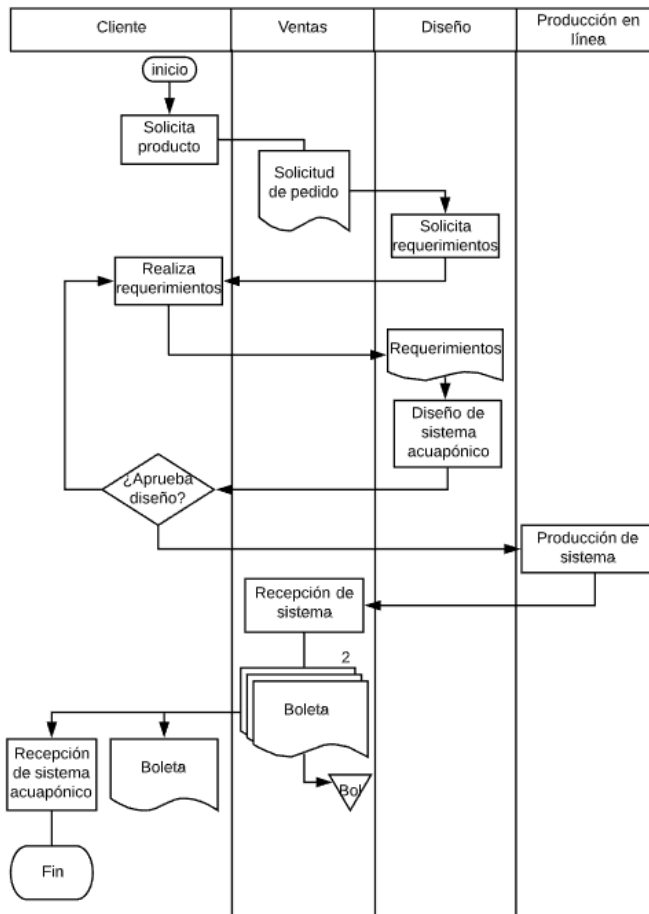


Ilustración 27. Procedimiento de venta de un sistema acuapónico.

Al ser un producto personalizado de acuerdo con los requerimientos del cliente, cada orden implica el diseño y construcción de cada sistema. Este procedimiento involucra principalmente al área comercial (ventas), en conjunto con ventas, producción y el mismo cliente.

Área de compras, Unidad de compras

- Adquisición de insumos

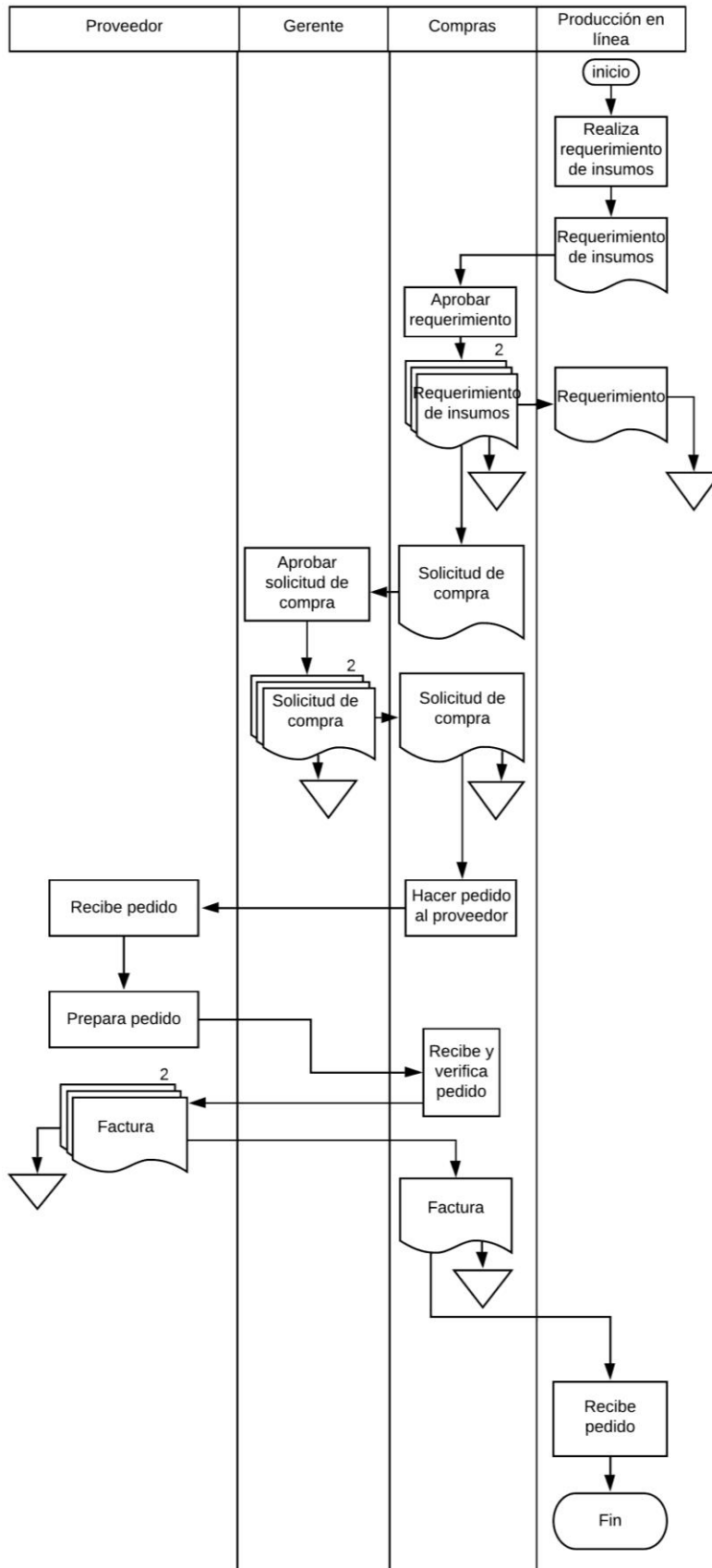


Ilustración 28. Procedimiento de adquisición de insumos.

Este procedimiento está directamente relacionado con el área de producción, ya sea para insumos sin stock en inventario o que deban

compararse en el momento, dependiendo del diseño del sistema acuapónico.

## 6.9. MOF

### **Objetivos generales**

El presente Manual de Organización y Funciones (MOF) es un documento técnico que tiene por objetivo principal determinar las funciones y las relaciones de los miembros del equipo de trabajo de “AquaPlant, ecosistema sostenible”; un proyecto que se enfoca en el diseño y construcción de sistemas acuapónicos a pequeña escala para las familias de la región Piura, como propuesta para una producción de sus propios alimentos y como alternativa ante los productos comerciales con alto contenido químico dañino para la salud.

### **Objetivos específicos**

- Definir puestos de trabajo.
- Determinar funciones de cada puesto.
- Determinar la relación entre dichas funciones.
- Determinar el nivel de autoridad de cada función.
- Determinar las responsabilidades de cada función.
- Determinar los requisitos mínimos para desempeñar cierta función.

### **Estructura orgánica**

- Área de dirección
  - Unidad de dirección ejecutiva
  
- Área de Producción
  - Unidad de diseño de producto
  - Unidad de producción en línea

- Área de logística
  - Unidad de compras
  
- Área de Comercial
  - Unidad de ventas
  - Unidad de servicio post venta
  
- Área de sistemas
  - Unidad de plataforma web
  
- Área de Comunicaciones
  - Unidad de comunicaciones



## Organigrama

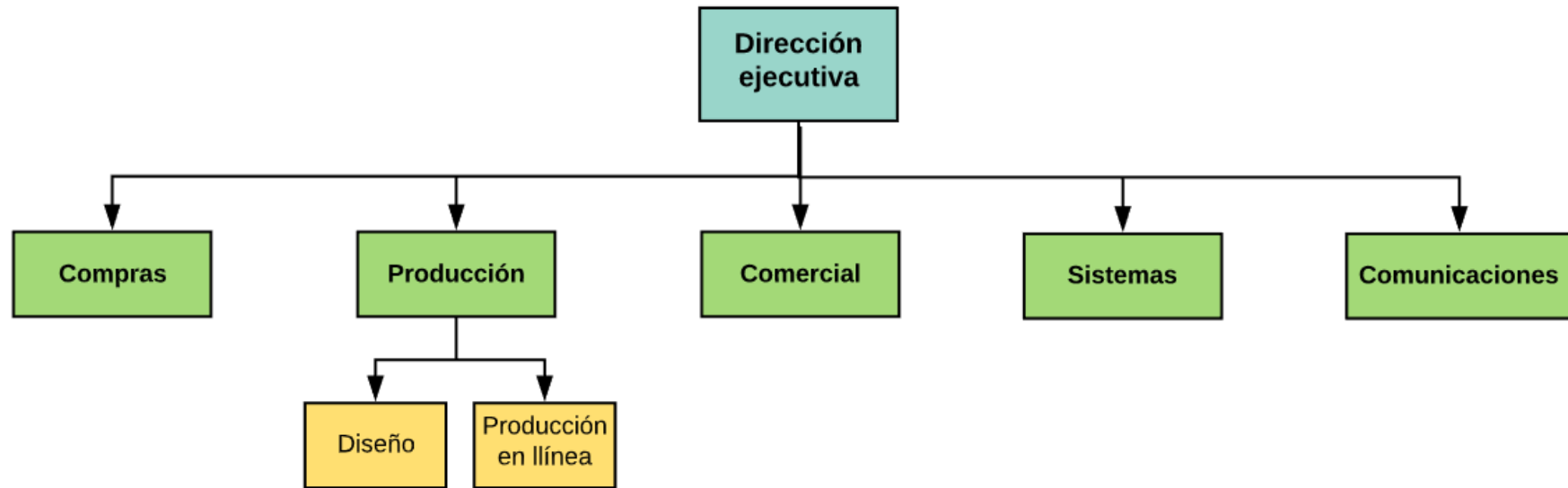
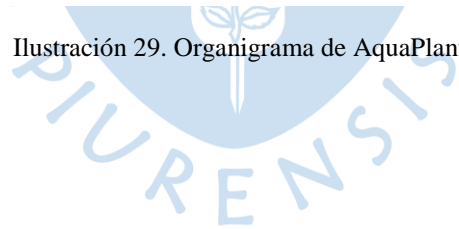


Ilustración 29. Organigrama de AquaPlant.



## Cuadro Orgánico de puestos

Tabla 9. Tabla orgánica de puestos.

N°	Unidad Orgánica	Denominación de puesto	Cantidad
1	Unidad dirección ejecutiva	Director(a) ejecutivo	1
2	Unidad de diseño del producto	Jefe de diseño	1
3	Unidad de producción en línea	Supervisor de producción en línea	1
		Operario de línea	2
4	Unidad de compras	Jefe de compras	1
5	Unidad de ventas	Jefe de ventas	1
6	Unidad de plataforma web	Jefe de plataforma web	1
7	Unidad de comunicaciones	Jefe de comunicaciones	1

Fuente: Elaboración propia

### Descripción de funciones de cargos

- **Órgano de dirección**

- **Unidad de dirección ejecutiva**

Puesto: director(a) ejecutivo(a)

Supervisa a: jefes de área

✓ Las funciones específicas o responsabilidades por cumplir son:

- Liderar al equipo de trabajo, encaminando y desarrollando competencias en los trabajadores para poder así cumplir con el propósito común de alcanzar los objetivos generales y específicos de AquaPlant.
- Monitorear, controlar y verificar el desempeño óptimo de los trabajadores de la empresa.

- Dirigir las reuniones generales, ya esté todo el personal o jefes de cada unidad orgánica.
- Ayudar a elegir y aprobar la lista de proveedores.
- Aprobar las órdenes de compra, previa revisión del área de compras de los requerimientos.
- Verificar el cumplimiento de las fechas de entrega y requerimientos de cada producto personalizado.
- Representar a AquaPlant, ya sea en cuanto a productos o servicios, en cualquier evento público o privado.
- Mantener una buena y constante comunicación con los trabajadores.
- Realizar estudios de mercado.
- Asegurar la realización de las proyecciones, presupuestos y estados financieros.

✓ Requisitos mínimos:

❖ Conocimientos básicos

- Manejo de Ms Project
- Manejo de Office
- Conocimientos en dirección de proyectos
- Conocimientos avanzados en administración, finanzas, presupuestos, etc.

❖ Competencias

Tomando en cuenta las competencias de la ICB4 (IPMA), para ejercer este puesto la persona debe contar, como mínimo, con las siguientes competencias:

○ Persona

- Liderazgo
- Autorreflexión y autogestión
- Integridad personal y fiabilidad
- Trabajo en equipo
- Comunicación personal
- Relaciones y participación
- Conflictos y crisis
- Orientación a resultados

○ Perspectiva

- Estrategia
- Cumplimiento, estándares y regulaciones
- Cultura y valores

- Práctica
  - Diseño de proyecto
  - Requisitos y objetivos
  - Alcance
  - Tiempo
  - Organización e información
  - Recursos
  - Planificación y control
  - Cambio y transformación

- **Área de Producción**

- **Unidad de diseño de producto**

Puesto: jefe de diseño

Supervisado por: director general

Supervisa a: Operarios

- ✓ Las funciones específicas o responsabilidades por cumplir son:
  - Realizar los diseños personalizados acorde con los requerimientos del cliente.
  - Sugerir mejoras y variedad de opciones al cliente de acuerdo con sus requerimientos.
  - Supervisar el proceso constructivo del sistema.
- ✓ Requerimientos mínimos:
  - ❖ Conocimientos básicos:
    - Conocimientos en diseño
    - Conocimientos en SolidWorks
  - ❖ Competencias

Tomando en cuenta las competencias de la ICB4, para ejercer este puesto debe contar, como mínimo, con las siguientes competencias:

- Persona
  - Comunicación personal
  - Trabajo en equipo
  - Integridad personal y fiabilidad

- Orientación a resultados
- Relaciones y participación
- Negociación
- Conflictos y crisis
  
- Práctica
  - Requisitos, objetivos y beneficios
  - Organización e información
  - Partes involucradas
  - Planificación y control
  
- Perspectiva
  - Estrategia
  - Poder e interés
  - Cumplimiento, estándares y regulaciones
  
- **Unidad de producción en línea**
  - Puesto: Supervisor de producción en línea
  - Supervisado por: director general
  - Supervisa a: Operarios
  - ✓ Las funciones específicas o responsabilidades por cumplir son:
    - Supervisar el proceso constructivo en línea del sistema acuapónico.
    - Apoyar en las tareas de construcción.
    - Informar sobre el desempeño de los operarios.
    - Desarrollar competencias en los operarios.
    - Supervisar la construcción del sistema.
    - Llevar un control del almacén de insumos.
    - Realizar con tiempo los requerimientos de materiales y herramientas al área de compras para poder cumplir a tiempo todos los pedidos.
  - ✓ Requisitos mínimos:
    - ❖ Conocimientos mínimos:
      - Conocimientos en Office
      - Conocimientos en cadena de suministros
      - Conocimientos e gestión de operaciones
    - ❖ Competencias

Tomando en cuenta las competencias de la ICB4, para ejercer este puesto debe contar, como mínimo, con las siguientes competencias:

- Persona
  - Liderazgo
  - Comunicación personal
  - Trabajo en equipo
  - Integridad personal y fiabilidad
  - Orientación a resultados
  - Relaciones y participación
  - Negociación
  - Conflictos y crisis
- Práctica
  - Requisitos, objetivos y beneficios
  - Organización e información
  - Planificación y control
- Perspectiva
  - Estrategia
  - Poder e interés
  - Cumplimiento, estándares y regulaciones

- Puesto: Operario de línea

Supervisado por: Supervisor de producción en línea

- ✓ Las funciones específicas o responsabilidades por cumplir son:
  - Realizar el proceso constructivo de los sistemas acuapónicos.
  - Informar fallos en herramientas de ensamble.
  - Reportar problemas en línea al supervisor (falta de materiales, herramientas no funcionan, etc.)
- ✓ Requisitos mínimos
  - ❖ Conocimientos básicos:

- Conocimientos básicos en conexión de tuberías.
- Conocimiento básico en Office.

❖ **Competencias**

Tomando en cuenta las competencias de la ICB4, para ejercer este puesto debe contar, como mínimo, con las siguientes competencias:

- Persona
  - Comunicación personal
  - Trabajo en equipo
  - Integridad personal y fiabilidad
  - Orientación a resultados
  - Conflictos y crisis
- Práctica
  - Requisitos, objetivos y beneficios
- Perspectiva
  - Cumplimiento, estándares y regulaciones

• **Área de compras**

➤ **Unidad de compras**

Puesto: Jefe de logística

Supervisado por: Director general

✓ Las funciones específicas o responsabilidades por cumplir son:

- Evaluar y aprobar los requerimientos de compra.
- Coordinar con el área de dirección la aprobación de los requerimientos.
- Gestionar y generar las órdenes de compra.
- Recibir y verificar los pedidos de compra.
- Distribuir pedidos de compra a sus respectivas áreas.
- Gestionar hojas de no conformidad con el proveedor o con el cliente interno.

- Utilizar herramientas de control para llevar un correcto seguimiento sobre los recursos adquiridos.
- ✓ Requisitos mínimos:
  - ❖ Conocimientos básicos:  
Conocimiento en cadena de suministros  
Conocimiento en Office
  - ❖ Competencias

Tomando en cuenta las competencias de la ICB4, para ejercer este puesto debe contar, como mínimo, con las siguientes competencias:

- Persona
  - Integridad personal y fiabilidad
  - Trabajo en equipo
  - Ingenio
  - Negociación
  - Orientación a resultados
- Práctica
  - Alcance
  - Tiempo
  - Calidad
  - Recursos
  - Aprovisionamiento
  - Riesgos y oportunidades
  - Planificación y control
- Perspectiva
  - Gobernanza, estructura y procesos
  - Cumplimiento, estándares y regulaciones

- **Área de Comercial**

- Unidad de ventas

Puesto: jefe de ventas

Supervisado por: director general

- ✓ Las funciones específicas o responsabilidades por cumplir son:
  - Promocionar el producto
  - Promocionar servicio post venta
  - Vender producto
  - Realizar un estudio de mercado
  - Establecer estrategias de venta
  - Estar en contacto con cliente para los requerimientos de servicio post venta

- ✓ Requerimientos mínimos:
  - ❖ Conocimientos básicos:
    - Conocimientos en marketing
    - Conocimientos en Office
    - Conocimientos en ventas tangibles e intangibles

- ❖ Competencias:

Tomando en cuenta las competencias de la ICB4, para ejercer este puesto debe contar, como mínimo, con las siguientes competencias:

- Persona:
  - Integridad personal y fiabilidad
  - Comunicación personal
  - Ingenio
  - Negociación
  - Liderazgo
  - Trabajo en equipo
  - Orientación a resultados

- Práctica:
  - Alcance
  - Tiempo
  - Calidad
  - Recursos
  - Aprovisionamiento
  - Riesgos y oportunidades
  - Planificación y control

- Perspectiva

- Estrategia
- Cumplimiento, estándares y regulaciones

- **Área de sistemas**

- Unidad de plataforma web

Puesto: Jefe de sistemas

Supervisado por: directo general

- ✓ Las funciones específicas o responsabilidades por cumplir son:

- Diseñar y actualizar de interfaces de página web
- Realizar el seguimiento a los clientes a través de la plataforma.
- Avisar al área de ventas cuando un cliente necesite mantenimiento, comprar plantines, el biofiltro o algún servicio post venta visible desde la plataforma.
- Mantener la base de datos de los clientes actualizada.

- ✓ Requerimientos mínimos:

- ❖ Conocimientos básicos:

Conocimientos avanzados en diseño de páginas web y gestión de base de datos

Manejo del Office

Manejo de diversos lenguajes de programación.

- ❖ Competencias:

Tomando en cuenta las competencias de la ICB4, para ejercer este puesto debe contar, como mínimo, con las siguientes competencias:

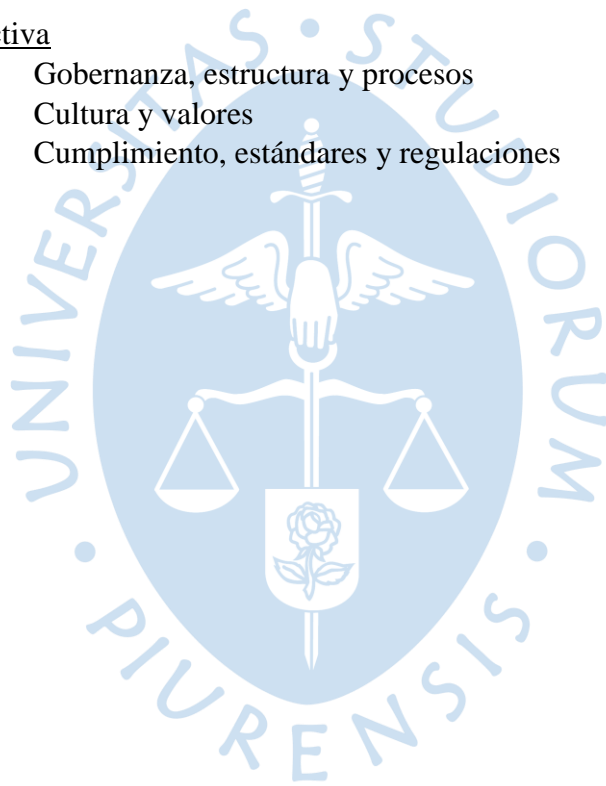
- Persona:
  - Integridad personal y fiabilidad
  - Comunicación personal
  - Ingenio
  - Negociación
  - Liderazgo
  - Trabajo en equipo
  - Orientación a resultados
- Práctica:
  - Alcance
  - Tiempo

- Calidad
    - Recursos
    - Aprovisionamiento
    - Riesgos y oportunidades
    - Planificación y control
  - Perspectiva
    - Estrategia
    - Cumplimiento, estándares y regulaciones
- **Área de Comunicaciones**
- Unidad de comunicaciones  
Puesto: jefe de comunicaciones  
Supervisado por: gerente general
  - ✓ Las funciones específicas o responsabilidades por cumplir son:
    - Velar por la constante comunicación entre los trabajadores.
    - Programar reuniones
    - Promover el buen trato entre los empleados, ya sea jefes u operarios.
    - Junto con el gerente general, lidera las reuniones para un mejor entendimiento.
    - Resolver y gestionar quejas de proveedores y clientes.
  - ✓ Requisitos mínimos:
    - ❖ Conocimientos básicos:
      - Conocimientos en Office
      - Conocimientos en psicología humana
      - Conocimientos en administración
    - ❖ Competencias

Tomando en cuenta las competencias de la ICB4, para ejercer este puesto debe contar, como mínimo, con las siguientes competencias:

    - Persona
      - Comunicación personal
      - Integridad personal y fiabilidad

- Autorreflexión y autogestión
  - Relaciones y participación
  - Trabajo en equipo
  - Ingenio
  - Orientación a resultados
- 
- Práctica
    - Organización e información
    - Recursos
    - Planificación y control
- 
- Perspectiva
    - Gobernanza, estructura y procesos
    - Cultura y valores
    - Cumplimiento, estándares y regulaciones



## Capítulo 7

### Análisis

En el presente capítulo veremos el análisis de desempeño de nuestro prototipo, el análisis financiero, análisis ambiental del proyecto, análisis del ahorro, análisis social y el análisis del estudio de mercado realizado.

#### 7.1. Análisis del desempeño del prototipo

- **Objetivo del análisis**

Comprobar el correcto funcionamiento del prototipo del sistema acuapónico construido para el proyecto, por medio del control de parámetros representativos de pH y temperatura del sistema.

- **Requerimientos del prototipo**

- Calidad
  - ✓ Cumplir con los principales parámetros (pH y temperatura) para el correcto funcionamiento del prototipo
  - ✓ Diseño de un prototipo compacto (ocupa poco espacio) y versátil (fácil de usar)
  - ✓ Correlación adecuada entre el número de peces y hortalizas
  - ✓ Adecuada potencia de la bomba para una correcta recirculación del agua.
- Costo
  - ✓ Construcción no mayor de 320 soles.
- Tiempo

- ✓ Construcción en el tiempo determinado en el cronograma.
- Estructurales
  - ✓ Prototipo movable y desmontable.
- **Diseño técnico y puestas en prueba**

El prototipo cuenta con una estructura de metal, la cual fue diseñado por el propio equipo de proyecto, sostendrá la parte acuífera e hidropónica de nuestro sistema de forma que aprovecha todo el espacio involucrado.

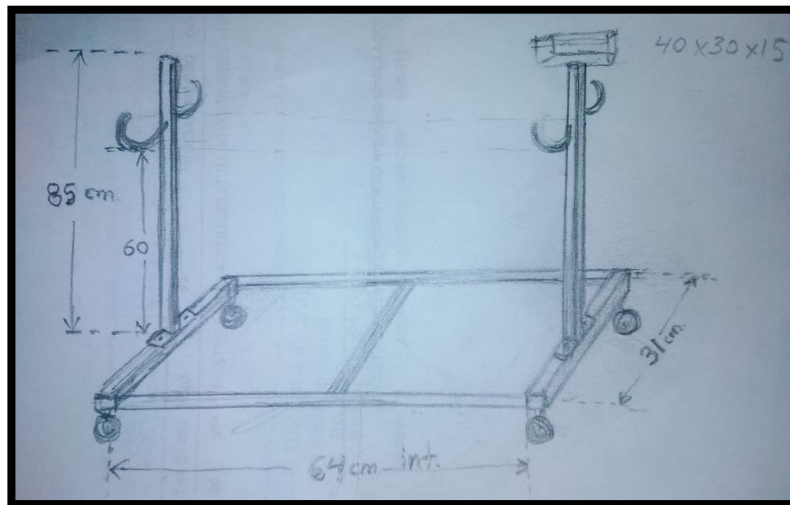


Ilustración 30. Boceto del diseño de la estructura.  
Fuente: Elaboración Propia

Para la parte Acuífera se optó por una pecera de vidrio de aproximadamente 40 litros donde se albergó 5 peces goldfish ornamentales.

Para la parte hidropónica se instalaron 2 tubos de 4" de 60cm aproximadamente de largo y se realizaron 2 huecos de 7cm de diámetro en cada uno de los tubos (Ilustración 31) donde se colocaran las hortalizas, el espacio entre las aberturas es de 20cm para asegurar el adecuado crecimiento de las plantas, cada tubo cuenta con una tapa en cada extremo, también en un principio se diseñó para la conexión entre el sistema acuífero, hidropónico y el biofiltro utilizar manguera transparente de 8mm para todas las conexiones ya que este diámetro de manguera era la necesaria para la mini bomba de 240 l/h que se compró para la recirculación del sistema.



Ilustración 31. Tubos usados para la parte hidropónica  
Fuente: Propia

Luego del armado de la estructura, el ensamble de todo el sistema acuapónico, la conexión adecuada del circuito de alimentación energético para la mini bomba sumergible se iniciaron las puestas en prueba para verificar el correcto funcionamiento del sistema en conjunto.



Ilustración 32. Prototipo listo para puestas en prueba  
Fuente: Propia

La primera puesta en prueba del sistema se realizó sin ninguna especie de peces ni hortalizas, ya que el principal objetivo era equilibrar el correcto flujo masico en todas las partes del sistema, también verificar fugas por conexiones más hechas u otro tipo de inconvenientes. El resultado un problema de rebalse en el biofiltro, ya que el caudal de entrada era 240l/h pero perdía energía cinética al entrar en contacto con las diferentes capas del biofiltro (ladrillo, carbón, etc.) lo cual disminuía el caudal de salida considerablemente, para este problema se optó por un cambio de diámetro de manguera de la salida del biofiltro de  $\frac{3}{4}$ ".

Otro problema observado fue que el carbón usado para el biofiltro tenía restos desprendidos muy pequeños los cuales eran arrastrados hacia la parte acuífera del sistema lo cual ponía en riesgo la salud de los peces si estos ingerían el carbón, para este problema se optó por un lavado estricto del carbón y resto de materiales antes la próxima puesta en prueba.

La segunda puesta en prueba, se pudo corregir los problemas identificados anteriormente, el nivel del biofiltro se mantenía constante con la nueva salida aumentada, también ya no se observó restos de algún material usado para el biofiltro, pero se observaron nuevos problemas.

Se observó un rebalse en el primer tubo de la parte hidropónica lo cual fue ocasionado por que el diámetro de salida del biofiltro era ahora el mismo a la entrada del tubo, pero la salida del tubo seguía siendo de un diámetro de 8mm lo cual se solucionó fácilmente con un cambio de manguera de salida del primer tubo de  $\frac{3}{4}$ ", se analizó la situación y se pensó en cambiar la salida de flujo del segundo tubo, pero se optó por una tercera puesta en prueba.

La tercera puesta en prueba nos demostró que con los cambios hechos anteriormente todos los sistemas: acuífero, hidropónico y el biofiltro, se mantenían en equilibrio con respecto al flujo masico, no hubo necesidad de otro cambio de manguera para la salida del segundo tubo de la parte hidropónica ya que el nivel de agua se mantenía estable.

Luego de las puestas en prueba y cambios que generó cada una de ellas, se inició la etapa de adecuación del sistema, para lo cual se mantuvo recirculando el agua por todo el sistema por 2 días sin ninguna especie de pez ni hortaliza, para poder eliminar por evaporación todo resto de cloro, oxigenar el agua y a la vez conseguir un crecimiento adecuado de las bacterias nitrificantes en el biofiltro.

Finalmente, luego de 2 días de recirculado constante nuestro prototipo estaba listo para la inserción de especies, gracias a la estabilización de los parámetros de pH y temperatura en el sistema.

- **Primera prueba (albahaca):**

- Lecciones aprendidas y mejoramiento

El germinado de las semillas fue un proceso nuevo para nosotros, pero gracias a la ayuda de nuestros expertos que nos asesoraron en esta etapa, logramos llevarlas a término y aprender a realizar el proceso con las precauciones necesarias.

El siguiente paso fue la trasplantación del germinado al sistema, lo cual no pensamos que fuera muy complicada por lo que se realizó sin ninguna consulta a los expertos, el resultado de esto fue una incorrecta trasplantación, maltratando la planta y dificultando su normal crecimiento por lo que a los pocos días la planta murió.

La lección aprendida para esta prueba fue que se debe contar con la asesoría de los expertos en todo momento, más si no se tienen conocimientos previos de hortalizas.

- **Segunda prueba (lechuga crespa y seda)**

- Lecciones aprendidas y mejoramiento

Se decidió cambiar la hortaliza ya que el retraso previamente mencionado nos hizo replantearnos cual sería la más adecuada, la bibliografía encontrada y la recomendación de los expertos nos ayudó a decidirnos por la lechuga. Nuestro prototipo está adaptado para albergar 4 hortalizas por lo que para probarlo y teniendo como limitante el tiempo decidimos trasplantar 2 tipos de lechugas: la suave y la crespa ya que son de la misma especie por lo que los rangos a considerar serán los mismos; los datos y resultados obtenidos con cada una se mencionarán más adelante.

- **Mantenimiento empleado**

El sistema acuapónico debe cumplir con ciertos estándares ya establecidos de temperatura y pH para un correcto funcionamiento; Piura es una ciudad que cuenta con altas temperaturas a lo largo del año por lo que para mantener la temperatura de 20-30 °C y un pH de 6.8 a 7.6 para los peces (Rodríguez Aguilar & Zafra Trelles, 2014) de

21-24 °C y un pH de 6-7.5°C (Intagri, 2017) para las hortalizas, por los rangos entre ambos serían: para temperatura entre 20 -25 y de pH entre 6.7-7.6.

Según el control y seguimiento del parámetro de pH, este se encontraba por encima del rango deseado (llegando al 7.6 lo cual ya era peligroso) por lo cual tuvimos que corregir con el uso de vinagre diluido en agua, aproximadamente 5ml reduce 0.5 de pH en los 40 litros de nuestra pecera (Marihuana.com, 2012).

El cambio de agua también es muy importante a lo largo del proceso, en nuestro caso cambiamos el agua cada quince días ya que este tipo de pez produce muchos desechos así que el cambio fue de un 15% del volumen total (UNCOMO, 2017), así nos aseguraríamos de que no exista una concentración alta de nitratos, nitritos, etc., todo esto fue observado en la turbidez del agua ya que la medida de estas concentraciones tardan un aproximado de 5-9 días en un laboratorio y era demasiado tiempo para responder ante este riesgo.

En el caso del oxígeno disuelto se va a medir 2 veces, una ya se realizó y nos encontramos en la espera de los resultados ya que tardan semana y media y la última unas semanas antes de finalizar el proyecto ya que el conocimiento de estos datos es importante pero su costo de obtención es elevado para una contante medida.

El tiempo y veces de la recirculación del agua fue una decisión luego de la toma de medidas constantes de pH, ya que se nos recomendó dos veces por 3 min aproximadamente pero luego de pruebas y pruebas notamos que por el volumen de agua y la velocidad de la bomba era mejor 3 veces y durante 10-15 minutos para el completo recirculado lo cual se vio reflejado en las subidas y bajadas de pH.

Más recomendaciones y especificaciones se mencionarán en el manual de uso y mantenimiento y en el manual de prevención y recomendaciones ya que estos se elaborarán previos a la entrega final y así recopilar toda la información necesaria para un correcto funcionamiento, mantenimiento y respuestas ante cualquier inconveniente.

- **Resultados y conclusiones obtenidos hasta la fecha**

Se controló los parámetros de Temperatura y pH del agua del sistema en 15 días después de la trasplantación de las hortalizas y peces, obteniendo los siguientes datos.

Tabla 10. Datos de Temperatura y pH del sistema Acuapónico

Fecha	Temperatura °C			pH		
	Día	Noche	Promedio	Día	Noche	Promedio
16/10/2019	24.8	24.5	24.7	7.33	7.48	7.41
17/10/2019	25.4	24.7	25.1	7.37	7.5	7.44
18/10/2019	25.6	24.6	25.1	7.39	7.45	7.42
19/10/2019	25.6	24.5	25.1	7.41	7.48	7.45
20/10/2019	25.7	24.5	25.1	7.47	7.57	7.52
21/10/2019	25.3	24.5	24.9	7.46	7.47	7.47
22/10/2019	25.6	24.6	25.1	7.54	7.48	7.51
23/10/2019	25.6	25.3	25.5	7.58	7.5	7.54
24/10/2019	25.4	25.1	25.3	7.64	7.48	7.56
25/10/2019	25.5	24.9	25.2	7.6	7.49	7.55
26/10/2019	25.2	24.7	25.0	7.41	7.46	7.44
27/10/2019	25.3	24.6	25.0	7.38	7.48	7.43
28/10/2019	25.3	24.6	25.0	7.49	7.5	7.50
29/10/2019	25.1	24.6	24.9	7.54	7.48	7.51
30/10/2019	24.9	24.5	24.7	7.49	7.49	7.49

Fuente: Elaboración Propia

Los datos fueron obtenidos durante 15 días dos veces al día, una en la mañana aproximadamente 8 am y la otra en la noche aproximadamente 10 pm ya que por razones de disponibilidad del equipo de proyecto no se pudieron tomar más datos por día.

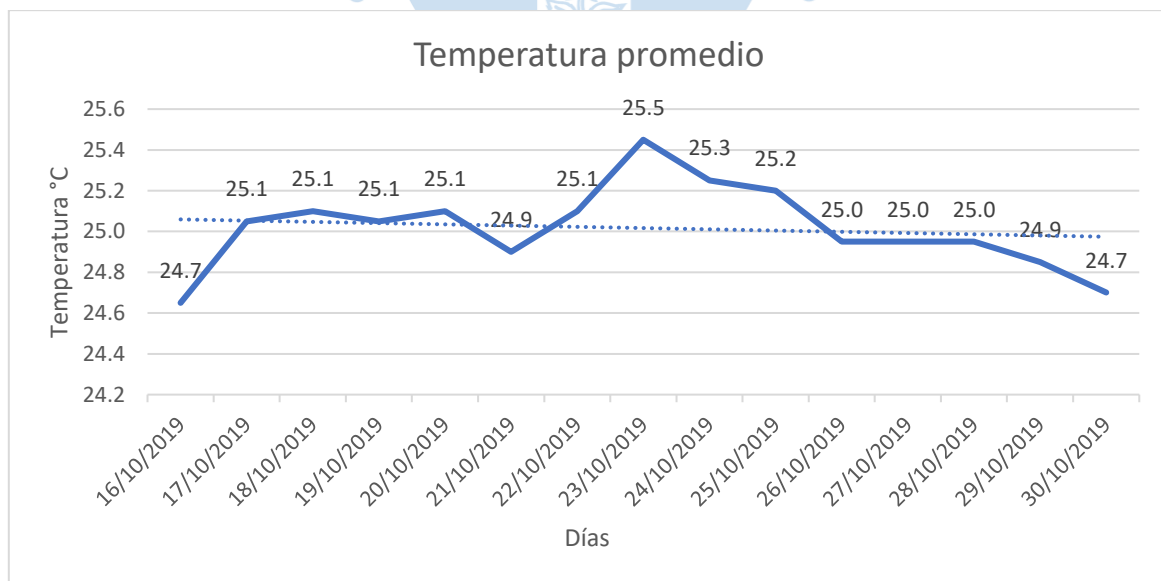


Ilustración 33. Temperatura promedio por día  
Fuente: Elaboración Propia

La temperatura del prototipo se mantuvo variando entre los valores de 24.6 y 25.6 en promedio de los días medidos, lo que nos indica que, en cuánto a los requerimientos para peces y hortalizas en un mismo sistema, la temperatura se encuentra en el rango optimo lo nos asegura un crecimiento optimo y sostenible del sistema.

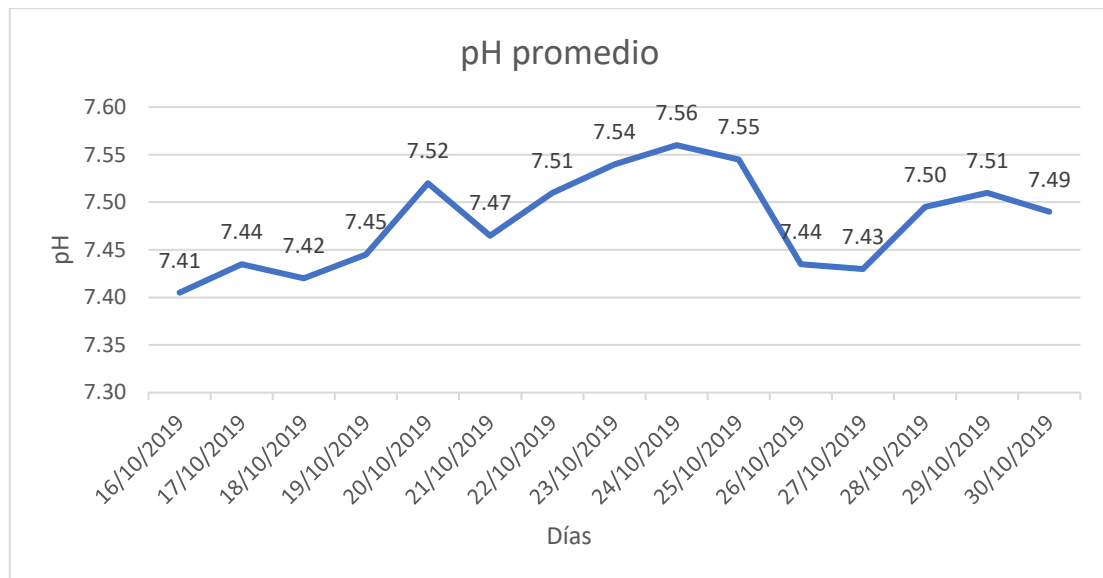


Ilustración 34. pH promedio por día  
Fuente: Elaboración Propia

El pH medido del prototipo en promedio por día oscila entre 7.4 y 7.56 lo cual está dentro del rango establecido para un correcto funcionamiento, pero como se indicó antes, se debe tener en cuenta la alcalinidad del agua (cuando el pH está por encima del rango), ya que puede reducir la vida de los peces.

Conclusiones de los datos experimentales:

- ✓ Fueron necesarios las medidas del sistema para corroborar lo que teóricamente se investigó, adecuando y controlando nuestro sistema a nuestra medida, en un medio diferente a otros estudios realizados en otros países, ya sea por cambio climático por la ubicación o por el medio y condiciones de las materias primas obtenidas.
- ✓ La correcta medición de los parámetros y uso adecuado de los instrumentos de medida, así como la calibración y cuidado de los mismo es fundamental para un adecuado análisis de parámetros y futura corrección de estos para asegurar la funcionalidad del sistema y evitar así pérdidas de especies.

- ✓ Los parámetros pH y temperatura se mantienen estable y dentro de lo requerido por las especies, los datos de Oxígeno disuelto serán analizados posterior a su entrega.

## 7.2. Análisis Financiero

El análisis financiero es considerado una herramienta clave al momento de evaluar un proyecto económico de inversión. Por ello, en este capítulo se procederá a evaluar las inversiones y los flujos de caja, de manera que se pueda demostrar la rentabilidad del proyecto. Asimismo, se determinará el plazo de recuperación de la inversión y el punto de equilibrio a partir del cual el proyecto comienza a ser rentable.

Para el proyecto, se realizó un análisis de acuerdo al modelo NFT de acuaponía, con la finalidad de hallar un costo aproximado del sistema y los componentes que formarán parte de este. En la Tabla 11 se pueden apreciar los resultados:

Tabla 11. Costo aproximado del sistema de acuaponía

Sistema NFT	
Componente	Costo (S/.)
Tubos de PVC	16
Mangueras	8
Bomba de agua	30
Pecera	50
Biofiltro	15
Peces	25
Plantines	10
Estructura de metal	50
Ruedas	12
Tapa de madera	15
Cables	1.5
Fuentes eléctricas	30
Interruptores	2,5
<b>Total</b>	<b>262.5</b>

Fuente: Elaboración propia

- Inversión inicial

En la Tabla 12, se muestran los valores de la inversión calculada para el proyecto.

Tabla 12. Cálculo de la inversión para el proyecto

Inversión			
Capital de trabajo		Activos fijos	
Inventario Componentes	1050	Equipos	6390
		Muebles	1635
		Terreno	600
		Software	700
Total	1050	Total	9325
Total inversión		10375	

Fuente: Elaboración Propia

El capital de trabajo considerado consiste básicamente en un inventario de componentes que permitan el trabajo de la empresa. Por otro lado, dentro de los activos fijos se encuentra el alquiler de un terreno de aproximadamente  $250\text{ m}^2$ , el software necesario para las actividades de la empresa y los muebles y equipos. No se cuenta con máquinas especializadas. El detalle de la inversión está en el Anexo I.

- Costos y gastos de Operación

Se determinaron los costos fijos y los costos variables para poder establecer un precio de venta para el sistema acuapónico, partiendo del costo variable unitario de la materia prima, la mano de obra para el ensamblaje y el agua utilizada en el sistema. Los costos fijos y variables se especifican en la Tabla 13 y Tabla 14.

Tabla 13. Costos variables del proyecto

Costos variables	
MP	249.38
MOD	24.16
Agua	0.09

Fuente: Elaboración propia

Para hallar la MOD, se calculó que el costo de MOD era de 5.75 soles/hora. Luego, sabiendo que el tiempo de proceso de 1 unidad es de 4.2 horas se pudo calcular el costo unitario de MOD, resultando 24.16 soles/unidad.

De forma parecida, es estimó que el costo del agua era de 1.85 soles/m<sup>3</sup>, y al ser necesarios unos 0.05 m<sup>3</sup> para elaborar una unidad, se pudo calcular el costo del agua por unidad.

Tabla 14. Costos fijos del proyecto

Costos fijos	
Luz	200
Agua	120
Internet y telefonía	300
Material de oficina	80
Gastos administrativos	12500
Alquiler del local	600
<b>Total</b>	<b>13800</b>

Fuente: Elaboración propia

El detalle de las remuneraciones del personal se encuentra en la Tabla 15.

Tabla 15. Personal de planta

Personal	Sueldo mensual (soles)
Director ejecutivo	2500
Jefe de diseño	1600
Supervisor de línea	1900
Operarios de línea (2)	980
Jefe de compras	1700
Jefe de ventas	1600
Jefe de plataforma web	1700
Jefe de comunicaciones	1500

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se fijó un precio de 300 soles, lo cual resultó dando un margen unitario de 26.37 soles, tal y como lo muestra la Tabla 16.

Tabla 16. Precio de venta para el sistema

<b>C. variable unitario</b>	<b>273.63</b>
<b>Precio unitario</b>	<b>300</b>
<b>Margen unitario</b>	<b>26.36815</b>

Fuente: Elaboración propia

- VAN y TIR

Para la demanda estimada, se tomó como base el mercado objetivo en la Región Piura, hallado en la investigación de mercado, es decir, 110 503 familias. Según estudios, se estima

que Piura y Castilla representan el 15.96 % de la población de la región, lo cual se traduce en 17641 familias. Este último número fue tomado como nuestro mercado objetivo en este periodo de evaluación.

La demanda estimada por cada año se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17. Demanda estimada en los primeros 5 años

	Año				
	1	2	3	4	5
Demanda	265	282	300	318	335

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestran en la Tabla 18 los flujos de caja económicos.

Los cálculos completos se muestran en el Anexo J. En él, se ha tenido en cuenta también los ingresos generados por la venta de plantines una vez que se ha cumplido el ciclo de germinación de una hortaliza.

Tabla 18. Flujos de caja y cálculo del VAN y la TIR en los primeros 5 años

		Año				
	Inversión	1	2	3	4	5
Flujo de Caja	-10375	-892.997521	262.119311	1193.51177	1815.49776	3487.48374

Fuente: Elaboración propia

Con estos flujos económicos y la tasa de descuento del 15%, se ha hallado el VAN, el cual resultó S/ 2978.35. La TIR de esta operación es 98.39 %.

Ambos indicadores muestran que el proyecto es económicamente viable, por lo tanto, es rentable.

### 7.3. Análisis Ambiental

En el presente análisis ambiental, mostraremos un estudio de los impactos ambientales identificados y cuantificados a lo largo de la operación y ejecución de nuestro proyecto: “Diseño y construcción de sistemas acuapónicos a pequeña escala para familias de la región Piura”. Además, se presenta el planteamiento de medidas preventivas, mitigadoras y controladoras para los impactos que afectan los distintos factores que involucra el proyecto.

A continuación, se menciona las actividades necesarias en la implementación del proyecto y los factores que son afectados por las mismas.

- **Actividades necesarias en la operación y ejecución del proyecto**

Las actividades presentadas en la Tabla 12, generan un posible impacto positivo o negativo en los factores de agua, aire, suelo y especies biológicas.

Tabla 12. Actividades requeridas en las etapas de operación y ejecución

Actividades		Factor en estudio			
		Agua	Aire	Suelo	Especies Biológica
E J	Adquisición del espacio físico para línea de producción sistemas acuapónicos.				
	Construcción del espacio físico para línea de producción		x	x	
U C I O N	Acción comercial y administrativa				
O	Recepción de la orden de pedido				
P	Adquisición de materiales				
E	Tercerización de la construcción del acuario				
R	Construcción del sistema hidropónico	x			
A	Construcción del filtro biológico	x	x		x

C	Conexión de tubería entre ambos sistemas		x	x	
I	Ensamblaje del sistema acuapónico	x			
O	Preparación del agua para la estructura acuapónica	x			
N	Adquisición de especies (peces y hortalizas)	x			x
	Adaptación de los peces	x			x
	Siembra de la especie (hortaliza)	x			x

Fuente: Elaboración propia. Basado en: Estudio de prefactibilidad para el montaje de una empresa dedicada a la construcción y comercialización de acuarios acuapónicos y peces ornamentales en la ciudad de Bogotá

Analizando la Tabla 12 encontramos que las actividades necesarias para la ejecución del proyecto impactan los siguientes factores en un 33.3% al agua y un 33.3% al suelo, mientras que, en las actividades requeridas para la operación, los impactos generados son: 63.6% al agua, 36.4 a las especies biológicas, 18.2 % al suelo y 9.1% al aire. En ambos casos el agua es el factor que se ve más afectado de manera significativa.

- **Matriz de impacto ambiental**

Se realizó una matriz de impacto ambiental en la que, las actividades anteriormente mencionadas afectan los distintos factores involucrados en el proyecto otorgando una magnitud (grado, extensión o escala del impacto) y una importancia (grado de significancia sobre el factor ambiental) para determinar el impacto total generado. (Véase Anexo D)

En la Tabla 13 Tabla 13 podemos observar los distintos grados de magnitud e importancia que hemos considerado en la matriz de evaluación de impacto ambiental.

Tabla 13. Grados de Magnitud e Importancia

Leyenda		
Grado	Magnitud	Importancia

1	Puntual	Baja afección
3	Local	Perturbación moderada
5	Regional	Incidencia Severa

Fuente: Elaboración propia. Basado en: Estudio de prefactibilidad para el montaje de una empresa dedicada a la construcción y comercialización de acuarios acuapónicos y peces ornamentales en la ciudad de Bogotá

Una vez asignada la magnitud e importancia podemos calcular el impacto total generado que vendría a ser la suma de los grados de magnitud e importancia. Este impacto será clasificado según su intensidad B (Bajo < 6), M (Medio = 6) y A (Alto >7).

• **Medidas de preventivas, mitigadoras o de control**

En la Tabla 14 mostramos los efectos ocasionados por las actividades necesarias para el proyecto y sus respectivas medidas de prevención, mitigación o control. (Véase Anexo D; Error! No se encuentra el origen de la referencia.)

Tabla 14 Efectos y medidas, preventivas o de mitigación, de las actividades requeridas para el proyecto

Actividad	Efectos	Medidas
Recirculación del agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de salinidad.</li> <li>• Decrecimiento de la calidad de vida de las especies.</li> <li>• Acumulación de nutrientes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediciones y control de las condiciones de agua.</li> </ul>
Nitrificación	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Reducción del oxígeno resuelto.</li> <li>4. Acumulación de nutrientes.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Mantener un equilibrio en el sistema en la producción de excreta y el consumo de nutrientes de las plantas</li> <li>6. Mantener un buen aireado en la circulación del agua</li> <li>7. Seleccionar especies que ayuden a equilibrar la producción de nutrientes.</li> </ol>
Manejo del sistema hidropónico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de agua excesivo</li> <li>• Mantener los índices de producción para consumo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de parámetros como la temperatura, el pH, etc.</li> <li>• Control volumétrico del nivel del agua en el sistema</li> </ul>

Tabla 14 Efectos y medidas, preventivas o de mitigación, de las actividades requeridas para el proyecto

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación de la producción de hortalizas</li> </ul>
Cosechas de hortalizas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desequilibrio en simbiosis.</li> <li>• Cosecha temprana o tardía de las especies.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manual del sistema y de bioindicadores.</li> </ul>
Acuaponía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desequilibrio en el sistema.</li> <li>• Producción ineficiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manual descriptivo del sistema.</li> </ul>
Gestión y control de la vida natural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perdida del interés en el sistema adquirido.</li> <li>• Devolución y Reclamos.</li> <li>• Mala publicidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demostración de las ventajas de la acuaponía.</li> <li>• Seguimiento y monitoreo del sistema.</li> </ul>
Manejo de especies en peligro de fauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muerte de especies.</li> <li>• Enfermedades.</li> <li>• Estrés.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplear a un experto para la manipulación de especies vulnerables.</li> <li>• Control de las condiciones ambientales.</li> <li>• Uso de especímenes sanos.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia. Basado en: Estudio de prefactibilidad para el montaje de una empresa dedicada a la construcción y comercialización de acuarios acuapónicos y peces ornamentales en la ciudad de Bogotá

#### 7.4. Análisis Social

Considerando la demanda proyectada en el 7.2 Análisis Financiero para los 6 primeros años de funcionamiento, en el cual se espera un aumento gradual de demanda por año, se puede proponer un posible impacto social:

La comercialización de estos sistemas acuapónicos a corto plazo no supone un gran impacto en el comercio regional, al menos ante las grandes cadenas comerciales, supermercados o grandes cooperativas de agricultores, ya que el volumen perdido de sus ventas será mínimo.

A mediano/largo plazo, el mercado ya se puede ver afectado, pues se espera que las personas adopten un nuevo estilo de vida, más saludable, que no vean con tedio el cosechar su propia comida, sino que lo vean como un beneficio para su salud. Para esto se debe planificar una serie de eventos concientizadores dentro del plan de marketing.

Los pequeño-mediano distribuidores de hortalizas nos verán como una competencia fuerte y los grandes centros comerciales y cooperativas nos proyectarán como una amenaza latente, ya como una competencia y se puede evaluar distintos posibles escenarios. Uno probable es que se abaraten los costos de productos con agroquímicos. Se espera que, para ese momento, ya se haya generado la concientización suficiente para que la mayoría al menos prefiera calidad del producto a un precio justo. Otra opción es que desarrollen un sistema parecido, copien nuestro método y sistema y nos hagan la competencia directa. Esto en vez de afectarnos, nos generará

un entorno de competencia limpia y sobre todo lo que se buscaba, que era lograr la generación de comida más saludable en la ciudad, libre de agroquímicos.

#### 7.5. Análisis del Ahorro

- **Gastos semanales en hortalizas por familias de la región**

De la encuesta realizada se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 15. Gastos semanales por familias de la región

Gastos (Soles)	Personas			
	1 a 2	3 a 4	5 a 6	más de 6
0 a 10	12	10	1	
11 a 20	11	25	5	
21 a 30	4	22	3	1
31 a 40	3	13	1	2
41 a 50		1	2	
más de 50		2	1	1

Fuente: Elaboración Propia

Podemos observar que en promedio las familias encuestadas son conformadas por 3 a 4 personas y su rango de gasto en hortalizas y verduras va entre 5- 50 soles, donde la mayor concentración va de 11 a 20 soles ya que más de 50 soles son muy poco representativos, así que lo consideramos como atípicos.

Entonces analizamos con los datos de soles que gastaría una familia, mensualmente, anualmente y en 8 años que es la vida útil de nuestro prototipo, obteniendo lo siguiente:

Tabla 16. Gastos escalados de familias de la región

Mensual promedio	Anual promedio	En 8 años
10	120	960
15.5	186	1488
25.5	306	2448
35.5	426	3408
45.5	546	4368
más de 50	-	-

Fuente: Elaboración Propia

Además la encuesta también nos mostró que la hortaliza de mayor demanda sería la lechuga, la cual tiene un promedio de cosecha (incluyendo desde la germinación hasta el consumo) de 7 semanas por lo que anualmente se podrían cosechar un promedio de 7 veces, entonces tomando todo lo antes mencionados calculamos cuanto sería la inversión total en 8 años para una persona si adquiriera nuestro producto e incluyendo gastos de mantenimiento para replantación, rotura de manguera, etc. (teniendo como estándar que los peces tienen un promedio de 10 años de vida), obteniéndose lo siguiente:

Tabla 17. Gastos e inversión para el sistema acuapónico

Gasto prototipo	Gastos de mantenimiento c/7 sem	Gasto de mantenimiento anual	Gasto en 8 años	Total de la inversión para 8 años
500	10	70	560	1060

Fuente: Elaboración Propia

Por lo que el total para 8 años sería un valor de 1060 soles aproximadamente, esto lo comparamos con lo que gastaría una familia en esos 8 años obteniendo así el ahorro:

Tabla 18. Ahorro generado por el uso del sistema acuapónico

Gasto en 8 años	Total de la inversión para 8 años	Ahorro
960	1060	-100
1488	1060	428
2448	1060	1388
3408	1060	2348
4368	1060	3308

Fuente: Elaboración Propia

Podemos ver que si hay un ahorro significativo para las personas que gastan entre 15 a 20 soles siendo 428 soles y 3308 soles para una que gasta de 41 a 50 soles semanales, por lo que el ahorro se ve a largo plazo como ya se mencionó y es una opción

atractiva económicamente hablando y con gran impacto positivo en la salud del consumidor.

- **Gastos en energía eléctrica**

Nuestro sistema acuapónico solo consume energía de la bomba necesaria para recircular el agua del sistema, los datos de la bomba son los siguientes: caudal de 240 l/h y especificaciones técnicas de 12v y 0.375A obtenemos una potencia de 4.5 watts/hora. Mientras que en promedio una refrigeradora consume un promedio 250-500 watts/ hora.

La implementación de este prototipo genera a largo plazo la disminución de la refrigeradora como almacén de hortalizas y verduras ya que se consumirían directamente, a largo plazo esto impactaría en la compra de una refrigeradora más pequeña e incluso el uso de un frigobar solo para el almacenamiento de carnes, entre otros.

Los 4.5 watts/hora se ven reducidos aún más ya que la bomba no recircula todo el día sino solo 3 veces en un promedio de 10-15 minutos por lo que se ve un ahorro de dinero y bajo consumo energético.

Los valores exactos de ahorro económicamente hablando se agregarán más adelante cuando el ciclo del prototipo cumpla un mes para comparar entre el mes previo y el mes que se usó en el hogar donde se instaló para así corroborar que el consumo y gasto fue de mínimo impacto.



## Referencias Bibliografía

- (2019). Retrieved from Zootecnia Domestica: <http://www.zootecniadomestica.com>
- (2019). Retrieved from DHgate: <https://es.dhgate.com>
- (2019). Retrieved from Aquamanus: <http://www.acuamanus.com.ar>
- (2019). Retrieved from Seaqual: <http://www.seaqual.es>
- (2019). Retrieved from Guia Jardin: <https://www.guiadejardineria.com>
- (2019). Retrieved from TerraFlex: <http://es.terraflexhoses.com/>
- (2019). Retrieved from Quiminet: <https://www.quiminet.com>
- (2019). Retrieved from Tecnoagro: <http://tecnoagro.info>
- (2019). Retrieved from Oremor Agricultura: <http://www.oremor.com>
- (2019). Retrieved from Hanna Instruments: <https://hannainst.com.mx>
- Acuaponía. (2018, Abril 13). *Ventajas de la acuaponía y desventajas*. Retrieved from Acuaponía: <http://acuaponiaprimeriasafa.blogspot.com/2018/04/ventajas-de-la-acuaponia-y-desventajas.html>
- Acuaponia.mx. (2017). *Acuaponia.mx*. Retrieved septiembre 13, 2019, from <http://acuaponia.mx/>
- Acuarema. (n.d.). *Fundamentos de la Filtración: Filtros para acuarios*. Retrieved from Acuarema Tu blog de Acuarios: <https://acuarema.com/filtro-acuario/#tab-con-13>
- Administra Proyectos. (2019, Octubre 17). *Administra Proyectos*. Retrieved from Administra Proyectos: <https://administraproyectos.info/microsoft-project-y-sus-caracteristicas/>
- Aguilar Herrera, F. M. (2013). *Métodos y Técnicas de Investigación Cualitativa y Cuantitativa en Geografía*. *Paradigma*, 83.
- Alesca Life. (2019). *Aleska Life*. Retrieved from Alesca Life: <https://www.alescalife.com/our-roots/>
- Andrea Trama, F. (2014). *Efecto de los plaguicidas sobre macroinvertebrados bentónicos y calidad del agua, en cultivos del Bajo Piura*. Tesis doctoral, Universidad Nacional Agraria, Lima.

- AplicaAqua. (2019). Retrieved from <https://depuraciondelagua.com>
- AquaponicsDesign. (2018). *Aquaponics Design*. Retrieved septiembre 13, 2019, from <https://aquaponicsdesign.co/>
- Araneda, M. (2018, Mayo 15). *Frutas, Hortalizas (Verduras) y Frutos Secos. Composición y Propiedades*. Retrieved from <http://www.edualimentaria.com/frutas-hortalizas-frutos-secos-composicion-propiedades>
- Arbulú, K. (2019). *inforMercado*. Retrieved septiembre 2019, 2019, from <https://infomercado.pe/startup-peruana-crea-sistema-sostenible-de-acuaponia/#more>
- Arenas, J. (2018, Mayo 13). *Tipos de filtración del acuario: mecánica, biológica y química*. Retrieved from [tuaquario.es](https://www.tuaquario.es): <https://www.tuaquario.es/tipos-filtracion-del-acuario-mecanica-biologica-quimica/>
- Autor R. (2012, Abril 26). *Focus Gruop*. Retrieved from CreceNegocios: <https://www.crecenegocios.com/focus-group/>
- Axayacatl, O. (2017). La acuaponía como sistema de producción.
- Axayacatl, O. (2017, Octubre 9). *La acuaponía como sistema de producción: concepto, origen, ventajas y desventajas*. Retrieved from Blog de Agricultura: <https://blogagricultura.com/acuaponia-sistema-produccion/>
- Axayacatl, O. (2017, Octubre 9). *La acuaponía como sistema de producción: concepto, origen, ventajas y desventajas*. Retrieved from Blog Agricultura: [https://blogagricultura.com/acuaponia-sistema-produccion/#Ventajas\\_de\\_acuaponia](https://blogagricultura.com/acuaponia-sistema-produccion/#Ventajas_de_acuaponia)
- Beltrano, J., & Gimenez, D. (2015). *Cultivo en Hidroponía* (1a ed.). Buenos Aires, La Plata, Argentina: Editorial de la Universidad de la Plata.
- Beltrano, J., & Giménez, D. (2015). *Cultivo en hidroponía*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. Retrieved from <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/46752>
- Beltrano, J., & Gimenez, D. O. (2015). Cultivo en hidroponía. In J. Beltrano, & D. O. Gimenez, *Cultivo en hidroponía* (pp. 24 - 32). Buenos Aires: Editorial de la Universidad de la Plata.
- Bisbal, J., Luna, M., & Mesones, L. (1999). *Estudio de pre-factibilidad para la instalación de un centro de producción de fresas (fragaria x ananassa) utilizando el sistema hidropónico para su comercialización en el mercado de Lima Metropolitana*. Lima: UNALM.
- Bright Farms. (2019). *Bright Farms*. Retrieved from <https://www.brightfarms.com/our-mission/>
- Caló, P. (2011). *Introducción a la Acuaponía*. Centro Nacional de Desarrollo Acuícola.
- Campos-Pulido, R., Alonso-López, A., Avalos-de la Cruz, D., Asiain-Hoyos, A., & Reta-Mendiola, J. (2013). Caracterización fisicoquímica de un efluente salobre de tilapia en acuaponía. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5, 939-950.

- Casiba. (n.d.). *Separador ciclónico*. Retrieved from Casiba: <http://www.casiba.com.ar/control-de-humos-polvos/separadores-ciclonicos/>
- Chehtman, A. (2017). Tipos de análisis para identificar oportunidades de mercado. *Euromonitor International*.
- Ciencias Sociales hoy. (2010, Noviembre 10). *LA TÉCNICA DE LA ENCUESTA*. Retrieved from *METODOLOGÍAS DE LA INVESTIGACIÓN*: <https://metodologiasdelainvestigacion.wordpress.com/2010/11/19/la-tecnica-de-la-encuesta/>
- Codex Alimentarius: Frutas y hortalizas frescas. (2007). *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. Retrieved from FAO: <http://www.fao.org/3/a-a1389s.pdf>
- Código Alimentario Español. (1967). *Código Alimentario: Principios generales*. Retrieved from <http://webs.ucm.es/info/nutrihum/ResumenCodigoAlimentario.pdf>
- Cosmos. (2018, Junio 6). *Piura: Escolares de Tambogrande Desarrollan Proyecto de Hidroponía*. Retrieved from Cosmos: <https://tvcosmos.pe/piura-escolares-de-tambogrande-desarrollan-proyecto-de-hidroponia/>
- Crespi, V. (2018). La acuaponía y las granjas de agro-acuicultura integradas hacen un uso eficiente del agua. *FAO*.
- Dassault Systemes SolidWorks Corporation. (2015). *Introducción a SolidWorks*. Massachusetts: DS SolidWorks.
- Decreto Supremo N°018-2008-AG. (2008, Agosto 31). *Diario El Peruano*. Lima, Perú. Retrieved from <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2018/11/DS-018-2008-AG-Rglmto-Ley-Gral-Sanidad-Agraria.pdf>
- Delgado, R. (2018). *Empresas, equipos y materiales en acuicultura*. Tesis, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. Retrieved from <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3473/delgado-lopez-rodrigo-patricio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2005). *The Sage Handbook of Qualitative Research*. London, Inglaterra.
- DIGESA. (2010). *Digesa*. Retrieved from <http://www.digesa.minsa.gob.pe/institucional1/institucional.asp>
- Dutch Greenhouse Technology, D. (2018). *Hydroponics*. Retrieved from Dutch Greenhouse Technology: <https://dutchgreenhouses.com/technology/hydroponics>
- Eguillor, P. (2018). *Agricultura Orgánica: oportunidades y desafíos*. Santiago: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA).
- EL Regional Piura, E. (2017, Septiembre 28). *En el distrito de El Alto ponen en marcha proyecto de hidroponía*. Retrieved from EL Regional Piura:

<https://www.elregionalpiura.com.pe/index.php/regionales/151-talara/23284-en-el-districto-de-el-alto-ponen-en-marcha-proyecto-de-hidroponia>

- ElPeruano. (2016). Decreto Supremo N° 003-2016-PRODUCE. *Aprueban el Reglamento de la Ley General de Acuicultura, aprobada por el Decreto Legislativo N° 1195*. Lima, Perú: El Peruano.
- Ernest, W. (2012). *Curva S. Planificación del Alcance, Tiempo y Costo*. Universidad para la Cooperación Internacional.
- Etayo, I. (2013, enero 01). *en la nube TIC*. Retrieved from en la nube TIC: <http://www.enlanubetic.com.es/2013/01/lucidchart-crea-graficos-colaborativos.html#.XasxjuhKjIU>
- FAO. (1999). *Algunos elementos básicos de la Acuicultura*.
- FAO. (2005). *Visión general del sector acuícola nacional. Perú*. Roma. Retrieved from [http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso\\_peru/es](http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_peru/es)
- FAO. (2016). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos*. Roma.
- FAO. (2016). *Implementing aquaponics in the Gaza Strip*. FAO.
- FAO. (n.d.). *FAO Training*. Retrieved from [http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6709s/x6709s10.htm](http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6709s/x6709s10.htm)
- FONDEPES. (s.f.). *Acuicultura*. Retrieved from <https://www.fondepes.gob.pe/Portal2018/index.php/somos>
- FONDEPES. (s.f.). *Centro de Acuicultura Piura*. Retrieved from <https://www.fondepes.gob.pe/Portal2018/index.php/piura>
- Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico. (2003). *Mejor uso del agua en Acuicultura*. 11.
- Formo. (2012, Enero 27). <https://blogagricultura.com/acuaponia-sistema-produccion/>. Retrieved from *Acuaponia Indoor*: <https://acuaponia-argentina.blogspot.com/2012/01/historia-de-la-acuaponia.html>
- Foxize. (2019). *Foxize School S.L.* Retrieved from Foxize: <https://www.foxize.com/biblioteca/balsamiq-mockups-455-es>
- García Pérez, A., Del Castillo Gálvez, J., & Benavides Ferreyros, I. (2008, junio 26). Decreto Legislativo N° 1059. Lima, Perú.
- Gestión. (2015, Febrero 16). *¿Se puede regar con aire una huerta en el desierto?* Retrieved from <https://gestion.pe/tecnologia/regar-aire-huerta-desierto-77285-noticia/>
- Gilsanz, J. C. (2007). *Hidroponia*. Montevideo - Uruguay: Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología.

- González, F. M. (2011, Noviembre). Breve historia de una gran desconocida: La acuicultura. *EUBACTERIA*(26), 1-2.
- Google. (2019). *Formulario Google*. Retrieved from <https://sites.google.com/site/formugogle/-para-que-sirve>
- Gualotuña Simbaña, B. W. (2018). *Estudio de Factibilidad para la Implementación de una Microempresa Productora de Plantas Comestibles por el Método Hidropónico en el Sector de Pintag*. Quito: Tecnológico Superios Cordillera. Retrieved from <http://www.dspace.cordillera.edu.ec/bitstream/123456789/4262/1/17-IPR-17-18-1723761449%c2%a0.pdf>
- Hablemos de peces. (2017, Mayo 27). *Pez dorado: Características, alimentación, cuidados y más*. Retrieved from <https://hablemosdepeces.com/pez-dorado/>
- Herbex. (2011, Junio 15). *Albahaca, propiedades y características*. Retrieved from Grupo Herbex: [https://www.grupoherbex.com/es/detalle\\_noticias.aspx?id=129](https://www.grupoherbex.com/es/detalle_noticias.aspx?id=129)
- Hidroponía Sevilla. (2016). <http://hidroponiasevillana.es>. Retrieved from <http://www.hidroponiasevillana.es>
- Hueso, A., & Cascant, J. (2012). *Metodología y Técnicas Cuantitativas de Investigación*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- IBISWorld. (2018, Diciembre). *Hydroponic Crop Farming Industry in the US - Market Research Report*. Retrieved from IBISWorld: <https://www.ibisworld.com/industry-trends/specialized-market-research-reports/life-sciences/food-science/hydroponic-crop-farming.html>
- Iglesias, Y. (2019, enero 25). *El Focus Group o Grupo de Discusión*. Retrieved from Designthinking: <https://designthinking.gal/el-focus-group-o-grupo-de-discusion/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Resultados definitivos. Tomo I*. Lima.
- Instituto Nacional del Emprendedor. (2015). *Estudio de mercado*. Mexico.
- intagri. (2017). *Acuaponia: Producción de Plantas y Peces*. Retrieved from intagri: <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/acuaponia-produccion-de-plantas-y-peces>
- Intagri. (2017). *Acuaponia: Producción de Plantas y Peces*. Retrieved from <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/acuaponia-produccion-de-plantas-y-peces>
- Intagri. (2017). *Industria de los Cultivos Hidropónicos*. Retrieved from Intagri: <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/la-industria-de-los-cultivos-hidroponicos>
- InterAqua. (2019). *Aplicaciones de la acuicultura para investigaciones médicas*. Cádiz, España.

- Jackson, T. (2016, Enero 3). *La nube que puede cambiar la historia de los vegetales que comemos*. Retrieved from BBC : [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/01/151224\\_finde\\_agricultura\\_hidroponica\\_lp](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/01/151224_finde_agricultura_hidroponica_lp)
- Jardón, T. (2016, Febrero 27). *Albahaca: Plagas más comunes y remedios*. Retrieved from <https://www.lahuertinadetoni.es/albahaca-plagas-mas-comunes-y-remedios/>
- Jiménez, A. (2013). Acuaponía: Herramienta educativa para el aprendizaje transversal de las ciencias. *Ciencia y Desarrollo*, 83-90.
- Jiménez, I. V. (2012, Marzo). La Entrevista en la Investigación Cualitativa: Nuevas Tendencias y Retos. *Calidad en la Educación Superior*, 3(1). Retrieved from [http://biblioteca.icap.ac.cr/BLIVI/COLECCION\\_UNPAN/BOL\\_DICIEMBRE\\_2013\\_69/UNED/2012/investigacion\\_cualitativa.pdf](http://biblioteca.icap.ac.cr/BLIVI/COLECCION_UNPAN/BOL_DICIEMBRE_2013_69/UNED/2012/investigacion_cualitativa.pdf)
- Jiménez, J. (2012). Sistemas de Recirculación en Acuicultura: Una Visión y Retos Diversos para Latinoamérica. *Revista Industria Acuícola*, 8(2), 6-10.
- Joe, M. (2017, Mayo 21). *The future of farming: Japan goes vertical and moves indoors*. Retrieved from Style: <https://www.scmp.com/magazines/style/travel-food/article/2094791/future-farming-japan-goes-vertical-and-moves-indoors>
- Kumari, A., Kumar, S., & Kumar, A. (2017). Study of Life Compatibility and Growth of Selected Ornamental Fishes under Aquarium in Sanjay Gandhi Biological Park. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*, 6(12), 3166-1172. Retrieved from <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.612.370>
- Ladrón, V., Quiróz, C., Acosta, J., Pimentel, L., & Quiñones, E. (2004). Hortalizas, las llaves de la energía. *Revista Digital Universitaria*, 5(7). Retrieved from [http://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art88/sep\\_art88.pdf](http://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art88/sep_art88.pdf)
- Ley N° 27460. (2001, Mayo 21). Diario El Peruano. Lima, Perú: El Congreso de la República. Retrieved from [http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/1/jer/PROPESCA\\_OTRO/marco-legal/1.2.%20Ley%20Acuacultura%20127460.pd](http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/1/jer/PROPESCA_OTRO/marco-legal/1.2.%20Ley%20Acuacultura%20127460.pd)
- Lieth, J., & Lorence, R. (2019). *Soilless Culture* (Segunda ed.). USA: Elsevier B.V.
- Malhotra, N. K. (2008). *Investigación de Mercados*. México: PEARSON EDUCATION.
- Marihuana.com. (2012, Enero 12). *Como subir y bajar el Ph del Agua y Tierra de forma Casera*. Retrieved from <https://www.autocultivodemarihuana.es/subir-ph-agua-marihuana/>
- Martínez, J. V., & Ruiz, R. D. (2012). *Estudio para corroborar la percepción de competencia*. Mexico.
- Mayhill Press, M. (2002). *Hydroponics in Japan*. Retrieved from Mayhill Press: <http://www.mayhillpress.com/ideal.html>

- Meyer, D. E. (2004). *Introducción a la acuicultura*. Zamorano, Honduras. Retrieved from [http://pdacrsp.oregonstate.edu/pubs/featured\\_titles/Introduccion%20Acuicultura.pdf](http://pdacrsp.oregonstate.edu/pubs/featured_titles/Introduccion%20Acuicultura.pdf)
- Miguel, V. D. (2019). *Invernaderos Hidropónicos del Perú*. Retrieved from Vegetales Don Miguel: <http://www.vegetalesdonmiguel.com/>
- MINAGRI. (2019). *El Servicio Nacional de Sanidad Agraria*. Retrieved from Ministerio de Agricultura y Riego: <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=el-servicio-nacional-de-sanidad-agraria-%E2%80%93senasa>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2019). *Abastecimiento y Precios*. Perú.
- Ministerio de la Producción. (s.f.). *Situación Actual de la Acuicultura en el Perú*. Lima, Perú. Retrieved from <http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/boletines/SITUACION%20ACTUAL%20DE%20LA%20ACUICULTURA%20EN%20EL%20PERU.pdf>
- Ministry of Economy and Industry, M. (2016, Enero 28). *Hydroponics; Latest from Israel*. Retrieved from Israel Trade Missions In India: <https://itrade.gov.il/india/2016/01/28/hydroponics-latest-from-israel/>
- Moraño, X. (2010, Septiembre 27). Segmentación de mercados.
- Moreno, E., & Zafra, A. (2014). Sistema acuapónico del crecimiento de lechuga, *Lactuca sativa*, con efluentes de cultivo de tilapia. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas*, 60-72.
- Muñoz Gutiérrez, M. E. (2012, Enero - Diciembre). Sistemas de recirculación acuapónicos. *Informador Técnico*, p. 127.
- Muñoz Saa, L., & Jiménez Liso, R. (2017). Sistema acuapónico para trabajar los ecosistemas a nivel meso en educación infantil. *Investigación en la escuela*, 93, 30-42.
- Navarro, J. (2017, Julio). *Definición de Propiedades Organolépticas*. Retrieved from DefiniciónABC: <https://www.definicionabc.com/ciencia/propiedades-organolepticas.php>
- Nelson, R. (2007). *Acuaponía*. Wisconsin, USA: Nelson Pade Multimedia.
- NTS N° - MINS/DIGESA-V.01. Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. (2003). Lima.
- Ochoa, C. (2013, 11 11). *netquest*. Retrieved from netquest: <https://www.netquest.com/blog/es/que-tamano-de-muestra-necesito>
- Olsztyn, M. R. (2019). El proceso de compra. *MBA consultoría y capacitación*.
- Ortiz, M. (2017, Agosto). *La hidroponía crecerá de la mano de la exportación*. Retrieved from Redagrícola: <http://www.redagricola.com/pe/la-hidroponia-crecera-la-mano-la-exportacion/>

- Pandey, R., Jain, V., & Singh, K. (2009). *Hydroponics Agriculture: Its Status, Scope and Limitations*. New Delhi: Indian Agricultural Research Institute.
- Parker, R. (2002). *Aquaculture science* (Second ed.). New York: Delmar.
- Peñaranda Castañeda, C. (2019). *Clase media aumentó en mayoría de regiones*. Lima.
- Pineda Milicich, R. (2017, Octubre). Cambio Climático .. Y? Piura, Perú: IRAGER, CIPCA, CIP-CDP. Retrieved from <https://iragerblog.files.wordpress.com/2018/02/publicacic3b3n-cambio-climc3a1tico-rpm-irager.pdf>
- Pineda, D. J. (2017). *Acuaponia para la Producción de Plantas y Peces*. 6.
- Planeta huerto*. (n.d.). Retrieved from <https://www.planetahuerto.es>
- Portillo, G. (2016). *La Hidroponia*.
- Press, V. S. (2017, Abril 12). *Hydroponic farm sprouts on the roof of a shopping mall*. Retrieved from Israel21c: <https://www.israel21c.org/hydroponic-farm-sprouts-on-the-roof-of-a-shopping-mall/>
- RAE. (2019). *Real Academia Española*. Retrieved from <http://www.cresa.es/granja/pdf/Peces.pdf>
- Ramirez, D., Sabogal, D., Jiménez, P., & Hurtado, H. (2008). La Acuaponía: Una alternativa orientada al desarrollo sostenible. *Facultad de Ciencias Básicas. Universidad Militar de Nueva Granada.*, 32-51.
- Rodríguez Aguilar, A., & Zafra Trelles, A. (2014). Crecimiento de goldish, *Carassius auratus*, y lechuga, *Lactuca sativa*, en sistema acuapónico en condiciones de invernadero. *REBIOLEST: Revista Científica de Estudiantes*, 1-3.
- Rodríguez de León, L. (2014). *Diagrama de gantt*. Campus Virtual Policial de Uruguay.
- Ronzón Ortega, M., Hernández-Vergara, M., & Pérez-Rostro. (2012). Producción hidropónica y acuapónica de albahaca (*Ocimum basilicum*) y langostino malayo (*Macrobrachium rosenbergii*). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15(2), S63-S71.
- Sáenz, F. C. (2001). *Que son los cultivos hidropónicos y el porque de la hidroponía*. Bogotá., Colombia.
- Salinas, J., & Alarcón, E. (2017). *Acuicultura: trucha. Una opción para el desarrollo de comunidades andinas*. (Trabajo de Investigación de Máster en Dirección de Empresas), Universidad de Piura. PAD-Escuela de Dirección, Lima, Perú. Retrieved from <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/3554>
- Sanca Mendoza, J. I. (2018). *Informe por servicios profesionales: "Manejo del cultivo de albahaca (Ocimum basilicum) Var. Genovessa para la planta procesadora agroindustrial la Joya S.A.C. - Arequipa"*. Arequipa: Repositorio UNSA.
- Sanemamiento, R. A. (2018). *Sembrando y cosechando agua. Agua y Sanemamiento*.

- Secretaría de Gestión Pública de la Presidencia del Consejo de Ministros. (2015). *Herramientas de apoyo para la implementación de la gestión por procesos en el marco de la política nacional de modernización de la gestión pública*. Lima: Secretaría de Gestión Pública.
- Segura, S., & Balois, R. (2017). *Producción acuaponica de Lactuca sativa "lechuga" utilizando efluentes del cultivo de Oreochromis niloticus "Tilapia gris" (línea chitralada)*, en. Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa.
- Sociedad Latinoamericana para la Calidad. (2000). Lluvia de ideas (Brainstorming).
- Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A., & Lovatelli, A. (2014). *Small-scale Aquaponic Food Production. Integrated Fish and Plant Farming*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, FAO, Roma.
- St-Martin, R., & Fannon, D. (2010). *Gestión del Valor Ganado del trabajo en curso*. Centro de Conocimiento del PMI.
- System, N. G. (2017, Enero 25). *Breve historia de la Hidroponía*. Retrieved from New Garden System: <https://www.mypot.eu/blog/hidroponia/breve-historia-de-la-hidroponia/>
- TheAcuaponicSource. (2018). *The Acuaponic Source. Growing fish and plants together*. Retrieved Septiembre 13, 2019, from <https://www.theaquaponicsource.com/>
- Timmons, M. B. (1998). The Second International Conference on Recirculating Aquaculture. *Feeds for Recirculating Aquaculture System*, (pp. 270-283). USA. Retrieved from [https://articles.extension.org/mediawiki/files/4/4f/Proceedings\\_2nd\\_International\\_Conference\\_on\\_Recirculating\\_Aq.pdf#page=403](https://articles.extension.org/mediawiki/files/4/4f/Proceedings_2nd_International_Conference_on_Recirculating_Aq.pdf#page=403)
- UNCOMO. (2017, Enero 17). *Cada cuánto cambiar el agua del acuario*. Retrieved from UNCOMO: <https://hogar.uncomo.com/articulo/cada-cuanto-cambiar-el-agua-del-acuario-32376.html>
- Universidad de Alcalá. (2019, Agosto 6). *Universidad de Alcalá BLOG*. Retrieved from <https://www.master-finanzas-cuantitativas.com/metodos-de-montecarlo/>
- Universidad Nacional Agraria de la Molina. (2017). *Antecedentes*. Retrieved from Universidad Nacional Agraria de la Molina: <http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/ciencias/hidroponia/antecedentes.htm>
- Universidad Tecnológica de Pereira. (n.d.). *Filtración y decantación*. Informe de laboratorio, Universidad tecnológica de Pereira, Facultad de Tecnología.
- Villalba Lévano, R. (2016). *Elaboración del MOF y MAPRO para una gestión por procesos y la propuesta de desarrollo de un sistema de control de documentos en la facultad de Odontología-USMP*. Lima: Repositorio Académico USMP.
- Zegarra, D., Risco, A., & Yáñez. (2018). Uso indiscriminado de pesticidas y ausencia de control sanitario para el mercado interno en Perú. *Revista Panamericana de Salud Pública*.

Zonadecultivo. (2016, Julio 7). *Acuaponía vs Hidroponía*. Retrieved from Zonadecultivo: <https://zonadecultivo.wordpress.com/2016/07/07/cultivo-acuaponico-cultivo-hidroponico/>

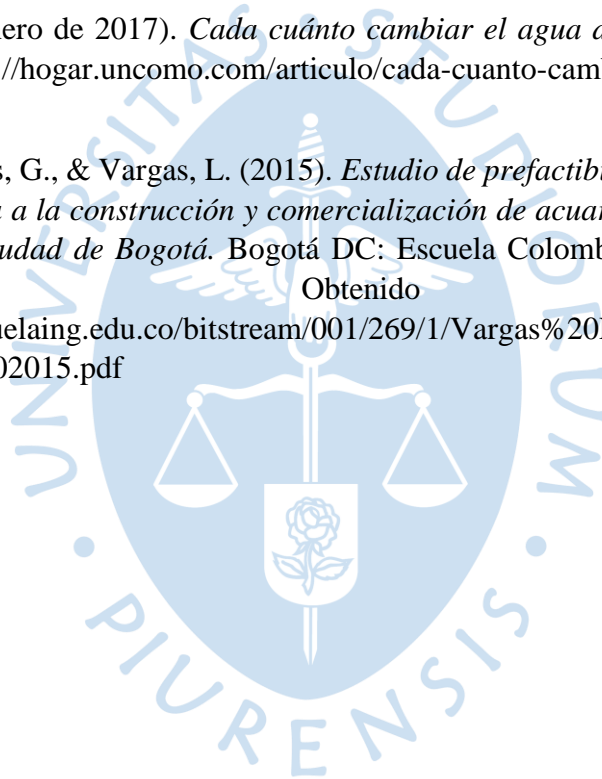
Intagri. (2017). *Acuaponia: Producción de Plantas y Peces*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protégida/acuaponia-produccion-de-plantas-y-peces>

Marihuana.com. (12 de Enero de 2012). *Como subir y bajar el Ph del Agua y Tierra de forma Casera*. Obtenido de <https://www.autocultivodemarihuana.es/subir-ph-agua-marihuana/>

Rodríguez Aguilar, A., & Zafra Trelles, A. (2014). Crecimiento de goldfish, *Carassius auratus*, y lechuga, *Lactuca sativa*, en sistema acuapónico en condiciones de invernadero. *REBIOLEST: Revista Científica de Estudiantes*, 1-3.

UNCOMO. (17 de Enero de 2017). *Cada cuánto cambiar el agua del acuario*. Obtenido de UNCOMO: <https://hogar.uncomo.com/articulo/cada-cuanto-cambiar-el-agua-del-acuario-32376.html>

Velásquez, J., Bastidas, G., & Vargas, L. (2015). *Estudio de prefactibilidad para el montaje de una empresa dedicada a la construcción y comercialización de acuarios acuapónicos y peces ornamentales de la ciudad de Bogotá*. Bogotá DC: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Obtenido de <https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/001/269/1/Vargas%20Rincón%2C%20Lizeth%20Carolina%20-%202015.pdf>



## **Anexos**

Anexo A. Estudio de Mercado

### **Resultados**

#### ***Encuesta***

La encuesta planteada ha sido realizada a través de Google Forms, en la cual se mezclaron preguntas tanto de tipo cualitativo como cuantitativo. Hasta el momento previo de la realización de este informe, contábamos 56 respuestas, siendo estas nuestro objeto de estudio para este informe.

Los resultados, con esta cantidad de respuestas, fueron las siguientes:

## 1. Género

56 respuestas

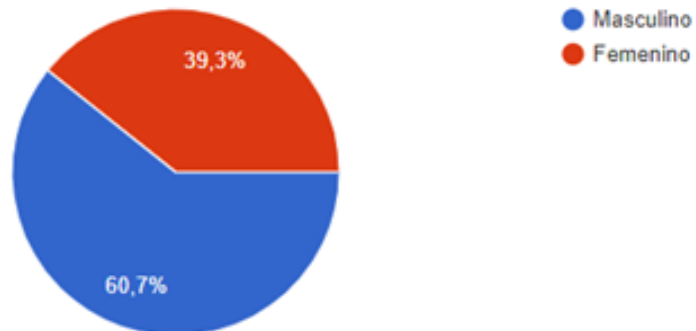


Ilustración 35. Diagrama circular para la proporción de género de los encuestados.

Fuente: Elaboración propia a través de Google Forms

## 2. ¿En qué rango de edad se encuentra?

56 respuestas

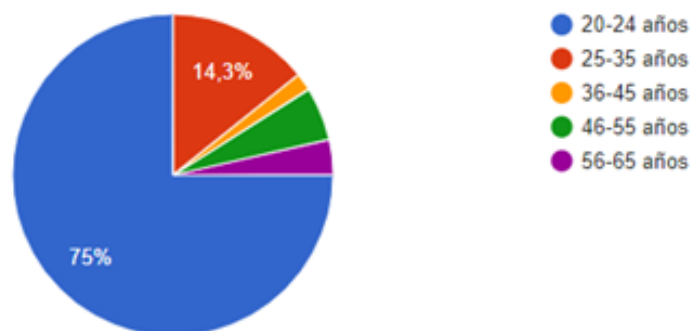


Ilustración 36. Diagrama circular para el rango de edades.

Fuente: Elaboración propia a través de Google Forms

3. ¿Ha escuchado o conoce usted sobre los temas de hidroponía, acuicultura o acuaponía? Por favor, seleccione los temas sobre los que conozca o haya escuchado:

56 respuestas

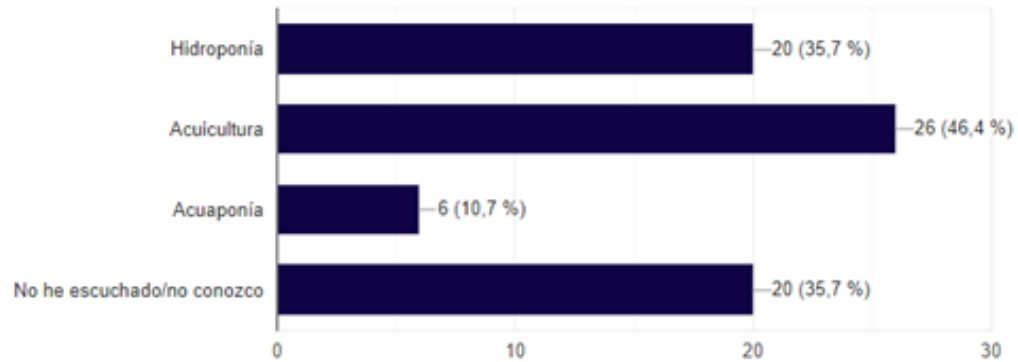


Ilustración 37. Gráfico de barras del conocimiento previo de los encuestados en temas afines al proyecto.

Fuente: Elaboración propia a través de Google Forms

4. ¿Le interesaría criar peces ornamentales en casa?

56 respuestas

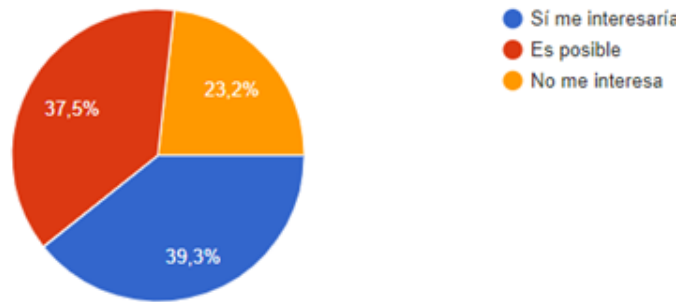


Ilustración 38. Diagrama circular que representa el interés de los encuestados por la crianza de peces ornamentales.

Fuente: Elaboración propia a través de Google Forms

5. ¿Le interesaría producir sus propios vegetales orgánicos en casa (lechuga, albahaca, tomate, etc.)?

56 respuestas

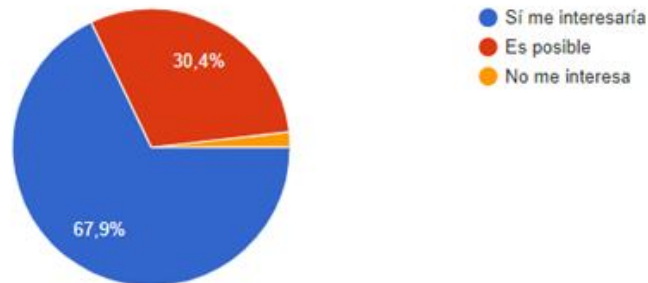


Ilustración 39. Diagrama circular que representa el interés de los encuestados por la producción de sus propios vegetales orgánicos en casa.

Fuente: Elaboración propia a través de Google Forms

6. ¿Consume actualmente productos hidropónicos?

56 respuestas

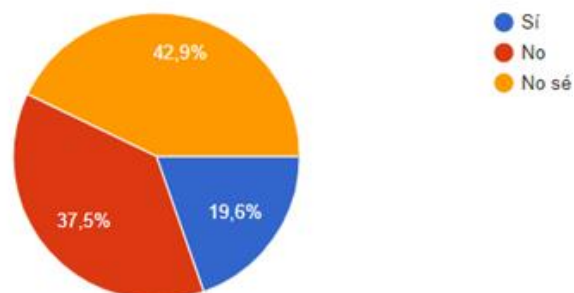


Ilustración 40. Diagrama circular sobre el consumo actual de productos hidropónicos de los encuestados.

Fuente: Elaboración propia a través de Google Forms

### 7. ¿Con qué frecuencia consume hortalizas (verduras) a la semana?

56 respuestas

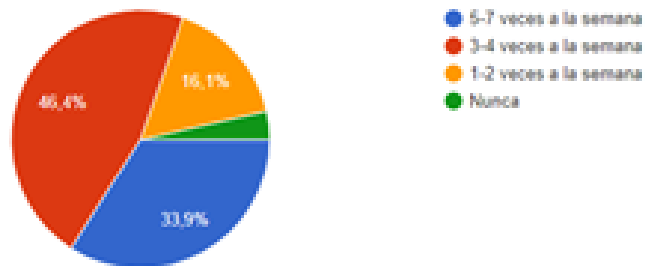
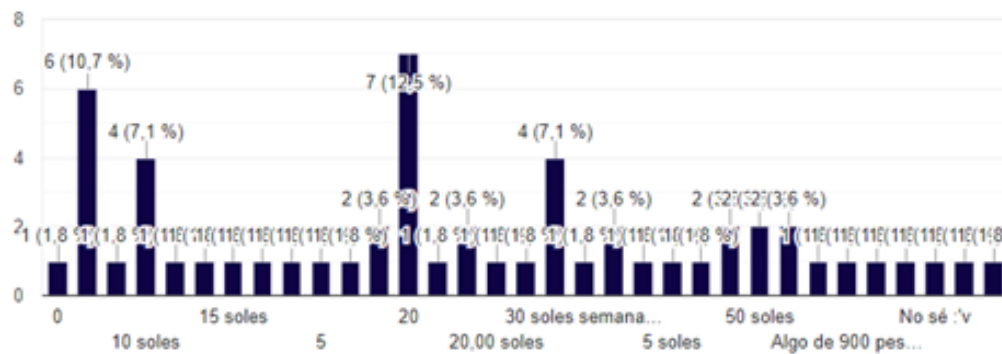


Ilustración 41. Diagrama circular sobre la frecuencia de consumo de hortalizas de los encuestados.

Fuente: Elaboración propia a través de Google Forms

### 8. ¿Cuál es su gasto estimado en hortalizas (verduras) por semana?

56 respuestas



9. ¿Para cuántas personas es la compra semanal de hortalizas (verduras)? Escriba un número o rango promedio

56 respuestas

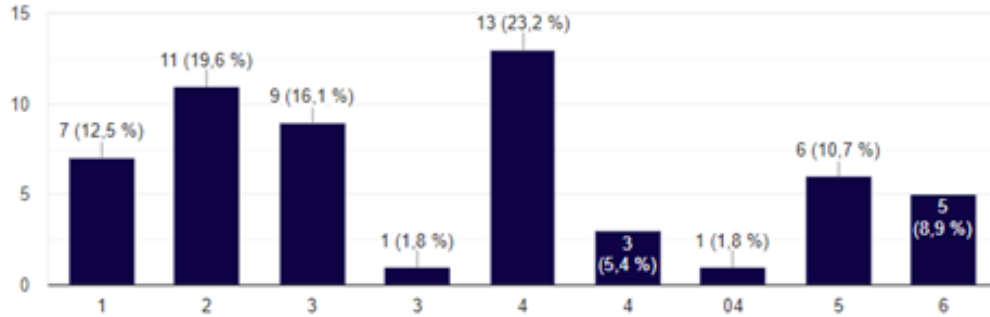


Ilustración 43. Gráfica sobre la cantidad de personas que consumen hortalizas por semana de los encuestados.

Fuente: Elaboración propia a través de Google Forms

10. ¿Le interesaría contar, en la comodidad de su casa, con un sistema en el que pueda producir sus propios alimentos agrícolas orgánicos como hortalizas (verduras) y que pueda a la vez, criar peces ornamentales (decorativos), siempre respetando la armonía de su hogar y según el espacio disponible?

56 respuestas



Ilustración 44. Diagrama circular sobre aceptación del producto.

Fuente: Elaboración propia a través de Google Forms

11. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por este sistema? Este tiene un periodo de vida útil estimado de 8 años y es apto para distintos tipos de hortalizas como lechuga, espinaca, tomate, etc.

56 respuestas

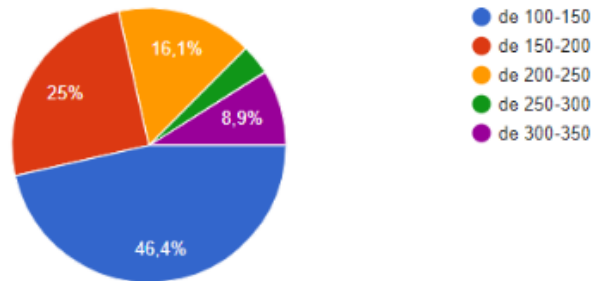


Ilustración 45. Diagrama circular sobre la cantidad de dinero dispuestos a gastar en el producto por parte de los encuestados.

Fuente: Elaboración propia a través de Google Forms

12. Tomando en cuenta que nuestro producto puede ser fabricado según la disponibilidad de su espacio, ¿en qué ambiente de su hogar le gustaría tenerlo?

56 respuestas

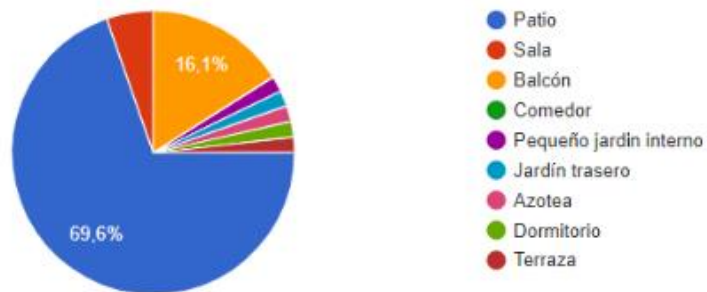


Ilustración 46. Diagrama circular que representa los ambientes preferidos por los encuestados para colocar el sistema acuapónico.

Fuente: Elaboración propia a través de Google Forms

13. ¿Qué producto(s) le gustaría producir? Marque las opciones que desee:

56 respuestas

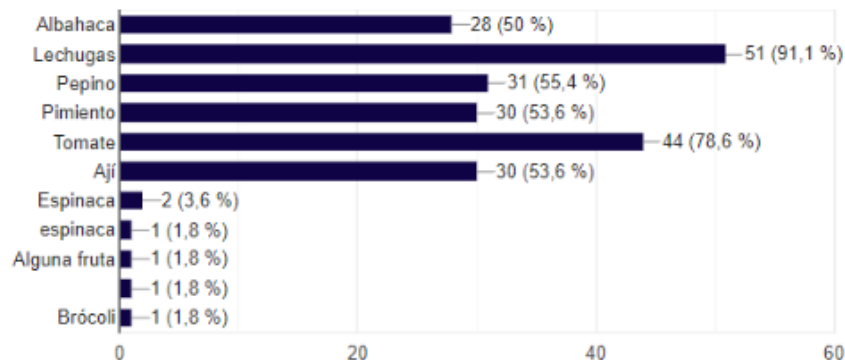


Ilustración 47. Gráfica sobre la preferencia de los encuestados por producir cierta(s) hortaliza(s).

Fuente: Elaboración propia a través de Google Forms

14. Por favor, de tener algún comentario o sugerencia, escríbalo aquí.

10 respuestas

Muy interesante este procedimiento y con ganas de aprenderlo para ejecutarlo.
Es un tema nuevo e interesante, que se ajusta a las nuevas tendencias para promover el cuidado de nuestro planeta
se podría mejorar los insumos químicos necesarios para darles los nutrientes a las hortalizas para reducir el costo
Para q es la encuesta
Estos productos requieren cuidados especiales? Es necesario saberlo.
Háganlo porfis
Qué tanto consume (kwh) el producto?
Es muy interesante, este proyecto, va a ser un éxito
tema muy interesante
Espero contactar

Ilustración 48. Comentarios o sugerencias dadas por los encuestados.

Fuente: Elaboración propia a través de Google Forms

Según la *Ilustración 35*, el mayor porcentaje de los encuestados hasta el momento es del género masculino, siendo este el 60.7%.

Además, el rango más seleccionado de edades (se puede ver en la *Ilustración 36*) es el de 20-24 años. Este es el rango de menor solvencia económica de entre las 5 propuestas, y esto se

podría relacionar con los resultados de la pregunta 11, reflejados en la *Ilustración 46*, en donde el 49% de encuestados seleccionaron el menor rango de precios dispuestos a pagar por el sistema.

En cuanto a conocimientos previos, tal como se esperaba, en la *Ilustración 37* se observa que el 35.7% de encuestados no ha escuchado o conoce sobre los temas de hidroponía, acuicultura y/o acuaponía. El número de personas conocedoras de los temas no llega ni a la mitad (por tema) de los encuestados, y del que menos se sabe es el principal para nuestro proyecto, la acuaponía (sólo el 10.7% indicó conocer o haber oído algo sobre el tema).

Los diagramas circulares de la *Ilustración 38* y la *Ilustración 39* nos ayudan a observar el interés de los encuestados de forma individual por los dos subsistemas de nuestro producto, el sistema acuícola y el sistema hidropónico. Se observa que hay un mayor interés por la producción de vegetales orgánicos propios en casa (subsistema hidropónico) que por la crianza de peces ornamentales (subsistema acuícola). El sistema hidropónico alcanzó unos porcentajes de un 67.9% de aceptación, un 30.4% de personas que indicaron que es posible que les interese y tan sólo un 1.7% que no le interesaría. Mientras que, el sistema acuícola alcanzó un 39.3% de aceptación, 37.5% de posibles interesados y un porcentaje más elevado 23.2% de rechazo.

Esto guarda estrecha relación con los resultados de la pregunta clave, la número 10. En la *Ilustración 44*, se puede observar que la tendencia se mantiene y que un 57.1% los encuestados prefieren un sistema que sólo sirva para la producción de hortalizas; un sistema acuapónico completo les interesaría al 35.7%, mientras que al 7.1% no le interesaría el producto que ofrecemos. Con estos datos, se extrapolan los datos y se va a estimar la demanda en la región. Para esto vamos a identificar 3 mercados:

- Mercado potencial
- Mercado disponible
- Mercado objetivo

Se ha tomado como base un informe del Ministerio de Salud “Población estimada por edades simples y grupos de edad, según departamento, provincia y distrito” para estimar la población total en Piura entre 20-65 años (rango total tomado en la encuesta).

SUMA	1055000												
POBLACIÓN TOTAL, POR GRUPOS QUINQUENALES DE EDAD													
	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80 y +
37	164466	161032	145573	127328	119847	107392	89645	76037	63680	48691			
2,910	14,798	14,519	12,645	10,898	10,660	9,797	8,043	6,811	5,275	3,805	2,517	1,685	1,799
2,718	14,028	13,758	12,115	10,709	9,876	8,487	6,776	5,593	4,865	3,763	2,440	1,584	1,537
1,354	6,416	6,311	5,670	4,927	4,863	4,265	3,419	2,722	2,475	1,991	1,442	862	674

Población en la región Piura entre 20- 65 años: 1055000.

Según un estudio IPSOS, las ciudades con más de 200 000 habitantes se segmenta: 3,7% nivel A, 16,2% de nivel B y 35,2% nivel C. Este es el mercado al que se enfoca el producto a ofrecer, por lo que sería un total de 55.1%.

Esto da entonces, un mercado potencial de 581 305 personas.

El mercado disponible lo consideraremos los que respondieron que les interesa el sistema hidropónico sólo más el sistema acuapónico completo. Y el mercado objetivo, los que respondieron que les interesa el sistema acuapónico (cultivo de hortalizas y de peces). Por lo tanto:

Proporción	Mercado	Mercado	Población estimada	Unidades
0.357	SI	Mercado objetivo	207525.885	<b>207526</b> personas
0.571	POSIBLE	Mercado disponible	539451.04	<b>539451</b> personas
0.071	NO	Mercado potencial	581305	<b>581305</b> personas
		<b>Poblacion total estimada</b>	<b>581305</b>	

La cantidad promedio de personas por familia calculada según los datos de la encuesta es de 4. Así que la demanda, en número de familias es de 51882.

Continuando con el análisis de los gráficos, en la *Ilustración 40* hay un dato curioso. La mayoría de las personas encuestadas, no sabe si actualmente consume productos hidropónicos o no. Esto es alarmante ya que comprueba que la mayoría de las personas hoy por hoy no tienen ni idea de lo que ingieren en sus alimentos diarios.

En la *Ilustración 41* se observa que la demanda de hortalizas es fuerte, siendo sólo un 3,6% quienes dicen que nunca consumen este tipo de alimento. La mayoría consume de 3 a 4 veces por semana (46.4%) y de 5 a 7 veces por semana (33.9%).

A la mayoría de personas, según la *Ilustración 46* le gustaría tenerlo en su patio (69.6%) o balcón (16.1%); y las hortalizas preferidas son la lechuga (91.1%) y tomates (78.6%), según la *Ilustración 47*.

Por último, en la *Ilustración 48*, los encuestados muestran su interés por el tema y nos dan sugerencias y ánimos para continuar con el proyecto. Esto nos anima a seguir mejorando y acoger las sugerencias que nos brindan.

De todo lo expuesto:

No se está cumpliendo con el 65% de aprobación esperado, el cual establecimos como requisito del proyecto. Por esto es que, decidimos mantener la encuesta más tiempo abierta, para enfocarnos en un público de mayor edad. Canalizar mejor a quien le llega la encuesta; analizar y redefinir las edades de nuestro público objetivo; pensando en centrarnos aún más en personas mayores, que tienen un mayor poder de adquisición.

Nuestro mercado disponible es mucho más amplio que nuestro mercado objetivo actual. Nuestro reto será fidelizar el mercado objetivo y crear estrategias de marketing y que, primero la gente se eduque sobre el tema y segundo, convencer a las personas que no gustaron del sistema acuapónico completo, de que es una opción saludable y además decorativa para su hogar.

### ***Entrevista***

Para la aplicación de esta herramienta, se trató de encontrar y contactar con especialistas en acuaponía, pero es un tema completamente novedoso en la región, por lo que buscamos y contactamos con expertos en hidroponía.

Se contactó con el señor César Falcón, profesor del área de Ciencia, Tecnología y Ambiente del colegio San Ignacio de Loyola. El profesor Falcón nos comentó sobre el proyecto que desarrollan en el colegio ya hace varios años con alumnos de distintos años de estudio en el tema hidropónico, cuyo fin principal es inculcar la responsabilidad y paciencia en los alumnos. Nos enseñó el procedimiento que ellos siguen, el cual consta de:

- Proceso de germinación en depósito con tierra



- Trasplante a sistema hidropónico (NFT).



- Seguimiento constante.



En lo personal, el profesor ha tenido un sistema hidropónico en casa y ha producido sus propios alimentos con este sin ningún problema.

Anexo B. Manual de uso y mantenimiento



## Manual de Uso y Mantenimiento del Sistema Acuapónico

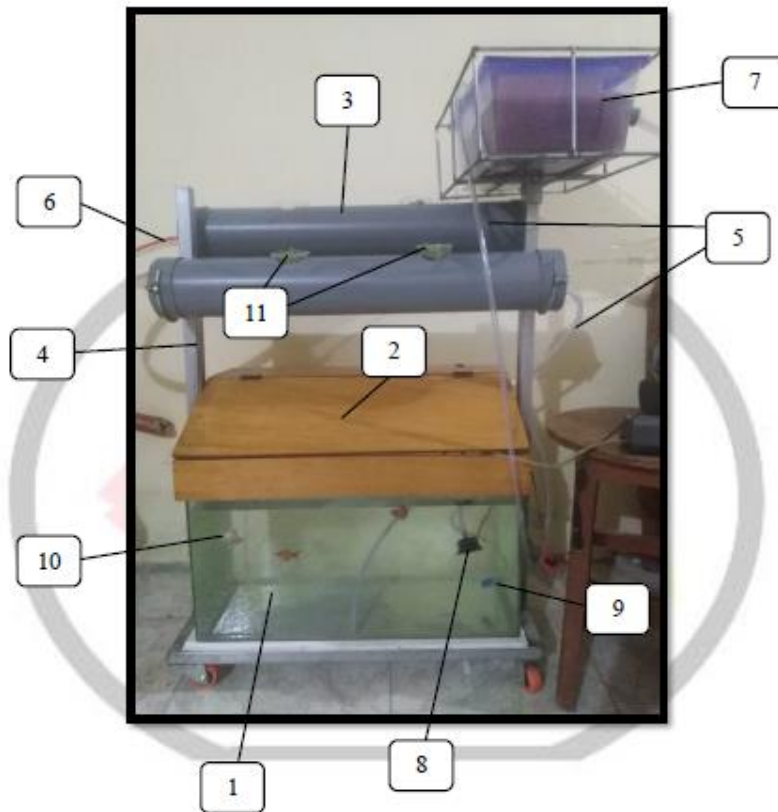
### AQUAPLANT

#### Índice

1. Elementos del sistema Aquaplant .....	1
2. Armado del sistema .....	2
3. Funcionamiento del sistema .....	2
Puesta en marcha del sistema .....	2
Frecuencia de funcionamiento de dispositivos .....	2
4. Manejo del sistema .....	3
Plantas .....	3
Peces .....	3
5. Inspección del sistema .....	3
Control del nivel de agua .....	3
Control de entradas y salidas de agua .....	3
Control de fugas en las tuberías .....	3
6. Mantenimiento del sistema .....	4
Cambio de agua del acuario .....	4
Renovación de materiales del biofiltro .....	4
7. Extracción de producto y readaptación del sistema .....	4

AQUAPLANT  
ECOSISTEMA SOSTENIBLE

## 1. Elementos del sistema Aquaplant



① Pecera o acuario

② Tapa de acuario

③ Tuberías de PVC

④ Estructura metálica

⑤ Mangueras de 8 mm

⑥ Mangueras de 3/4"

⑦ Biofiltro

⑧ Bomba de agua

⑨ Aireador

⑩ Peces

⑪ Plantines

## 2. Armado del sistema

El armado del sistema consiste en un acoplamiento de las partes descritas en el punto anterior. Para armarlo, seguir los pasos siguientes:

1. Unir el acuario (①) con la tapa de madera (②). Una vez puesta, colocar la pecera sobre la estructura de metal (④).
2. Colocar los tubos de PVC (③) en la estructura metálica (④).
3. Colocar el biofiltro en su caja diseñada en la estructura metálica (⑦).
4. Usar las mangueras de ¼" (⑥) para conectar los 2 tubos (por la parte izquierda del sistema) y el biofiltro (⑦) con el tubo superior (parte derecha del sistema).
5. Colocar la bomba de agua (⑧) y el aireador (⑨) en la pecera. Ambos cuentan con interruptores que pueden ser instalados en la parte externa de la tapa.
6. Usar las mangueras de 8 mm para conectar la salida de la bomba a la entrada del biofiltro, así como el lado faltante del tubo inferior con la pecera, de manera que la manguera quede al interior de la misma.
7. Llenar el acuario con agua y colocar los peces (⑩). De igual manera, colocar los vasos que contienen los plantines (⑪) en los agujeros de los tubos.

## 3. Funcionamiento del sistema

Una vez armado el sistema, este se encuentra listo para la recirculación del agua.

### Puesta en marcha del sistema

Para poner en marcha el sistema, se debe conectar la bomba y el aireador a la corriente, y luego encender ambos dispositivos. De esta manera, el agua comenzará a circular por todo el sistema.

### Frecuencia de funcionamiento de dispositivos

La frecuencia de funcionamiento de la bomba es de aproximadamente 12 minutos, 3 veces al día, mientras que el aireador debe estar encendido entre 18 – 22 horas al día.

#### **4. Manejo del sistema**

##### **Plantas**

Para las plantas, es importante asegurarse de que al momento de su instalación en las tuberías estas queden acopladas de una manera adecuada, es decir, que no queden apretujadas en los vasitos y que las raíces lleguen al fondo del tubo para poder tener un contacto eficaz con el agua.

Asimismo, es aconsejable seguir una pequeña rutina de observación diaria, para asegurarse del buen estado de estas. Esto incluye:

- Observación minuciosa para descartar presencia de plagas.
- Remoción de hojas enfermas, para que no contaminen al resto.

##### **Peces**

Para los peces, el principal cuidado a tener es su alimentación. Esto incluye también una pequeña rutina de observación diaria como con las plantas.

Para su alimentación, se les debe suministrar:

- 2 veces al día, cuando están en etapa de crecimiento.
- 3 veces al día, una vez alcanzada la etapa de madurez.

#### **5. Inspección del sistema**

##### **Control del nivel de agua**

Consiste en verificar que el nivel del caudal de agua en las tuberías no es mucho ni es muy poco.

##### **Control de entradas y salidas de agua**

Consiste en verificar que los flujos de entrada y salida de agua se están dando.

##### **Control de fugas en las tuberías**

Consiste en revisar que las tuberías no presenten ninguna situación que pueda dar lugar a una fuga.

## **6. Mantenimiento del sistema**

### **Cambio de agua del acuario**

El agua del acuario debe ser cambiada mensualmente. NO se cambia toda el agua, sólo el 15% del volumen de la pecera, de manera que el sistema sigue funcionando con normalidad.

Para ello, es necesario dejar reposando el agua que será colocada en el sistema por un periodo de 1-2 días, con la finalidad de que el cloro contenido en esta se evapore y no dañe a las especies del sistema acuapónico.

### **Renovación de materiales del biofiltro**

El biofiltro está compuesto por: carbón, ladrillo, esponjas, tecnopor y hule de espuma. La renovación de estos materiales debe hacerse cada 3 meses, para asegurar la inocuidad de del agua que riega a las plantas.

## **7. Extracción de producto y readaptación del sistema**

Cuando la hortaliza esté lista para ser consumida (de acuerdo a su periodo de germinación), se puede proceder a retirarla del sistema.

Este es un proceso sencillo y se debe tener en cuenta que, dependiendo del tipo de planta, puede ser necesario arrancar toda la planta (ej.: Lechuga), extraer hojas (ej.: Albahaca) o extraer solo los frutos (ej.: Tomate).

Para la readaptación del sistema, se pueden dar 2 escenarios:

- En caso se deba arrancar toda la planta, se debe colocar otro plantín en un nuevo vasito con algodón.
- En caso no se deba arrancar la planta, se puede dejar así, pero se debe tener en cuenta que las raíces seguirán creciendo y eventualmente se deberá cambiar por otro plantín o cortar algunas raíces.

## **Manual de Prevención y Recomendaciones** **del Sistema Acuapónico AQUAPLANT**

### **Con respecto a las Especies**

- **Plantas**

- ✓ Se recomienda ser muy cuidadoso al momento de traspasar la planta germinada al sistema acuapónico, debido a que puede sufrir daños como la ruptura del tallo o de las raíces, dando como resultado la muerte de la especie.
- ✓ Es necesario realizar una constante de observación minuciosa de las hortalizas para así poder descartar la presencia de plagas y/o enfermedades que afecten a la especie y evitar contagiar a todo el sistema acuapónico.

- ✓ En caso de que hubiera la existencia de plagas y/o enfermedades, compartimos y recomendamos las siguientes técnicas de manejo integrado apto para sistemas acuapónicos
  - Control cultural: Consiste en alternar los tipos de hortalizas sembradas a lo largo del tiempo, para evitar atraer enfermedades generadas por mantener solo plantas pertenecientes a la misma familia.
  - Control biológico: Consiste en usar los agentes naturales para el control o minimización de las plagas y enfermedades.

- **Peces**

- ✓ Se recomienda evitar sobrealimentar a los peces y eliminar los restos de alimentos no consumidos, debido a que según la FAO (Organización de las Naciones

Unidad para la Alimentación), estos residuos y restos de comida son muy perjudiciales para los peces ya que pueden pudrirse en el interior del sistema acuapónico, además de descomponerse causando enfermedades y consumiendo todo el oxígeno disuelto. Con todo lo antes mencionado se aconseja alimentar a los peces todos los días y eliminar cualquier alimento no consumido después de 30 minutos y ajustar la porción siguiente para evitar dichos excesos.

- ✓ Control de enfermedades de los peces:
  - o Los peces pueden padecer de estrés, esto conlleva a que sean más vulnerables a enfermedades, debido a la variación de parámetros como la temperatura, calidad del agua y alimentación.

- o Las enfermedades provocadas por hongos pueden ser contrarrestadas aplicando 0.5 gr/L de sal de ganadería y aumentando la temperatura del agua (dependiendo de las condiciones exigidas por los peces criados)

### **Con respecto a la Limpieza y Mantenimiento**

- Es necesario dejar reposar el agua a colocar en el sistema en un recipiente limpio, después de su limpieza y/o mantenimiento, por un periodo de 1 a 2 días con la finalidad de que el cloro contenido en el agua se evapore, evitando así que esta sustancia dañe a las especies. Es de suma importancia coloca una malla como tapa en el recipiente que contiene el agua, como medida de prevención a la aparición del zancudo del Dengue.

- Desmontar cuidadosamente el sistema acuapónico para realizar una mejor limpieza.
- Es recomendable usar una red para sacar con cuidado los peces y pasarlos a un recipiente con el 50% de agua tratada (libre del cloro) y el otro 50% con el agua de la pecera.
- Se recomienda lavar la pecera, tubos y demás implementos con agua en ausencia de jabón o detergente para evitar afecte la salud de las especies

### **Recomendaciones Generales**

- Evitar colocar el sistema directamente a la luz solar, debido a que esto aceleraría el crecimiento de algas, y por ende se tendrá que limpiar con mayor frecuencia. Otra medida para minimizar la proliferación de algas es el flujo constante del agua a través de las plantas.

- La proliferación de algas puede llegar a obstruir el paso del agua por el sistema debido a que se disminuye el área de ingreso del agua además que las mismas compiten por los nutrientes al igual que las plantas del sistema acuapónico.



AQUA PLANT  
ECOSISTEMA SOSTENIBLE

Anexo D. Matriz de Impacto Ambiental

Actividades		CRITERIOS DE EVALUACIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
			Cultivo en cautiverio	Modificación del habitat	Recirculación de agua	Nitrificación	Adecuación del agua	Elaboración de biofiltro	Elaboración del sistema hidropónicos	Cultivos hidropónicos	Cosecha de vegetales	Agricultura	Acuicultura	Alimentación	Almacenamiento de Productos	Gestión y control de vida natural	Vertimientos	Uso de pesticidas		
Características físicas y químicas	Extracción de recursos	1 Recursos naturales	Magnitud	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1		
			Importancia	3	1	1	1	1	3	3	1	1	1	5	1	1	5	1	3	
			Total	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	M	B	B	M	B	B	
		2 Suelos	Magnitud	3	1	3	1	1	1	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1
			Importancia	3	1	1	3	1	1	1	5	3	3	1	1	5	1	5	5	5
			Total	M	B	B	B	B	B	B	A	B	M	B	B	M	B	M	M	
	3 Agua Potable	Magnitud	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	
		Importancia	1	1	5	1	3	3	3	3	5	1	1	1	1	1	5	3	3	
		Total	B	B	M	B	B	B	B	B	M	B	B	B	B	B	A	B		
	Atmósfera	4 Clima	Magnitud	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
			Importancia	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	
			Total	B	B	B	B	B	B	B	M	B	B	B	B	B	B	B	B	
		5 Temperatura	Magnitud	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	
			Importancia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	
	Total	B	B	B	B	B	B	B	B	B	M	B	B	B	B	B	B			
Condiciones biológicas	Flora	6 Cosechas	Magnitud	1	3	1	5	1	1	1	5	1	1	1	1	3	1	1		
			Importancia	1	1	3	3	1	1	3	1	3	5	3	1	1	3	1	5	
			Total	B	B	B	A	B	B	B	B	A	M	B	B	B	M	B	M	
		7 Plantas acuáticas	Magnitud	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	
			Importancia	1	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1	3	1	
			Total	B	B	B	B	B	B	B	M	B	B	B	B	B	B	B		
	8 Especies en peligro	Magnitud	1	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		Importancia	1	5	1	1	1	1	3	1	1	1	5	1	1	1	3	1		
		Total	B	A	B	B	B	B	B	B	B	B	M	B	B	B	B			
	Fauna	9 Peces	Magnitud	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1		
Importancia			3	3	5	5	3	3	3	5	1	1	3	1	1	5	3	1		
Total			M	M	A	M	B	B	B	M	B	B	M	B	B	M	B			
10 Especies en peligro		Magnitud	3	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Importancia	5	5	5	1	1	3	3	5	1	1	5	1	1	5	3	1				
Total	A	M	A	B	B	B	B	M	B	B	M	B	B	M	B					

Factores sociales	Usos de territorio	12 Zona Residencial	Magnitud	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	5	1	1	1	1
			Importancia	3	1	5	1	1	1	1	3	5	1	3	5	5	1	1	1
			Total	B	B	M	B	B	B	B	B	A	B	B	A	M	B	B	B
		13 Zona Comercial	Magnitud	1	1	1	1	1	1	1	5	3	1	1	3	1	1	1	1
			Importancia	1	1	5	1	1	1	1	1	3	1	3	3	5	1	1	1
			Total	B	B	M	B	B	B	B	M	M	B	B	M	M	B	B	B
	Estéticos	14 Paisajes	Magnitud	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			Importancia	1	1	1	1	5	3	3	5	1	3	5	1	3	5	1	1
			Total	B	B	B	B	M	B	B	M	B	B	M	B	B	M	B	B
		15 Espacios abiertos	Magnitud	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			Importancia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1
			Total	B	B	M	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	M	B
	16 Ecosistemas especiales	Magnitud	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Importancia	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	3	1	1	1	1	1	
		Total	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	
	Nivel cultural	17 Empleo	Magnitud	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			Importancia	3	1	1	1	1	1	3	1	3	5	5	1	1	1	1	1
			Total	B	B	B	B	B	B	B	B	B	M	M	B	B	B	B	B
18 Densidad de Población		Magnitud	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	1	
	Importancia	5	3	1	1	1	1	3	5	1	1	1	5	1	1	1	1		
	Total	M	B	B	B	B	B	B	A	B	B	B	A	B	B	B	B		
Relaciones Ecológicas	Ecología	19 Eutrofización	Magnitud	1	1	5	3	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	3	1
			Importancia	1	1	3	3	1	1	1	1	5	3	5	1	1	1	3	1
			Total	B	B	A	M	B	B	B	B	M	M	A	B	B	B	M	B
		20 Vectores	Magnitud	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			Importancia	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			Total	B	B	B	B	M	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
		21 Cadenas alimentarias	Magnitud	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	5	1	1	1	1
			Importancia	1	1	1	5	1	3	3	1	3	1	1	1	1	5	1	5
			Total	B	B	B	M	B	B	B	B	M	B	B	M	B	M	B	M
		22 Controles biológicos	Magnitud	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			Importancia	1	3	1	1	1	3	3	1	1	1	3	1	1	5	1	3
			Total	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	M	B	B
23 Modificación de hábitat	Magnitud	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	Importancia	1	1	1	1	1	3	5	1	1	1	3	1	1	1	1	1		
	Total	B	B	B	B	B	B	M	B	B	B	B	B	B	B	B	B		
24 Flora y fauna exótica	Magnitud	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	Importancia	5	5	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	Total	A	M	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B		

Fuente: Elaboración propia. Basado en: Estudio de prefactibilidad para el montaje de una empresa dedicada a la construcción y comercialización de acuarios acuapónicos y peces ornamentales en la ciudad de Bogotá

## Anexo E. Fichas de Manejo Ambiental

Ficha 1. Manejo de la recirculación del agua

<b>Ficha de Manejo N°01</b>	<b>Manejo de la recirculación del agua</b>	
<b>Objetivo</b>	Evitar que la recirculación del agua se convierta en un problema para el sistema acuapónico	
<b>Impacto Ambiental</b>	<b>Efectos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de salinidad.</li> <li>• Decrecimiento de la calidad de vida de las especies.</li> <li>• Acumulación de nutrientes.</li> </ul>
	<b>Importancia</b>	Muy Alta
	<b>Elementos afectados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especies biológicas (peces y hortalizas)</li> <li>• Agua</li> </ul>
<b>Tipo de medida</b>		<b>Etapa de Aplicación</b>
Prevención y Control		Construcción y Operación
<b>Lugar de Aplicación</b>		Flujo del Agua
<b>Acciones a Desarrollar/ Tecnología a Utilizar</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediciones y control de las condiciones de agua.</li> </ul>
<b>Responsable</b>		Empresa
<b>Seguimiento y monitoreo</b>		Registro diario: anotaciones de las condiciones del agua y fotográfico de las especies.

Fuente: Elaboración propia. Basado en: Estudio de prefactibilidad para el montaje de una empresa dedicada a la construcción y comercialización de acuarios acuapónicos y peces ornamentales en la ciudad de Bogotá

Ficha 2. Control de la nitrificación

<b>Ficha de Manejo N°02</b>	<b>Control de la nitrificación</b>	
<b>Objetivo</b>	Mantener en óptimas condiciones la calidad del agua del sistema acuapónico	
<b>Impacto Ambiental</b>	<b>Efectos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acumulación de nutrientes</li> <li>• Reducción del oxígeno disuelto</li> </ul>
	<b>Importancia</b>	Alta
	<b>Elementos afectados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especies biológicas (peces y hortalizas)</li> <li>• Agua</li> </ul>
<b>Tipo de medida</b>		<b>Etapa de Aplicación</b>
Control		Operación
<b>Lugar de Aplicación</b>		Flujo del Agua
<b>Acciones a Desarrollar/ Tecnología a Utilizar</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener un equilibrio en el sistema en la producción de excreta y el consumo de nutrientes de las plantas</li> <li>• Mantener un buen aireado en la circulación del agua</li> <li>• Seleccionar especies que ayuden a equilibrar la producción de nutrientes</li> </ul>
<b>Responsable</b>		Empresa
<b>Seguimiento y monitoreo</b>		Registro de variaciones en el tiempo

Fuente: Elaboración propia. Basado en: Estudio de prefactibilidad para el montaje de una empresa dedicada a la construcción y comercialización de acuarios acuapónicos y peces ornamentales en la ciudad de Bogotá

Ficha 3. Manejo del sistema hidropónico

<b>Ficha de Manejo N°03</b>	<b>Manejo del sistema hidropónico</b>	
<b>Objetivo</b>	Mantener los cultivos hidropónicos	
<b>Impacto Ambiental</b>	<b>Efectos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo de agua excesivo</li> <li>Mantener los índices de producción para consumo</li> </ul>
	<b>Importancia</b>	Media
	<b>Elementos afectados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Especies biológicas (hortalizas)</li> <li>Agua</li> <li>Consumidor</li> </ul>
<b>Tipo de medida</b>		<b>Etapa de Aplicación</b>
Control		Diseño
<b>Lugar de Aplicación</b>		Sistema hidropónico
<b>Acciones a Desarrollar/ Tecnología a Utilizar</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Control de parámetros como la temperatura, el pH, etc.</li> <li>Control volumétrico del nivel del agua en el sistema</li> <li>Determinación de la producción de hortalizas</li> </ul>
<b>Responsable</b>		Integral
<b>Seguimiento y monitoreo</b>		Registro semanal y comparación en el tiempo

Fuente: Elaboración propia. Basado en: Estudio de prefactibilidad para el montaje de una empresa dedicada a la construcción y comercialización de acuarios acuapónicos y peces ornamentales en la ciudad de Bogotá

Ficha 4. Cosecha de hortalizas

<b>Ficha de Manejo N°04</b>	<b>Cosecha de hortalizas</b>	
<b>Objetivo</b>	Documentar los procedimientos adecuados para la cosecha de las hortalizas	
<b>Impacto Ambiental</b>	<b>Efectos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Poca documentación de los usuarios</li> <li>Desequilibrio en simbiosis</li> <li>Mala cosecha de las hortalizas (temprana o tardía)</li> </ul>
	<b>Importancia</b>	Media
	<b>Elementos afectados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Especies biológicas (hortalizas)</li> <li>Agua</li> <li>Cliente (Usuario final)</li> </ul>
<b>Tipo de medida</b>		<b>Etapa de Aplicación</b>
Prevención y mitigación		Operación
<b>Lugar de Aplicación</b>		Clientes
<b>Acciones a Desarrollar/ Tecnología a Utilizar</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Manual del sistema y de bioindicadores</li> </ul>
<b>Responsable</b>		Integral
<b>Seguimiento y monitoreo</b>		Encuestas de satisfacción y entrevistas

Fuente: Elaboración propia. Basado en: Estudio de prefactibilidad para el montaje de una empresa dedicada a la construcción y comercialización de acuarios acuapónicos y peces ornamentales en la ciudad de Bogotá

Ficha 5. Acuaponía (Hidroponía y Acuicultura)

Ficha de Manejo N°05		Acuaponía (Hidroponía y Acuicultura)	
<b>Objetivo</b>		Capacitar a los usuarios en el manejo y mantenimiento del sistema acuapónico	
<b>Impacto Ambiental</b>	<b>Efectos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desequilibrio en el sistema</li> <li>• Producción ineficiente</li> </ul>	
	<b>Importancia</b>	Media	
	<b>Elementos afectados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema acuapónico</li> <li>• Cliente (usuario final)</li> </ul>	
<b>Tipo de medida</b>		<b>Etapa de Aplicación</b>	
Prevención		Operación	
<b>Lugar de Aplicación</b>		Clientes (usuario final)	
<b>Acciones a Desarrollar/ Tecnología a Utilizar</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manual descriptivo del sistema acuapónico</li> </ul>	
<b>Responsable</b>		Integral	
<b>Seguimiento y monitoreo</b>		Encuestas de satisfacción y entrevistas	

Fuente: Elaboración propia. Basado en: Estudio de prefactibilidad para el montaje de una empresa dedicada a la construcción y comercialización de acuarios acuapónicos y peces ornamentales en la ciudad de Bogotá

Ficha 6. Gestión y control de la vida natural

Ficha de Manejo N°06		Gestión y control de la vida natural	
<b>Objetivo</b>		Concientizar sobre la importancia de los sistemas acuapónicos	
<b>Impacto Ambiental</b>	<b>Efectos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perdida del interés en el sistema adquirido.</li> <li>• Devolución y Reclamos.</li> <li>• Mala publicidad.</li> </ul>	
	<b>Importancia</b>	Muy Alta	
	<b>Elementos afectados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empresa</li> <li>• Cliente</li> </ul>	
<b>Tipo de medida</b>		<b>Etapa de Aplicación</b>	
Prevención		Operación y construcción	
<b>Lugar de Aplicación</b>		Empresa	
<b>Acciones a Desarrollar/ Tecnología a Utilizar</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demostración de las ventajas de la acuaponía</li> <li>• Seguimiento y monitoreo del sistema</li> </ul>	
<b>Responsable</b>		Empresa	
<b>Seguimiento y monitoreo</b>		Registros de avance e inconvenientes presentado por los usuarios	

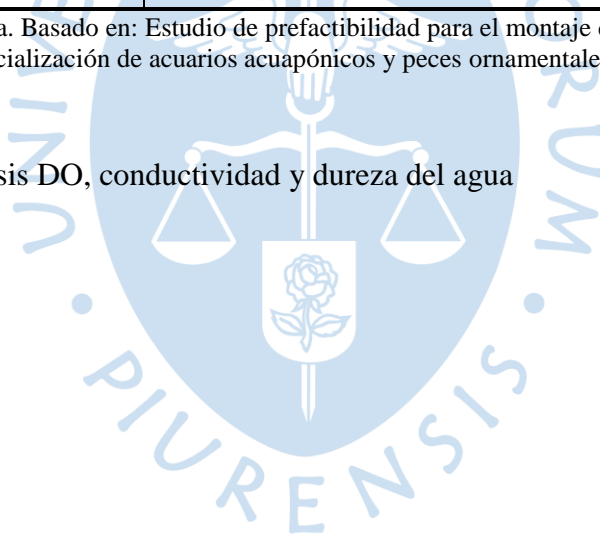
Fuente: Elaboración propia. Basado en: Estudio de prefactibilidad para el montaje de una empresa dedicada a la construcción y comercialización de acuarios acuapónicos y peces ornamentales en la ciudad de Bogotá

Ficha 7. Manejo de especies en peligro

<b>Ficha de Manejo N°07</b>	<b>Manejo de especies en peligro</b>	
<b>Objetivo</b>	Preservar las especies	
<b>Impacto Ambiental</b>	<b>Efectos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muerte de especies.</li> <li>• Enfermedades.</li> <li>• Estrés.</li> </ul>
	<b>Importancia</b>	Muy Alto
	<b>Elementos afectados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peces vulnerables</li> <li>• Empresa</li> </ul>
<b>Tipo de medida</b>	<b>Etapa de Aplicación</b>	
Prevención	Diseño y construcción	
<b>Lugar de Aplicación</b>	Proveedor, transporte y siembra	
<b>Acciones a Desarrollar/ Tecnología a Utilizar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplear a un experto para la manipulación de especies vulnerables.</li> <li>• Control de las condiciones ambientales.</li> <li>• Uso de especímenes sanos.</li> </ul>	
<b>Responsable</b>	Empresa	
<b>Seguimiento y monitoreo</b>	Registro fotográfico y escrito	

Fuente: Elaboración propia. Basado en: Estudio de prefactibilidad para el montaje de una empresa dedicada a la construcción y comercialización de acuarios acuapónicos y peces ornamentales en la ciudad de Bogotá

ANEXO Primer Análisis DO, conductividad y dureza del agua



## Anexo F. Primer Análisis DO, conductividad y dureza del agua



UNIVERSIDAD  
DE PIURA

### INFORME DE ENSAYO N° 333 /19

Pág. 1 de 4

Solicitante	:	Selenne Yanine Gabriela Prado Moscoso
Domicilio legal	:	Mz. K-15 II Etapa Urb. Miraflores
Solicitud de ensayo(s)	:	Cotización N° 485/19 (R)
Cantidad de muestras	:	1
Producto(s) descrito(s) como	:	Agua Residual
Observación de la(s) muestra(s)	:	Muestra proporcionada por el Solicitante
Cantidad de muestra para ensayo(s)	:	Aproximadamente 1,5 L
Forma de presentación	:	Botellas de plástico, de segundo uso
Fecha de recepción de la(s) muestras(s)	:	05-11-2019
Fecha de inicio de ensayo(s)	:	06-11-2019
Fecha de fin de ensayo(s)	:	06-11-2019
Validez del documento	:	Este documento es válido solo para la(s) muestra(s) descrita(s).

Código: R-22-01

Los ensayos han sido realizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura, exceptuando a los ensayos realizados en campo.

Versión: 1.4

T (073) 28 4500 anexo 3342. (C) 96 984 8198. (RPM) #297959. E-mail: lis-ihs@udep.pe

Campus **Piura**

(51-73) 284500

Av. Ramón Mugica 131, Urb. San Eduardo

Campus **Lima**

(51-1) 2139600

Calle Mártir José Olaya 162, Miraflores



## INFORME DE ENSAYO N° 333 /19

Pág. 2 de 4

Código de laboratorio	Lab 763/19
Código de cliente	M1
Fecha de muestreo <sup>(C)</sup>	05-11-2019
Hora de muestreo <sup>(C)</sup>	03:50 p.m.
Lugar de muestreo <sup>(C)</sup>	Agua de Recirculación del Sistema Acuapónico
Coordenadas	E N
Altitud(msnm)	---
Tipo de producto <sup>(C)</sup>	Agua residual

Tipo de ensayo	Unidad	L.D.M	Resultado
<b>Análisis Físicoquímicos</b>			
*Oxígeno disuelto OD (Medición en Laboratorio)	mg OD/L	---	2,11
*Conductividad (Medición en Laboratorio)	μS/cm	---	4,91
Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> /L	1	152

Leyenda: L.D.M. = Límite de detección del método

<sup>(C)</sup>Datos proporcionados por el cliente

\*Resultado referencial con respecto a la normativa del método de ensayo

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la Acreditación otorgada por el INACAL-DA



## INFORME DE ENSAYO N° 333 /19

Pág. 3 de 4

### Métodos y Referencias:

Parámetro	Norma de referencia	Título	Año
Conductividad (Medición en Laboratorio)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 A, B, 23rd Ed.	Conductivity. Laboratory Method	2017
Dureza total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed	EDTA. Titrimetric Method	2017
Oxígeno disuelto (OD) (Medición en Laboratorio)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 O-G , 23rd Ed.	Oxygen (Dissolved). Membrane Electrode Method	2017



## INFORME DE ENSAYO N° 333 /19

Pág. 4 de 4

### OBSERVACIONES

- .-Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro laboratorio sobre las muestras descritas en el presente Informe de ensayo.
  - .-Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin autorización escrita del Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura.
  - .-El informe de ensayo o certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.
  - .-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Piura, 08 de noviembre de 2019



**Juan García Aparicio**  
Director de Calidad del LIS

Anexo G. Segundo análisis de DO, conductividad y dureza del agua



UNIVERSIDAD  
DE PIURA

**INFORME DE ENSAYO N° 337 /19**

Pág. 1 de 4

Solicitante : Sellenne Yanine Gabriela Prado Moscoso  
Domicilio legal : Mz. K-15 II Etapa Urb. Miraflores  
Solicitud de ensayo(s) : Cotización N° 496/19  
Cantidad de muestras : 1  
Producto(s) descrito(s) como : Agua Residual  
Observación de la(s) muestra(s) : Muestra proporcionada por el Solicitante  
Cantidad de muestra para ensayo(s) : Aproximadamente 1 L  
Forma de presentación : Botellas de plástico de 0,5 L  
Fecha de recepción de la(s) muestras(s) : 13-11-2019  
Fecha de inicio de ensayo(s) : 13-11-2019  
Fecha de fin de ensayo(s) : 13-11-2019  
Validez del documento : Este documento es válido solo para la(s) muestra(s) descrita(s).

Código: R-22-01

Los ensayos han sido realizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura, exceptuando a los ensayos realizados en campo.

Versión: 1.4

T (073) 28 4500 anexo 3342. (C) 96 984 8198. (RPM) #297959. E-mail: tis-ihhs@udep.pe

Campus **Piura**

(51-73) 284500

Av. Ramón Mugica 131. Urb. San Eduardo

Campus **Lima**

(51-1) 2139600

Calle Mártir José Olaya 162. Miraflores



## INFORME DE ENSAYO N° 337 /19

Pág. 2 de 4

Código de laboratorio		Lab 768/19
Código de cliente		M1
Fecha de muestreo <sup>(C)</sup>		13-11-2019
Hora de muestreo <sup>(C)</sup>		08:30 a.m.
Lugar de muestreo <sup>(C)</sup>		Agua de Recirculación del Sistema Acuapónico
Coordenadas	E	---
	N	---
	Altitud(msnm)	---
Tipo de producto <sup>(C)</sup>		Agua residual

Tipo de ensayo	Unidad	L.D.M	Resultado
<b>Análisis Físicoquímicos</b>			
*Oxígeno disuelto OD (Medición en Laboratorio)	mg OD/L	---	5,52
*Conductividad (Medición en Laboratorio)	µS/cm	---	341
Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> /L	1	121

Legenda: L.D.M. = Límite de detección del método

<sup>(C)</sup>Datos proporcionados por el cliente

\*Resultado referencial con respecto a la normativa del método de ensayo

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la Acreditación otorgada por el [INACAL-DA](#)



## INFORME DE ENSAYO N° 337 /19

Pág. 3 de 4

### Métodos y Referencias:

Parámetro	Norma de referencia	Título	Año
Conductividad (Medición en Laboratorio)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 A, B, 23rd Ed.	Conductivity. Laboratory Method	2017
Dureza total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed	EDTA. Titrimetric Method	2017
Oxígeno disuelto (OD) (Medición en Laboratorio)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 O-G, 23rd Ed.	Oxygen (Dissolved). Membrane Electrode Method	2017

Código: R-22-01

Los ensayos han sido realizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura, exceptuando a los ensayos realizados en campo.

Versión: 1.4

T (073) 28 4500 anexo 3342. (C) 96 984 8198. (RPM) #297959. E-mail: tis-ihhs@udep.pe



## INFORME DE ENSAYO N° 337 /19

Pág. 4 de 4

### OBSERVACIONES

.-Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro laboratorio sobre las muestras descritas en el presente Informe de ensayo.

.-Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin autorización escrita del Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura.

.-El informe de ensayo o certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Piura, 13 de noviembre de 2019

**Juan García Aparicio**  
Director de Calidad del LIS

## Anexo H. Análisis de coliformes contenidas en el agua



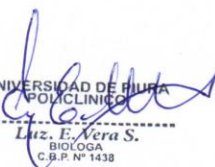
UNIVERSIDAD  
DE PIURA  
Area Departamental de Ciencias Biomédicas  
Laboratorio Biomédico

Solicitante: Isaac Antonio Castillo Deza  
Fecha: 11 -11-19  
Muestra: Agua proceso

### ANALISIS MICROBIOLÓGICOS

Código	Muestra	Tipo de análisis	Resultado	Método de ensayo
L900-1	Agua post proceso con biofiltro	Recuento de E. coli	0 u.f.c./ml	AOAC 991.14

\* Muestra alcanzada por el solicitante

  
UNIVERSIDAD DE PIURA  
POLICLINICO  
Luz. E. Vera S.  
BIOLOGA  
C.B.P. N° 1438

### Equipos de Planta

Equipos	Cantidad	Precio unitario	Total (S/)
Mesas de trabajo	2	150	300
Computadoras	4	1500	6000
Taladro	1	90	90
		<b>Total</b>	<b>6390</b>

### Muebles de Planta

Muebles	Cantidad	Precio unitario	Total (S/)
Escritorio planta	1	85	85
Silla de planta	2	25	50
Escritorio de oficina	3	200	600
Silla de oficina	6	50	300
Mueble visita	1	300	300
Archivadores	2	150	300
		<b>Total</b>	<b>1635</b>

### Anexo J

#### Renovación de plantines por cliente

Para 1 cliente	
Precio compra de 1 plantín	2.5
Precio venta de 1 plantín	3.5
Margen venta de 1 plantín	1
Frecuencia de venta por año	6
Número de plantines promedio por venta	4
Ingresos anuales plantines	24

Flujo de caja detallado en los 5 primeros años

	Inversión	Año				
		1	2	3	4	5
Unidades/año		265	282	300	318	335
Activos Fijos	-9325					
Capital Trabajo	-1050					1050
Ingresos Ventas		79385.1142	84677.4552	89969.7961	95262.1371	100554.478
Ingresos plantines		6350.80914	6774.19641	7197.58369	7620.97097	8044.35824
Costos Variables		72407.6522	77234.829	82062.0059	86889.1827	91716.3595
Costos Fijos		13800	13800	13800	13800	13800
EBITDA		-471.728862	416.822547	1305.37396	2193.92537	3082.47677
Depreciación		932.5	932.5	932.5	932.5	932.5
UAI		-1404.22886	-515.677453	372.873956	1261.42537	2149.97677
IR (30%)		421.268659	154.703236	111.862187	378.42761	644.993032
Utilidad Contable		-1825.49752	-670.380689	261.011769	882.997756	1504.98374
+Depreciación		932.5	932.5	932.5	932.5	932.5
Flujo de Caja	-10375	-892.997521	262.119311	1193.51177	1815.49776	3487.48374
VAN (15%)	S/2,978.35					
TIR	98.39%					
Tasa de descuento	15%					

