

UNIVERSIDAD CATOLICA DE LA SANTISIMA CONCEPCIÓN

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Civil Industrial



“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA DE LA
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CULTIVO ACUAPÓNICO DE
PEQUEÑA Y MEDIANA ESCALA EN LA OCTAVA REGIÓN.”

FELIPE IGNACIO FUENTES VILLAGRA

INFORME DE PROYECTO DE TITULO PARA OPTAR AL TITULO DE

INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

Profesor Guía:

Dra. Ana Narváez Dinamarca

Profesor Informante:

Sr. Gonzalo Bordagaray Bellolio

Concepción, Diciembre de 2015

RESUMEN

Un cultivo acuapónico, es el resultado de la integración de la producción de peces (acuicultura) y de plantas sin suelo (hidroponía) dentro de un sistema cerrado, donde los desechos metabólicos de los peces (principalmente nitrógeno) son aprovechados por las plantas para crecer, y por otro lado, las plantas limpian el agua de estos componentes para mantener niveles adecuados para la cría de peces. Estos sistemas ofrecen una serie de ventajas sobre aquellos sistemas de recirculación en los que solo se producen peces. Mientras que en el sistema de recirculación tradicional se trabaja con un recambio de agua del 5 al 10 % diario, en el acuapónico, por el contrario, la mayoría trabaja solo con un 1,5 % de renovación de agua diario o menos. Esto se traduce en menores costos operativos del sistema y, sumado a ello, los sistemas acuapónicos aportan una segunda producción, aumentando así, la rentabilidad de la explotación. Es por este motivo y considerando un estudio de mercado que demuestra que tanto para la trucha arcoíris como para la lechuga hidropónica existe un mercado insatisfecho, se procedió a seguir con el estudio de factibilidad.

El proyecto tomó como localización un invernadero perteneciente a un particular ubicado en la comuna de San Pedro de la Paz, Concepción. Todo el diseño y dimensionamiento del cultivo fue en base al espacio disponible y la relación entre biomasa animal y vegetal. Esta se obtuvo considerando una tasa de conversión de 35 grs de alimento de peces al día por m² de plantas. Con esto se obtuvo que el proyecto era capaz de albergar una carga máxima de 175 kg de peces y 60 m² de plantas.

En la evaluación económica del proyecto, se consideraron diferentes costos destinados a personal, cosecha, consumo eléctrico y mantención. Además, el proyecto requiere de una inversión inicial en el sistema acuapónico y de capital de trabajo. Los indicadores económicos utilizados arrojaron un valor negativo de \$5.341.575 para el VAN y una recuperación de la inversión al año 10. Estas cifras indican que bajo las condiciones establecidas el proyecto no es rentable.

Finalmente, se realizó un análisis de sensibilidad donde se vio que si se aprovechan las economías de escala en el proyecto este aumenta considerablemente su rentabilidad.

ABSTRACT

An aquaponic farming, is the result of the integration of fish production (aquaculture) and plants without soil (hydroponics) in a closed system, where metabolic waste of fish (mainly nitrogen) are used by plants to grow and on the other hand, the plants clean the water of these components to maintain adequate levels for fish farming. These systems offer a number of advantages over those recirculation systems in which only fish produced. While in the traditional recirculation system working with a replacement water 5 to 10% per day in the aquaponic, however, most work only with 1.5% renewal day or less water. This translates into lower operating costs of the system and added to it, aquaponic systems provide a second production, thereby increasing the profitability of the operation. It is for this reason and considering a market study showing that for both rainbow trout as hydroponic lettuce there is an unsatisfied market, we proceeded to continue with the feasibility study.

The project took as locating a greenhouse belonging to a particular located in the municipality of San Pedro de la Paz, Concepcion. All the design and dimensioning of the farming was based on space available and the relationship between animal and plant biomass. This was obtained considering a conversion rate of thirty five grams of fish food a day per square meter of plants. With this it was obtained that the project was able to accommodate a maximum load of one hundred seventy five kilograms of fish and sixty square meter of plants.

In the economic assessment of the project, were considered different costs allocated to staff, harvest, electrical consumption and maintenance. In addition, the project requires an initial investment in the acuapónico system and working capital. The economic indicators used threw a negative value of \$5.341.575 for the van and a recovery of investment per year 10. These figures indicate that under the conditions laid down the project is not profitable

Finally, a sensitivity analysis where it was found that if economies of scale advantage in this project significantly increases profitability took place.

Agradecimientos

Quiero agradecer en primera parte a mi familia, en especial a mis padres que fueron los que me dieron la oportunidad de desarrollar mi intelecto y mis habilidades a través de una buena educación y con buenos valores.

Me enseñaron el valor del trabajo y espero poder en un futuro devolverles el favor y también poder traspasar los mismos valores y enseñanzas que mis padres me dieron a mí a mis hijos.

También quiero hacer mención especial a mi polola Valesca, la cual siempre que le pedía ayuda sabía que podía contar con ella. Me motivo siempre a terminar rápido mi carrera y no relajarme como siempre lo he hecho y espero poder ser de tanta ayuda como ella lo fue para mí en su proyecto de título.

No puedo dejar de lado a mis compañeros que a lo largo de la carrera siempre me ayudaron con los informes, tareas, certámenes, etc... Debido a mi segunda carrera que es el Remo, me ayudaron en un principio y para seguir la tradición lo hicieron en mi proyecto de título de una u otra manera. Agradecimientos a mis compañeras María Jose Toledo, Nicole Libante y Daniela Cárcamo, por su ayuda ante cualquier consulta o duda que tenía, también a mis compañeros Patricio Huichalao, Omar Oyarzo y Andrés Placencia por todos esos trabajos que hicimos juntos y que por alguna razón no pude ser participe al 100 %.

Agradecido de Dios por las oportunidades que se me han dado y agradecido por todos los profesores comprensivos que a lo largo de mi carrera universitaria me ayudaron a congeniar el deporte con mi educación.

Índice de contenidos

Capítulo 1: Presentación del tema.....	1
1.1 Introducción	1
1.2 Objetivo general	2
1.3 Objetivos específicos	2
1.4 Justificación de la propuesta	2
1.5 Delimitación del problema.....	3
1.6. Metodología aplicada.....	3
1.6.1 Objetivo Específico N°1	3
1.6.2 Objetivo Especifico N°2	4
1.6.3 Objetivo Especifico N°3	5
Capítulo 2: Revisión bibliográfica	6
2.1. Acuaponía	6
2.1.1. Cultivo acuícola de peces.....	7
2.1.2 Cultivo hidropónico	8
2.2. Componentes de un sistema de cultivo acuapónico.....	10
2.3. Especies para cultivos	12
2.4. Variables críticas de los sistemas de cultivo acuapónico.....	13
2.4.1. Pestes y enfermedades en plantas	13
2.4.2. Calidad del agua.....	13
2.4.3. Off-flavor (mal sabor)	14
2.4.4. Tipo de plan de manejo de la producción de peces y vegetales.....	14
2.5 Estado del arte de sistemas acuaponicos	15
2.5.1 Acuaponía en el mundo.....	16
2.5.2 Acuaponía en Chile	18

Capítulo 3: Estudio de Mercado.....	20
3.1 Selección especie piscícola	20
3.2 Selección especie hortícola	20
3.4 Estudio de oferta y demanda	22
3.4.1 Análisis de la demanda de trucha arcoíris.....	22
3.4.2 Análisis de la oferta de trucha arcoíris	26
3.4.3 Análisis de la demanda de lechuga hidropónica	28
3.4.4 Análisis de la oferta de lechuga hidropónica	30
3.5 Estudio de comercialización	32
3.5.1 Identificación de los productos	32
3.5.2 Estrategias de comercialización	33
3.5.3 Estudio de precios	35
3.5.4 Programa de ventas	36
Capítulo 4: Estudio técnico	37
4.1 Localización del proyecto	37
4.2 Aspectos legales vigentes.....	38
4.3 Ingeniería del proyecto.....	42
4.3.1 Descripción del proceso productivo.....	42
4.3.2 Diseño del sistema acuaponico	48
4.3.3 Unidades del sistema y dimensionamiento	48
4.4 Volumen de producción	54
4.4 Estudio del personal requerido.....	55
Capítulo 5: Evaluación económica.....	56
5.1 Inversiones del proyecto	56
5.2 Ingresos	58
5.3 Costos totales	58

5.4 Utilidad.....	60
5.5 Indicadores económicos.....	61
5.6 Análisis de sensibilidad.....	62
Conclusiones y recomendaciones	66
Revisión bibliográfica	67
ANEXOS	70

Índice de figuras

Figura 1 :Diagrama esquemático de componentes de módulo de Acuaponía.	6
Figura 2: Técnica de cultivo NFT.	8
Figura 3: Técnica de cultivo raíz flotante.	9
Figura 4: Técnica de cultivo lecho de sustrato.....	10
Figura 5: Esquema Sistema de cultivo Acuapónico.....	10
Figura 6: Biofiltro..	11
Figura 8: Consumo aparente de la trucha arcoíris.....	23
Figura 9:Porcentaje de trucha arcoíris dedicado a la exportación.....	24
Figura 10: Proyeccion de la demanda en los distitnos escenarios..	25
Figura 11: Produccion de trucha arcoíris en Chile.....	27
Figura 12: Proyección de la oferta en los distintos escenarios.....	28
Figura 13: Demanda de lechuga hidropónica en los distintos restaurantes de Concepción.....	30
Figura 14: Oferta de lechugas en las distintas regiones de Chile.....	31
Figura 15: Comportamiento estimado de los precios para el año 2016..	35
Figura 16: Ubicación del proyecto.	37
Figura 17: Diagrama de flujo para la producción de trucha arcoíris.....	42
Figura 18: Diagrama de flujo para la producción de lechuga hidropónica.	46
Figura 19: Diseño de cultivo acuaponico.....	49
Figura 20: Estanque de polietileno.....	52
Figura 21: Comparación proyecto original vs proyecto bajo sensibilidad.....	64
Figura 22: Comportamiento del VAN ante un aumento del precio de venta de los productos.....	65

Índice de tablas

Tabla 1: Información de las distintas especies.....	20
Tabla 2: Tipos de cultivo.....	21
Tabla 3: Valor de proyección de la demanda.....	26
Tabla 4: Proyección de la oferta en los distintos escenarios.....	28
Tabla 5: Comportamiento de la precipitación anual entre Ovalle y Concepción	32
Tabla 6: Volúmenes de producción.....	55
Tabla 7: Costos de inversión inicial	57
Tabla 8: Costos Fijos del proyecto.....	59
Tabla 9: Costos de producción de lechuga hidropónica.....	59
Tabla 10: Costos de producción trucha arcoíris.....	59
Tabla 11: Costo energético del sistema acuaponico	59
Tabla 12: Costo por cosecha de lechuga	60
Tabla 13: Costo por cosecha de trucha arcoíris	60
Tabla 14: Costo Anual de reparación del invernadero.....	60
Tabla 15: Utilidades anuales del proyecto	61
Tabla 16: Indicadores económicos para un cultivo acuapónico.....	62
Tabla 17: Comparación valores originales y bajo sensibilidad.....	63

Índices de Anexo

Anexo 1: Prueba de tendencia para la demanda de trucha arcoíris.....	70
Anexo 2: Ecuación y parámetros del método de Brown con tendencia cuadrática	70
Anexo 3: Brown con tendencia cuadrática para la demanda de trucha arcoíris.....	71
Anexo 4: Estadística descriptiva de la demanda de trucha arcoíris	72
Anexo 5: Prueba de tendencia para la oferta de trucha arcoíris.....	73
Anexo 6: Brown con tendencia cuadrática para la oferta de trucha arcoíris.....	73
Anexo 7: Estadística descriptiva para la oferta de trucha arcoíris	74
Anexo 8: Resumen entrevista a restaurantes de Concepcion.....	75
Anexo 9: Documentos necesarios para inscribirse en el registro nacional de acuicultura.	76
Anexo 10: Calculo del consumo de oxigeno por estanque.	79
Anexo 11: Jornada laboral y remuneración mensual del personal.....	79
Anexo 12: Inversión cultivo acuaponico.....	80
Anexo 13:Calculo del capital de trabajo por el método del máximo déficit acumulado	81
Anexo 14 Ingresos del proyecto.....	82
Anexo 15: Documentación requerida para convertirse en Microempresa familiar.	83
Anexo 16: Depreciación de los bienes mediante el método contable	83
Anexo 17: Flujo de caja del proyecto	85
Anexo 18: Cotizaciones	85

Capítulo 1: Presentación del tema

1.1 Introducción

En la actualidad la actividad agrícola en Chile ha mostrado serios problemas en su producción debido a los fenómenos climáticos como la corriente del niño y de la niña que afectan la pluviometría normal de un año, siendo el más afectado el norte del país, que es donde proviene más del 70% de la producción nacional. La región del Biobío, no destaca por su producción hortícola. Esto debido a que las condiciones climáticas no son siempre las idóneas en las distintas estaciones del año. Es en el verano y la primavera donde se obtiene casi la totalidad de la producción anual (ODEPA, 2013), esto genera incertidumbre en el mercado con una disminución considerable de su oferta y con precios elevados, debido a que la escasez hídrica obliga a los productores a elevar sus costos de producción a costa de no disminuir tanto el volumen de sus cosechas.

Considerando lo anterior se vuelve indispensable hoy en día el trabajar utilizando sistemas con consumos mínimos de agua, amigables con el medio ambiente y que además sean sustentables a través del tiempo.

Los sistemas de recirculación acuícola (SRA) son maneras eficaces de aprovechar el recurso hídrico y evitar la contaminación de cuerpos de agua con subproductos procedentes de la acuicultura, la acuaponía por su parte aprovecha los nutrientes disueltos en el agua para el cultivo de especies vegetales; los peces excretan nitrógeno a través de las branquias en forma de amoníaco, este es tóxico para los peces pero el nitrato es inofensivo y es la forma de nitrógeno preferida por las plantas.

En un SRA es importante resaltar el manejo de los desechos, sin embargo dentro de este tipo de sistemas se reduce el volumen de descarte de desechos al ambiente. El volumen es menor pero la carga de contaminación por unidad descargada es mayor, ello representa una amenaza al medio ambiente o incurre en un gasto adicional si el agua es vertida a un sistema de alcantarillado para su tratamiento. En un sistema de acuaponía las plantas recuperan un porcentaje de estos nutrientes por lo tanto se reduce la necesidad de vertimiento de efluentes al medio ambiente e incrementa la vida útil del líquido para el SRA.

Por lo anterior este proyecto, tiene como objetivo: diseñar, dimensionar y evaluar técnico y económicamente el desempeño de un sistema acuapónico, utilizando lechuga y trucha arcoíris en un sistema de recirculación acuícola.

1.2 Objetivo general

Diseñar y dimensionar un sistema de cultivo acuapónico con re circulación de agua, que permita la producción sustentable de peces y hortalizas, de manera continua.

1.3 Objetivos específicos

- Determinar qué tipo de peces y hortalizas se utilizaran dentro del cultivo.
- Diseñar y dimensionar el sistema de recirculación adecuado para el proyecto.
- Evaluar económicamente el proyecto.

1.4 Justificación de la propuesta

La acuaponía, que viene siendo una técnica relativamente nueva en el mundo, se presenta como una alternativa moderna y sustentable a la acuicultura tradicional e hidroponía. En la región del Biobío factores como las bajas temperaturas, y fenómenos naturales ya conocidos como el de “el niño” o “la niña”, repercuten en la producción de peces mediante acuicultura extensiva y semi-extensiva ,y la producción agrícola al aire libre.

Es por esto que se evaluará la implementación de un cultivo acuaponico con recirculación de agua, el cual permita producir de manera sostenible a lo largo del año peces y hortalizas. Esto sin depender de las condiciones climáticas, ya que los sistemas acuaponicos presentan entre sus beneficios: rendimiento igual o superior al de sistemas hidropónicos, reducción de la cantidad de nitrógeno en descargas de agua, eliminan el uso de químicos y fertilizantes, no hay que preparar soluciones nutritivas, la producción de peces es orgánica y de gran calidad, ambas producciones son amigables con el ambientes y genera dos fuentes de ingreso diferentes: plantas y peces. (Aguilera, M. Hernandez, F. Mendieta, E. Herrera, C. 2012).

1.5 Delimitación del problema

El proyecto contempló la evaluación de un sistema de cultivo acuaponico con recirculación de agua, de pequeña o mediana escala en la región del Biobío.

La localización fue escogida en base a un criterio de factor preferencial, no dando preferencia a factores económicos (Lerdon, 2004). Se utilizó un invernadero ubicado en la comuna de San Pedro de la Paz, en el sector de Boca sur viejo, el cual constaba con instalaciones eléctricas y acceso a agua potable. Todos los costos relacionados al invernadero no fueron detallados en el estudio, pero si se incluyó dentro de las inversiones el costo total que requirió el invernadero para su construcción.

1.6. Metodología aplicada

Con motivo de cumplir el objetivo general propuesto para el proyecto, se especificó cómo se llevaron a cabo cada una de las actividades dentro de cada objetivo específico.

1.6.1 Objetivo Específico N°1

Determinar qué tipo de peces y hortalizas se utilizaran dentro del cultivo.

1.6.1.1 Selección de especies

a) Recopilación de información

La selección de las especies tuvo su sustento en información secundaria de acuaponía o sus partes por separado como lo son la hidroponía y la acuicultura. La información obtenida desde revistas científicas, artículos y páginas web, sirvió para:

- Caracterización de las distintas especies de peces y hortalizas (temperaturas, pH, crecimiento, compatibilidad, etc.), de las cuales ya se tengan experiencias exitosas en acuaponía.
- Identificar el mercado existente para el proyecto, en una primera parte a nivel nacional en el caso de la trucha arcoíris, y posteriormente a nivel regional por medio de entrevista para la lechuga hidropónica.

b) Análisis de la información

- Basándose en las condiciones de la región del Biobío en términos de mercado y ambientales. Se escogió la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y la lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*)
- Se realizó un estudio de mercado, donde se analizó la oferta y demanda de la trucha arcoíris y la lechuga hidropónica.
- Se estimaron precios de venta de los productos, como también su cabida en el mercado regional.
- Se consideró el proyecto de mediano a largo plazo, ya que se debe tener en cuenta que el pronóstico puede estar sujeto a variaciones en caso de recesiones imprevistas. Por esto, para el caso de la demanda y oferta se fijaron 2 escenarios, pesimista y optimista, además del escenario probable correspondiente a la proyección realizada para los próximos 5 años.
- Tomando en cuenta las condiciones del mercado estimadas para el proyecto, se diseñaron las estrategias de comercialización de los productos.

1.6.2 Objetivo Especifico N°2

Diseñar y dimensionar el sistema de recirculación adecuado para el proyecto.

a) Recopilación de información

Para realizar el estudio técnico se utilizó información secundaria de acuaponía o sus partes por separado como lo son la hidroponía y la acuicultura. La información obtenida desde revistas científicas, artículos y páginas web, sirvió para:

- Comprender los distintos elementos que componen un cultivo acuapónico y como estos van variando dependiendo de la escala y de las especies que se cultivan.
- Diferenciar cuales de los diseños son utilizados de manera comercial, y cuáles de manera doméstica.
- Escoger la relación que tendrán los peces con las plantas, y los distintos resultados que se presentan en base a los elementos introducidos dentro del cultivo

- Conocer los rendimientos esperados de producción.
- Obtención de información acerca de las leyes vigentes que regulan la producción de hortalizas en invernadero y el de la producción acuícola en estanques en tierra.

b) Análisis de la información

- Se determinó una tasa de conversión entre alimento de peces al día y metros cuadrados de plantas, que permitió a su vez determinar la biomasa animal a integrar dentro del cultivo.
- Se diseñaron y dimensionaron los elementos del sistema en base la biomasa animal y vegetal, y el espacio disponible del invernadero.
- Se estudió el personal requerido para la operación del cultivo.

1.6.3 Objetivo Especifico N°3

Evaluar económicamente el proyecto.

Para el estudio económico se consideraron distintos elementos que forman parte de la creación y puesta en marcha de un proyecto, como lo son sus inversiones, ingresos, costos totales y la utilidad esperada.

La evaluación económica del proyecto considero flujos de cajas netos a un horizonte de proyección de 10 años, un impuesto de un 19% correspondiente al IVA y una tasa de descuento fijada de acuerdo a la industria pesquera nacional. Adicionalmente, se utilizará el método lineal de depreciación de activos, tomando en cuenta que el proyecto fue evaluado de forma pura.

A partir del flujo de caja, se calculó el VAN para de esta manera determinar si el proyecto es rentable y se realizó un análisis de sensibilidad para ver el comportamiento del VAN frente a distintos escenarios.

Capítulo 2: Revisión bibliográfica

2.1. Acuaponía

La acuaponía constituye una integración entre un cultivo de peces y uno hidropónico de plantas en un mismo sistema en donde tanto los organismos acuáticos como los vegetales, se benefician en uno al otro. Por un lado, los desechos de los peces sirven como nutrientes para el crecimiento de las plantas, y éstas a su vez, los absorben del agua permitiendo que ésta se encuentre disponible nuevamente para los peces, ya que de otra manera, serían tóxicos y no podrían subsistir sin recambio alguno. De esta forma se genera un producto de valor a través de un subproducto desechable, con la ventaja de que, el agua libre ya de nutrientes, queda disponible para ser reutilizada. Gracias a esto, los sistemas acuapónicos trabajan sobre dos puntos de gran interés en producción, rentabilidad y tratamiento de desechos (Rakocy, 1999).

Dentro de los sistemas de cultivo acuapónicos se logran identificar 2 sub-sistemas: cultivo acuícola de peces y el cultivo hidropónico. Como se muestra en la figura 1.

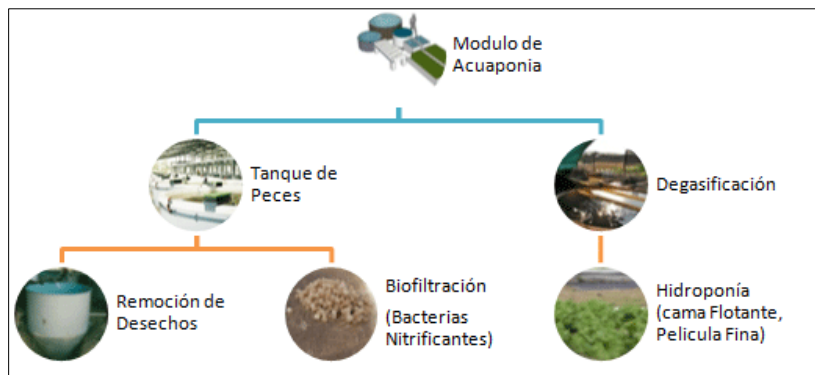


Figura 1 :Diagrama esquemático de componentes de módulo de Acuaponía. Fuente:www.gestiopolis.com

2.1.1. Cultivo acuícola de peces

En la actualidad los sistemas productivos en acuicultura pueden ser extensivos o intensivos, dependiendo de la densidad de siembra, es decir, cuantos peces por m² se crían. Entre los sistemas intensivos se pueden identificar los sistemas acuícola de reúso y los sistemas de recirculación cerrada. En los sistemas de reúso el agua pasa de un estanque a otro, se mueve en una sola dirección, y nunca regresa al mismo estanque dos veces (Losordo y Timmons, 1994). La acuicultura de recirculación cerrada es un sistema en el cual el agua fluye desde los estanque de cultivos a los sistemas de tratamientos (filtración), para luego regresar nuevamente a los estanques de cultivo (Kubitza.F, 2006) (ver figura 2). En el caso de la acuaponica existen una gran cantidad de filtros utilizados en el tratamiento de agua, se separarán los dos grupos principales utilizados en acuicultura y que son los mecánicos y los biológicos. Los filtros mecánicos se sitúan inmediatamente a continuación del tanque que contendrá los peces y se destinan a eliminar todas las partículas sólidas en suspensión que existan en el sistema. Si dichos sólidos quedaran dentro del sistema, tapparían cualquier otro filtro que se intente colocar, y al poco tiempo, se generarían problemas con el funcionamiento del sistema. Es por esto, que los sólidos en suspensión son los primeros en eliminarse en un sistema de recirculación. Los filtros biológicos, están a continuación de los mecánicos y se utilizan con el objetivo de transformar biológicamente los desechos metabólicos generados por los peces. A partir de ellos, se obtienen sustancias menos tóxicas que puedan permanecer en el sistema. Este proceso se lleva a cabo por medio de las bacterias que crecen sobre el filtro, en presencia de los desechos metabólicos. Estas bacterias, requieren de una superficie de contacto donde alojarse, por lo cual la superficie de contacto debe ser grande, donde con el tiempo, se alojan las bacterias necesarias para la filtración. La acuicultura de recirculación cerrada requiere entre un 5 y 10% de agua , bastante mejor que los proyectos de acuicultura extensiva y de reúso, y en los cuales los efluentes son eliminados constantemente , donde en muchas ocasiones generan impacto, empezando porque se desarrollan en ecosistemas artificiales diferentes a los naturales, y afectan los recursos hídricos por la cantidad de efluentes ricos en materia orgánica, que son vertidos sin siquiera saber lo que está siendo lanzado (Pardo,S. Suárez, H. Soriano,E. 2005).

2.1.2 Cultivo hidropónico

Un cultivo hidropónico es un cultivo vegetal en el que no se emplea suelo alguno el cual es substituido por un sustrato sólido constituido. En el agua, deberán mantenerse los parámetros fisicoquímicos que favorezcan el crecimiento de las plantas .Al ser inerte el sustrato de cultivo, las plantas hidropónicas se alimentan con una solución nutritiva en la cual se disuelven en agua las sales minerales que aportan a las plantas todos los elementos necesarios para su desarrollo. Esta técnica de cultivo permite lograr mejores rendimientos por unidad de área, en comparación con los cultivos en tierra, además de obtención de productos de mejor calidad que los obtenidos en ella (Caló, P. 2013).

Actualmente se utilizan 3 tipos de técnicas para cultivar:

- NFT (“Nutrient Film Technique”): Estos sistemas hacen correr una película de solución nutritiva muy fina a lo largo de un canal de cultivo, lo que permite agrupar plantas y obtener rendimientos altos por unidad de superficie. Existen incluso diseños de sistemas NFT verticales donde se aprovechan muros, creando así, cultivos verticales. Al atravesar todo el canal de cultivo, el agua retorna al reservorio. Las plantas son contenidas en algún recipiente plástico ranurado suspendido sobre el canal, permitiendo que sus raíces alcancen el nivel del agua. Este sistema es muy utilizado para plantas pequeñas (lechugas, radicheta, perejil, rúcula, albahaca, etc.) que no necesitan gran sostén (Caló, P. 2013) (Ver figura 2).



Figura 2: Técnica de cultivo NFT. Fuente: www.hydroenv.com.mx

- Raíz flotante: consiste en utilizar contenedores de cualquier tipo de material el cual no debe permitir el paso de luz protegido por una tapa con orificios encargada de sostener al cultivo permitiendo que las raíces estén en contacto con la solución nutritiva, por lo cual es muy importante la aireación la cual genera oxígeno esencial para la raíz esto se puede realizar de forma manual en la cual se mueve el agua utilizando cualquier objeto que esté limpio o de forma automatizada utilizando una bomba de aire para peceras y un timer que mantenga programado los periodos de aireación.(Ver figura 3).



Figura 3: Técnica de cultivo raíz flotante.

Fuente: www.hydroenv.com.mx

- Lecho de sustrato: Se trata de contenedores como cajones, bateas, artesas, etc., llenos de un sustrato inerte que sirve de sostén a las plantas. Dichos contenedores no suelen tener más de 30 cm de profundidad, ingresando el agua por uno de sus extremos y egresando por el opuesto, retornando así al reservorio. Son utilizados para todo tipo de plantas pero en especial, son muy útiles para aquellas plantas que necesitan buen sostén por su peso, como son los tomates, pimientos, etc., o bien, son empleados en condiciones climáticas adversas, como los vientos. Además, proporcionan un excelente medio de cultivo para especies rastreras o con tubérculos como son los zapallos, melones, cebollas, remolachas, zanahorias, etc. (Ver figura 4). En estos sistemas, se emplean diferentes tipos de sustratos: Leca, donde su

denominación corresponde los términos ingleses de Light Expanded Clay Aggregate; grava, canto rodado, arena, aserrín, viruta, turba, perlita, vermiculita, etc. (Caló, P. 2013).



Figura 4: Técnica de cultivo lecho de sustrato. Fuente: www.hydroenv.com.mx

En resumen, la acuaponía es un sistema en el cual los desechos orgánicos generados por algún organismo acuático (generalmente peces) sirven como fuente de alimento para las plantas. Estas a su vez al tomar estos desechos, limpian el agua para los peces actuando como filtro biológico. La acuaponía es una técnica de producción intensiva, y altamente productiva en la cual se obtienen peces y hortalizas en un mismo sistema de producción (Colagrosso, A. 2014). Mateus (2009) señala que por cada tonelada de pescado producida en sistemas acuapónico se obtienen hasta 7 toneladas de vegetales

2.2. Componentes de un sistema de cultivo acuapónico

Manteniendo los fundamentos generales ya explicados, un sistema acuapónico puede funcionar de diferentes formas según su configuración. No obstante existe cierta generalidad para el diseño aplicado a cualquier sistema y puede verse en la figura 5:

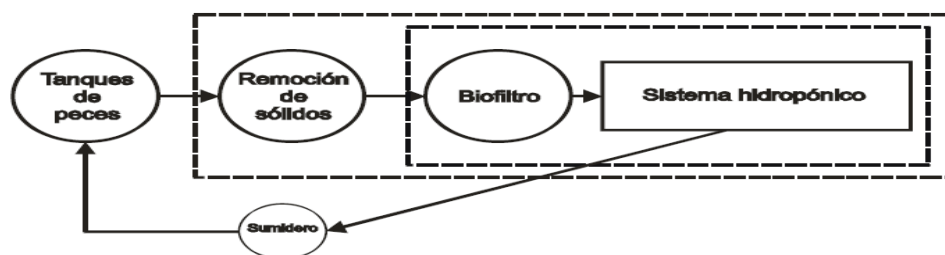


Figura 5: Esquema Sistema de cultivo Acuapónico. Fuente: CENADAC, 2013.

- **Tanque de peces:** existen diversos formatos, algunos son rectangulares u ovaes, los cuales posibilitan el mejor aprovechamiento del espacio, en comparación a tanques circulares.
- **Remoción de sólidos:** en esta parte a través de conos y decantadores, se puede concentrar los sólidos decantados (partículas > 0,1mm). Los filtros con telas finas o filtros cerrados concentran y remueven sólidos en suspensión (entre 40 y 100 micras) y por último los sólidos disueltos (< 40 micras) pueden ser removidos a través de un fraccionador de espuma (Kubitza.F, 2006).
- **Biofiltros:** los filtros biológicos son fundamentales para la salud del sistema consisten en un área de contacto grande la cual mediante el uso de algún sustrato se logre la fijación de las bacterias a este para así oxidar el amoniac que liberan los peces en el agua, el cual se convierte en nitrito y de nitrito a nitrato. Siendo este último el nutriente que mejor asimilan las plantas (Colagrosso, A. 2014).(Ver figura 6)



Figura 6: Biofiltro. Fuente: CENADAC, 2013.

- **El sistema hidropónico (NFT):** Los sistemas NFT dentro de la acuaponía, son de los más difundidos en el rubro hidropónico. Esto se debe a una instalación práctica y a su amplia versatilidad a la hora de configurarlos en el espacio, ya que pueden ser ubicados de tal forma que ocupen muy poco espacio. A su vez, al ser tan delgada la película de agua que corre por los canales, ésta siempre se encontrará bien oxigenada, lo que permite que solo deba oxigenarse el agua del contenedor de los peces.

Con respecto a la relación entre la superficie de cultivo de plantas y la superficie de cultivo de peces, esta varía desde 2:1 hasta 10:1 o más dependiendo de la producción diaria de desechos por parte de los peces (Rakocy, 2002). Lo anterior significa que por cada metro cúbico de agua de cultivo de peces se pueden incorporar al sistema, de dos a diez metros cuadrados de área de cultivo hidropónicos. Mientras que la capacidad de carga de peces, en un cultivo acuapónico, es de un pez de 500 g por cada 20-40 litros (Bernstein, 2013).

2.3. Especies para cultivos

Si bien existen muchos peces de agua dulce, no todos son aptos para este tipo de cultivos, esto debido a diversos factores que afectan ya sea su desarrollo, enfermedades, alimentación, pH, etc. Siempre habrá algún compromiso para con cualquiera de las especies, y esto se debe a que la mayoría de las plantas prefieren un pH que ronde los 5,5 puntos, mientras que los peces prefieren un pH de 7,5 (Caló, P. 2013). Pero los especialistas en acuaponía, mediante diversos experimentos han logrado dar con ciertas especies idóneas para realizar esta actividad.

La especie de pez más utilizada en proyectos de acuaponía es la tilapia, por su tolerancia a las fluctuaciones de los parámetros del agua como son el pH, temperatura y sólidos disueltos. Algunas experiencias exitosas de cultivo con la tilapia son las siguientes: Cultivo de tilapia con lechuga y tilapia con albahaca (Rakocy, 1988), en las instalaciones de la Universidad de las Islas Vírgenes. Cultivo de tilapia con lechuga en la Escuela Agrícola Panamericana. Cultivo de tilapia y pepino, en la Universidad Autónoma de Guadalajara.

Otras especies de peces utilizadas en los cultivos acuaponicos incluyen a la cachama blanca (*Colossoma macropomum*), carpa koi (*Cyprinus carpio*), Murray code (*Maccullo chellapeelii*), carpa dorada (*Carassius auratus*), trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), perca (*Perca fluviatilis*), etc.

Lo mismo se ha hecho para plantas, habiéndose probado ya, en forma práctica todo tipo de plantas: hortalizas (lechuga, acelga, radicheta, rúcula, perejil, escarola, espinaca, etc.); vegetales varios (tomate, pimientos, melón, coliflor, brócoli, arvejas, zanahoria, cebolla,

etc.); hierbas aromáticas (Menta, albahaca, cilantro, orégano, etc.); plantas acuáticas (loto, lemna, elodea, vallisneria, etc.) y ornamentales (helechos, florales, etc.) (Caló, P. 2013).

2.4. Variables críticas de los sistemas de cultivo acuapónico

2.4.1. Pestes y enfermedades en plantas

El control de plagas y enfermedades existentes en un cultivo acuapónico, es un tema importante a tratar y que requiere de especial atención. Esto debido a que no pueden utilizarse pesticidas tradicionales, ya que se correría el riesgo de producir la muerte de los peces. Es por esto, que todos los métodos de control y cura de las plagas o las enfermedades deberán ser de carácter orgánico.

Algunas de las recomendaciones a tener en cuenta para un manejo integral de plagas:

- Tener un plan de manejo previo a la aparición de problemas.
- Revisar periódicamente las plantaciones en busca de plagas o síntomas.
- Llevar registros.
- Elegir variedades de plantas resistentes.
- Mantener acciones preventivas para plagas conocidas.
- Utilizar más de un método de control.

2.4.2. Calidad del agua

La calidad de agua debe ser óptima para que el sistema funcione bien, debido a que este es el medio en el cual conviven peces y bacterias y del cual las plantas obtienen sus nutrientes. Es por esto que el agua debe tener la calidad suficiente como para mantener adecuadamente a las tres comunidades existentes en el sistema acuapónico. Algunos parámetros físico-químicos del agua deben ser medidos en forma diaria (temperatura, oxígeno disuelto y pH), mientras que otros pueden ser medidos de manera periódica (NAT, nitritos y nitratos). (Caló, P. 2013).

2.4.3. Off-flavor (mal sabor)

Este es un problema muy común en los peces cultivados mediante el uso de estanques, y les da una especie de sabor a barro a los peces, lo cual es fatal para la comercialización de este. Por suerte la eliminación de este mal sabor es muy simple. El tratamiento consiste en dejar a los peces a cosechar en un sistema de recirculación o de agua corriente que no haya sido utilizada para acuicultura previamente. El tiempo de permanencia de los peces en este proceso de purga, variará de 1 a 3 días dependiendo de la intensidad del off-flavor. Será necesario realizar una prueba de sabor, para conocer si los peces están completamente libres del mal sabor. La prueba más sencilla es tomar un filete del pescado del lote seleccionado y cocinarlo envuelto en un tapper o plato de cerámica, a potencia media, en microondas.

2.4.4. Tipo de plan de manejo de la producción de peces y vegetales.

Ya hablando en términos operacionales, es esencial un manejo adecuado de la producción de peces y vegetales, esto debido a que los ciclos de producción requieren distintos tiempos de desarrollo como de cosecha. Para evitar problemas de esta índole se debe aplicar un plan de manejo adecuado al nivel de producción deseado (pequeña, mediana o gran escala).

Algunos planes usados en la actualidad en plantas son:

- Cultivo por lote: donde se siembra el total de la superficie para plantas de una vez, esperando a que su cultivo alcance el peso o tamaño necesario para la comercialización y luego cosecharlo todo para volver a sembrar.
- Cultivo escalonado: se basa en dividir la superficie de cultivo en varios sectores, teniendo en cada uno de estos sectores una fase de cultivo diferente. Un ejemplo sencillo consistiría en tener una planta cuyo crecimiento se prolongue por 4 semanas, separando el cultivo en 4 y teniendo 4 fases diferentes del cultivo. Esto llevaría a que una vez por semana se cosechara un cuarto del cultivo, e inmediatamente, se volviera a sembrar. Este método es ideal para cultivos de corta duración como lechugas u otras plantas de hoja. (Caló, P. 2013).

A su vez en peces se tienen los siguientes planes:

- **Cultivo escalonado:** tiene el mismo principio de manejo que el cultivo escalonado de plantas. Con un período de crecimiento de 24 semanas, si se quisiera utilizar 4 tanques de peces, se deberían sembrar los tanques de a uno, con 6 semanas de diferencia. Esto significará que en la semana 18, se obtendrán los 4 tanques sembrados y en la semana 24 de efectuará la cosecha de los peces del primer tanque sembrado, volviendo a sembrarlo inmediatamente. De esta forma, siempre existirá una cantidad en peso (biomasa) similar en el total del sistema, lo que permitirá que el ingreso de alimento y por ende la generación de nutrientes, sea equilibrada y estable. Este tipo de manejo es ideal para sistemas grandes, comerciales, porque genera cosechas regulares y permite una buena planificación de la producción.
- **Cultivo de cohortes múltiples:** El cultivo de cohortes múltiples se utiliza en sistemas pequeños, donde solo se cuenta con un único tanque de peces y se pretenda realizar cosechas regularmente, tratándose en general, de sistemas caseros. El método consiste en colocar en un mismo tanque más de una cohorte de peces. El resultado será que la cohorte más grande llegará a una talla de cosecha antes que el resto. En el momento de la cosecha, deberá sembrarse la misma cantidad de peces cosechados, pero de menor tamaño que todos los presentes en el tanque. Esto hará que el ingreso de alimento y generación de nutrientes sea bastante equilibrada.

2.5 Estado del arte de sistemas acuaponicos

En la actualidad aunque la acuaponía sigue en vías de desarrollos y estudio, ya son varios los países que han logrado desarrollarla a un nivel comercial, utilizando distintas combinaciones y a distintas escalas. Aún se encuentra en vías de crecimiento, divulgación y experimentación, sin embargo, alrededor del mundo ya son varios los países que han optado por esta iniciativa algunos de ellos: Australia, Brasil, Canadá, Colombia, Corea, Emiratos Árabes, Ecuador, Estados Unidos, Holanda, México, Perú, entre otros.

2.5.1 Acuaponía en el mundo

Resaltan dentro del resto los siguientes proyectos:

- **El sistema UVI de camas de crecimiento flotantes**

La Universidad de las Islas Vírgenes, ha llevado a cabo muchos trabajos para desarrollar la acuaponía a cielo abierto. El grupo liderado por el doctor James Rakocy ha montado entre otros sistemas, el conocido como granja de entrenamiento que ocupa un área de alrededor de 500 m², con un área para el crecimiento de las plantas de unos 214 m², y un volumen de agua para todo el sistema de unos 110 m³ de agua. El aporte de alimento (concentrado para peces) es del orden de 60-100 g/m² de camas de crecimiento de plantas/día.

Este sistema de entrenamiento consta de los elementos clásicos ya citados, que en detalle para este caso son:

- Cuatro tanques para peces, de 7800 litros c/u.
- Dos clarificadores, de 3.8 m³ c/u.
- Cuatro filtros, cada uno de 0.7 m³.
- Un tanque para eliminación de gases de 0.7 m³, para eliminación de CO₂, N₂, metano y sulfuro de hidrógeno (Rakocy, 2005).
- Seis camas de crecimiento (sistema flotante), de 11.3 m³ c/u.
- Un sifón de 0.6 m.
- Un tanque para añadir soluciones (CaOH, KOH) y así regular el pH de 0.2 m³.
- Sistemas de aireación conectados a difusores (22 difusores de 6 pulgadas en cada tanque de peces, y 144 en cada cama de crecimiento). Estos sistemas son operados por dos turbina de aire (1 y 1.5 caballos de fuerza).
- Una bomba de agua con un flujo de 378 litros/ minuto.

En el sistema desarrollado por la UVI, se utiliza preferencialmente la tilapia (nilótica o roja). En cuanto a las plantas, se han realizado ensayos con lechuga, orégano, albahaca, menta, tomate, y otras. Variantes de este sistema se están utilizando en varios sitios, como por ejemplo en la Universidad de Guadalajara, México, en donde trabaja una planta piloto con un solo tanque de peces, añadiendo una laguna de oxidación e integrando tanques para el cultivo de cangrejo rojo (*Cherex quadricarinatus*) (Ramos, 2006).

El sistema UVI es capaz de producir aproximadamente 5 toneladas de tilapia y un rendimiento de 3.000.000 cabezas de lechuga por hectárea al año, o 5 toneladas de albahaca anualmente con base en estudios realizados en las Islas Vírgenes.

- **El Centro de Baniyas**

Ubicado en los Emiratos Árabes, es el más grande del mundo y se presenta como un proyecto capaz de producir 200 toneladas masivas de pescado y 300,000 cabezas de lechuga cada año, ayudando a reducir la importación y mejorar la seguridad de alimentos para la nación. Cabe notar que en los Emiratos Árabes importan alrededor del 85 % de su alimento que naturalmente los deja expuestos a fluctuaciones de mercado y problemas de cadena de suministro.

Los peces que se cultivan en el sistema son el mejor amigo de la acuaponía, tilapia. Según informes 50.000 peces juveniles se han importado de Holanda para el proyecto. Actualmente el centro se centra en la producción de lechuga aunque en el futuro el sistema se adaptará a otros productos como los tomates, los pepinos, incluso okra.

La magnitud del centro es uno de sus activos más impresionantes. Hay dos invernaderos principales, cada uno con 2.400 metros cuadrados de espacio. El sistema utiliza una variedad de tanques, filtros y equipos de riego para garantizar que los residuos de pescado alimenten a las plantas para su nutrición y los sistemas de bombeo que pueden hacer circular de nuevo el agua a los tanques de peces. Naturalmente, un factor clave para los Emiratos Árabes Unidos es la eficiencia del agua. Afortunadamente, el Centro de Baniyas es altamente eficiente y utiliza una fracción del agua que se requiere para la agricultura

tradicional. Habrá dos tanques de agua principales que mantienen alrededor de 400.000 litros. Debido a la forma en que el sistema recicla el agua se espera que el agua dentro de estos tanques permanecerá utilizable durante un año o más.

2.5.2 Acuaponía en Chile

En Chile el término acuaponía aún no es manejado por el común de las personas, si quizás por aquellos relacionados con el área, pero resulta necesario que en el corto plazo esta situación cambie. A la fecha en Chile se cuenta con tan solo un proyecto a escala comercial, y un par más con la idea teórica.

- **La “Granja Agroacuícola Diaguitas”**

Ubicada en la localidad de Diaguitas, en pleno Valle de Elqui, en La Serena. Es un proyecto que comenzó como una idea familiar que poco a poco fue tomando forma y ampliando sus expectativas y, apoyados por la adjudicación de un proyecto de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) “PYT-2012-0048 “Cultivo integrado de peces de agua dulce y vegetales con tecnología de recirculación de agua”, lograron sacar adelante este innovador cultivo. El proyecto, que ya está en funcionamiento, permite diversificar la producción de especies acuícolas y agrícolas en zonas semiáridas e incrementar la eficiencia en el uso del agua, a través de la acuaponía con recirculación de agua.

La iniciativa, además, complementa sus requerimientos energéticos, utilizando fuentes renovables como la fotovoltaica, ya que utiliza paneles solares, con el fin de disminuir el uso de energía convencional durante el período diurno. Cabe destacar que la empresa Granja Agroacuícola Diaguita, implementó un sistema único en Chile, el que fue diseñado basándose en los conceptos generales desarrollados en la Universidad de las Islas Vírgenes, que ya se ha implementado con éxito en países como México, Estados Unidos y Australia utilizando principalmente tilapia. El sistema utiliza recirculación de agua para cultivar trucha arco iris y distintas variedades de lechugas. A ello, se suman la incorporación de camarones de río y distintas variedades de hortalizas de ciclo corto (albahaca, cebollines, entre otros), con lo que se pretende abastecer al Valle de Elqui.

La puesta en marcha de Granja Agroacuícola Diaguitas ha permitido no sólo conversar el recurso agua e incorporar alimentos frescos a la zona, sino que también a generar nuevas fuentes de empleo en torno a la producción acuícola e hidropónica, además de convertirse en un polo de atracción. Hoy en día este emprendimiento cuenta con dos Ingenieros en Acuicultura, un Técnico Agrícola, un Contador y servicios ocasionales de mano de obra no calificada (Revista Mundo Acuícola, 2013).

Paralelamente se cuenta con 2 proyectos en vía de desarrollo:

- El primero de estos es en la Región de Arica y Parinacota aprobado en Junio del 2014.

La actividad forma parte del proyecto "Integración de Sistemas de Recirculación Acuapónico, como Alternativa Sustentable y de Diversificación Productiva para los Sectores Acuícola y Agrícola de la Región de Arica y Parinacota", a cargo del Centro de Investigaciones del Hombre en el Desierto, CIHDE, y financiado por el Gobierno Regional de Arica y Parinacota, con el apoyo de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura a través de su Dirección zonal. El objetivo del proyecto es implementar y evaluar un sistema de recirculación acuapónico a escala piloto, utilizando aguas residuales de cultivo de paiche (*Arapaima gigas*), como alternativa innovadora y sustentable de producción hortícola para la región (Subpesca, 2014).

- El segundo proyecto aprobado en Septiembre del 2014, será desarrollado en Chañaral, denominado “Desarrollo de un sistema de cultivo mixto sustentable de peces y hortalizas utilizando agua de atrapa-niebla y energías limpias” tendrá una duración de 15 meses y alcanzará un monto a ejecutar por más de 200 millones de pesos.

Este proyecto apunta a desarrollar un centro de producción de acuaponía con agua de los atrapa-niebla ubicados en el sector de Falda Verde, en la comuna de Chañaral (Diario El Mercurio de Valparaiso, 2012).

Capítulo 3: Estudio de Mercado

3.1 Selección especie piscícola

A pesar de que son muchas las especies utilizadas mediante acuicultura, las experiencias a nivel comercial en acuaponía presentan ciertas restricciones a la hora de trabajar con los peces. Para el proyecto se tiene la información de los peces mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 1: Información de las distintas especies.

Especie	Parámetros de cultivo			Datos comerciales	
	pH	Temperatura (Celsius)	Tamaño (cms)	Peso	Desarrollo
Tilapia del Nilo	6,5 - 9,0	24 a 30	18 a 25	150 a 300 g	6-9 meses
Trucha arcoíris	7,0 - 8,0	8 a 18	22 a 25	250 a 300 g	5-8 meses
Murray Code	7,0 - 8,0	8 a 24	70 a 100	15 a 20 g	12 a 18 meses
Cachama blanca	6,5 - 8,5	24 a 29	23 a 25	450 a 550 g	5 a 7 meses
Carpa Koi	6,8 - 7,0	14 a 25	20 a 30	200 a 500 g	10 a 17 meses

De la tabla anterior solo se tienen experiencias con la trucha arcoíris, lo cual facilito la decisión de la especie a cultivar. Quedaron descartadas las demás opciones que si bien podrían haber sido interesantes no se alinean con los objetivos planificados previamente.

Por eso para este proyecto la especie de pez a cultivar será la trucha arcoíris, la cual posee un tiempo esperado, por lo general 7 a 8 meses, en alcanzar el peso y la talla comercial, de 250 gr y 22 cms. La trucha es la especie de los salmónidos que más se adapta a las aguas de la región del Biobío, y cuyo ciclo biológico se puede controlar en cautiverio.

3.2 Selección especie hortícola

Son muchas las especies que se pueden cultivar en acuaponía; sin embargo, se debe considerar factores como: plantas que mejor se adapten a las condiciones ambientales donde vive; cultivos anuales o de ciclo corto y que sean las más consumidas en el hogar.

Por otra parte, para fines comerciales, son utilizadas aquellas que brindan los mayores ingresos económicos como ocurre con algunas especies hortícolas y especias.

Como ya se mostró antes, son muchas las hortalizas a utilizar en hidroponía, pero para acuaponía se escogió la que se complementa de mejor manera con la especie de pez a utilizar, que en este caso es la trucha arcoíris. En la tabla 2 se muestran distintas hortalizas que se utilizan en acuaponia.

Tabla 2: Tipos de cultivo

Parte	Hortalizas	Clima	pH	Temperatura	Época de siembra	Ciclo vegetal
Raíz	Zanahoria	Templado	6.8-5.5	16-18 ⁰ C	Todo el año	110 días
	Nabo	Templado	5.5-6.5	16-21 ⁰ C	Todo el año	90 días
Tallo	Esparrago	Templado	6.8-6.0	2-18 ⁰ C	Invierno-primavera	2.5 años
Hojas	Puerro	Templado	5.5-6.5	16-22 ⁰ C	Todo el año	110 días
	Lechuga	Templado	5.0	13-25 ⁰ C	Todo el año	90-100 días
	Repollo	Templado	6.5-6.2	15-20 ⁰ C	Otoño	110 días
	Espinaca	Templado	6.0-7.0	16-18 ⁰ C	Todo el año	45 días
	Acelga	Frio	6.5-7.5	15-18 ⁰ C	Todo el año	60 días
	Perejil	Templado	5.5-6.5	16-22 ⁰ C	Todo el año	80 días
	Apio	Templado	6.8-6.0	16-21 ⁰ C	Todo el año	180 días
Flores	Alcachofa	Templado	6.5-6.0	13-18 ⁰ C	Verano	150 días
	Brócoli	Fríos y frescos	6.8-6.0	15-25 ⁰ C	Todo el año	85 días

La lechuga es el segundo cultivo más producido a nivel hidropónico después del tomate. En la técnica hidropónica resulta muy económico y seguro producir lechugas ya que se puede aprovechar recursos como el agua y fertilizantes. Además que es mucho más fácil poder controlar y evitar las plagas y los ataques de insectos en este sistema.

El rango de temperatura para su desarrollo es de 13 a 25° C siendo la óptima entre los 16 y 22° C, que coincide con la temperatura óptima de cría de la trucha arcoíris. La lechuga tiene un ciclo vegetal corto y en cultivo intensivo alcanza su tamaño comercial en 45 o 60 días. No es estacional, con una densidad de cultivo de hasta 25 unid/m².

3.4 Estudio de oferta y demanda

3.4.1 Análisis de la demanda de trucha arcoíris

A nivel mundial, Chile es el principal país productor de trucha arcoíris concentrando el 29% del volumen de producción y 47% del valor de las ventas (FAO, 2013).

Los principales destinos de las exportaciones son Brasil, China, Estados Unidos, España y Japón. De los cinco principales destinos, Japón y Brasil son los únicos cuyo valor de las importaciones de productos pesqueros y acuícolas adquiridos en Chile ha crecido significativamente (Aduana, 2013).

Según estadísticas obtenidas a través de Subpesca, el volumen de exportaciones ha ido en aumento desde el 1998 registrando en ese año 52.435 toneladas, cifra inferior a lo que se registró en año 2012 con 141.000 toneladas, generando un crecimiento en las exportaciones del 62,8% (ver figura 7). Para el año 2013 y 2014 las exportaciones mostraron una caída del 31,2 % y del 54,24 % respectivamente, en comparación al año 2012, debido a los problemas que presentó la industria en términos de producción (ver figura 7).



Figura 7: Exportaciones y su valor para la trucha arcoíris. Fuente: Elaboración propia.

El 2012 si bien mostro un aumento en el total de exportaciones trajo consigo una disminución del 28,7% con respecto al 2013 en el valor de estas exportaciones y con ello precios por el suelo alcanzando su valor más bajo desde el 2008 con un valor FOB de 6,33 US\$/kg lo que afecto fuertemente a los productores de salmónidos (Revista Aqua, 2013), pero ya para el año 2013 y 2014 los precios volvieron a repuntar con valores FOB 6,56 US\$/kg y 7,56 US\$/kg respectivamente, esto debido a la disminución de la oferta de trucha arcoíris para estos años (Ver figura 7).

Los datos de demanda nacional fueron calculados en base a la ecuación de consumo aparente entregada por la FAO, la que, permitió tener registros de la demanda nacional desde 1998 hasta 2014, a través de las cifras de desembarques, exportaciones e importaciones recopiladas por Subpesca (Ver figura 8).

$$\text{Consumo} = \text{Desembarques} + \text{Importaciones} - \text{Exportaciones}$$

Durante los años 2009, 2010, 2013 y 2012 se observa un aumento en la demanda nacional de trucha arcoíris, esto debido a los altos niveles de producción que presento la industria para esos años, lo cual trajo consigo que aumentara los productos abastecer el mercado nacional (Ver figura 8).

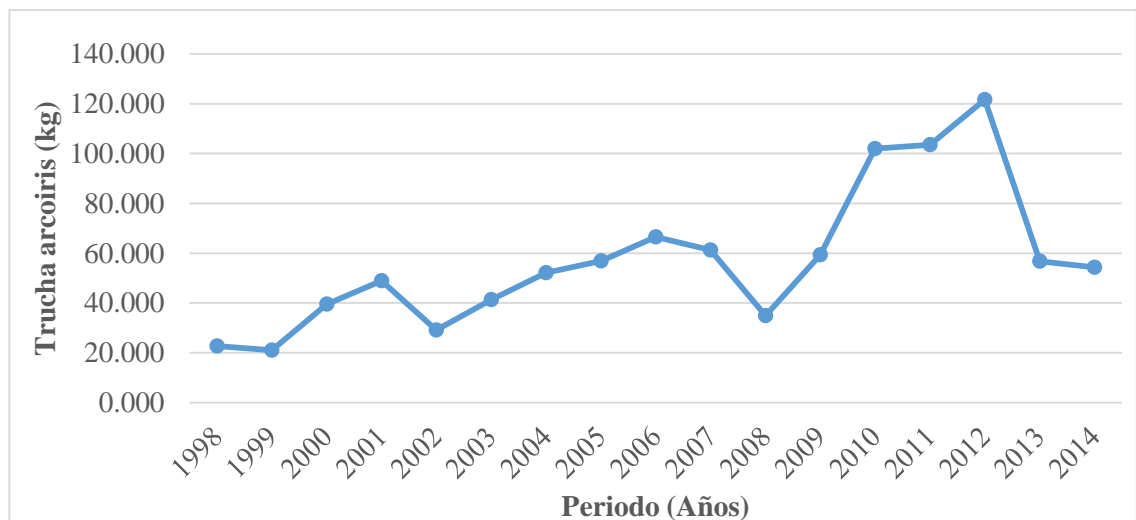


Figura 8: Consumo aparente de la trucha arcoíris. Fuente: Elaboracion propia.

En la figura 9 es interesante observar que el porcentaje de trucha arcoíris dedicado a la exportación no baja del 50%, lo cual se debe al bajo consumo que tiene la población chilena de pescado que bordea los 7 kilos por habitante al año, y que es muy inferior a los 50 kilos al año de Japón o los 22 kilos al año de Perú (FAO, 2014).

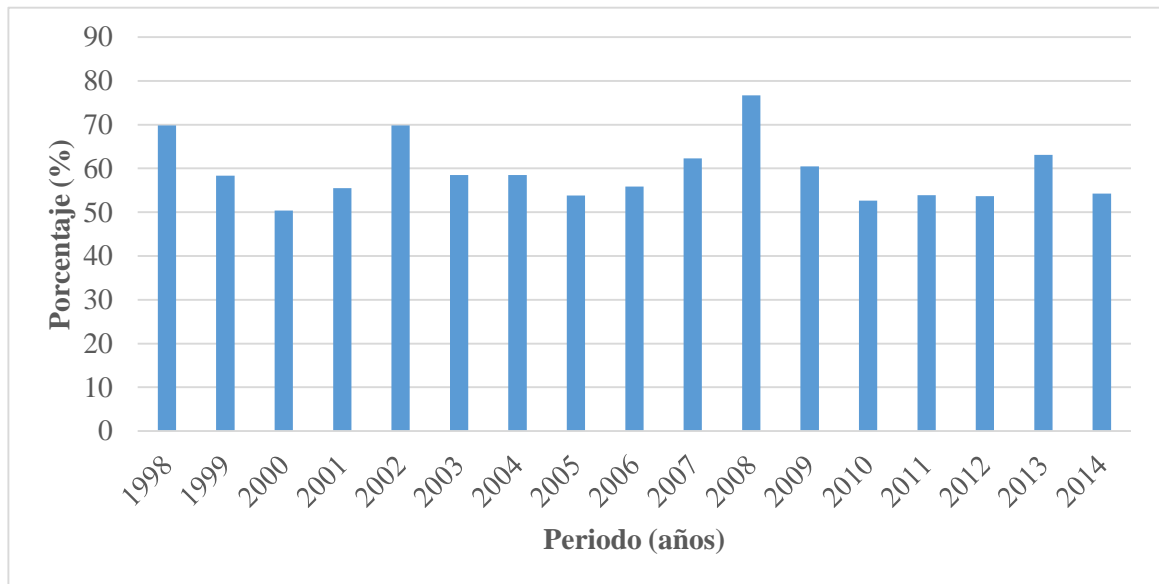


Figura 9: Porcentaje de trucha arcoíris dedicado a la exportación. Fuente: Elaboración propia

Para determinar el modelo utilizado en la proyección de la demanda, se observó el gráfico representado en la Figura 8, con el fin de establecer las características de la serie de datos.

Teniendo en consideración que se cuenta con 16 datos históricos y que estos poseen una clara tendencia, demostrada con la prueba de Mann-Kendall (Ver Anexo 1), se decidió trabajar con uno de los modelos de suavizamiento exponencial, específicamente el método de Brown con tendencia cuadrática.

Así, utilizando Microsoft Excel 2013, se obtuvo la proyección de la demanda (F_{t+k}) de trucha arcoíris para los próximos 5 años, la cual se puede apreciar en la Figura 10. Para esto se consideró un $\alpha=0,09$, ya que este valor presentó el menor ECM.

En los Anexos 2 y 3 se presentan los cálculos realizados en Microsoft Excel y la ecuación del método de Brown con tendencia cuadrática. Los escenarios considerados en la proyección, que permiten reducir el riesgo, se definen a continuación:

- ❖ Escenario optimista: Se sumó una desviación estándar (S) al escenario probable, es decir, $F_{t+k} + 28.36\text{ton}$. Considerando un posible aumento de la proyección de la demanda en un futuro, debido a la presencia de factores externos que para estos efectos no fueron considerados.
- ❖ Escenario probable: Se mantuvo la proyección obtenida con el método de Brown.
- ❖ Escenario pesimista: Se le restó una desviación estándar (S) al escenario probable, es decir, $F_{t+k} - 28.36 \text{ ton}$. Considerando la posible presencia de variables externa que puedan afectar la proyección de manera negativa, es decir, disminuyendo la demanda.

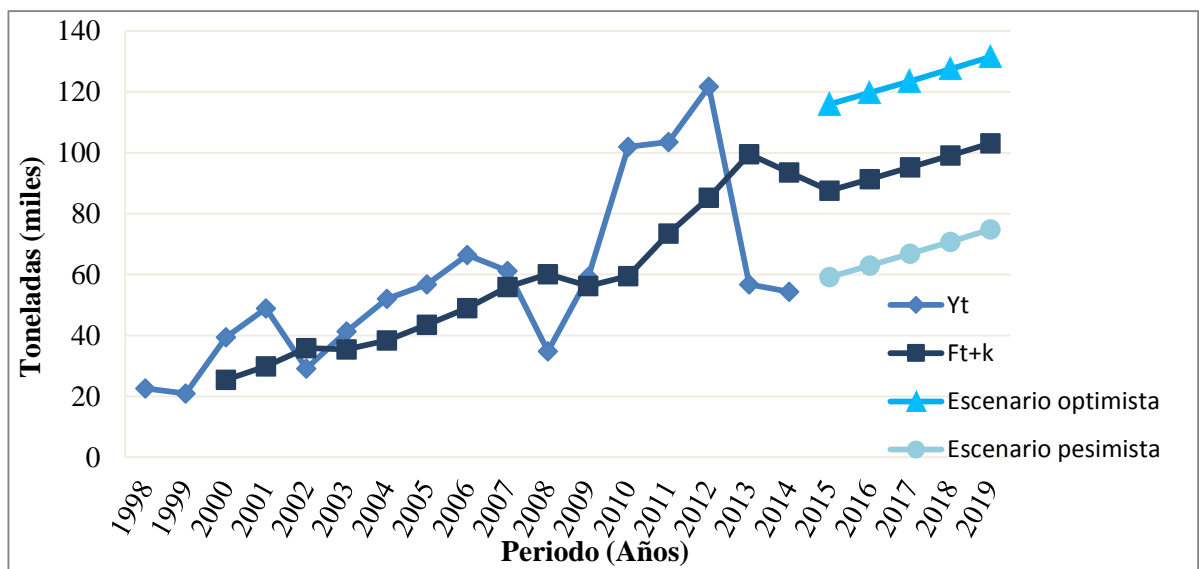


Figura 10: Proyeccion de la demanda en los distitnos escenarios. Fuente:Elaboracion propia.

El valor de la proyección de la demanda, con sus respectivos escenarios se presenta a continuación.

Tabla 3: Valor de proyección de la demanda.

Año proyectado	Escenario pesimista (toneladas)	Escenario probable (toneladas)	Escenario optimista (toneladas)
2015	59.20	87.56	115.93
2016	62.97	91.34	119.70
2017	66.83	95.19	123.56
2018	70.78	99.14	127.51
2019	74.82	103.18	131.54

3.4.2 Análisis de la oferta de trucha arcoíris

En Chile durante las últimas décadas ha habido transformaciones enormes en el sector pesquero nacional, donde se refleja lo que en general ha sucedido a nivel mundial, con bajas en las poblaciones de pesquerías, ya sea por sobreexplotación o por condiciones que afectan la temperatura del mar y sus corrientes. Es por esto que la producción acuícola ha logrado pasar de producir 342.666 toneladas en centros de cultivo hacia el año 2000, a 792.200 toneladas en el año 2013 aportando aproximadamente con el 28% de los desembarques totales de peces (Sernapesca, 2013).

En el caso de la trucha arcoíris la producción de esta fue en aumento en Chile, pasando de una producción de 75.000 toneladas en 2005, hasta alcanzar un peak de 262.674 toneladas en 2012 (ver figura 10). En 2013 la producción de truchas presentó una gran caída con respecto al año anterior, esto debido a la mortalidad por SRS y por peces desadaptados y rezagados (la primera y segunda causa de mortalidad en la industria, respectivamente). Es por esto que la industria ha debido mejorar sus medidas sanitarias logrando con esto también disminuir las cargas promedio del piojo de mar y el número de tratamientos antiparasitarios realizados para controlarlo, desafíos sanitarios claves de la salmonicultura a nivel global (SOFOFA, 2014). (Ver figura 11)

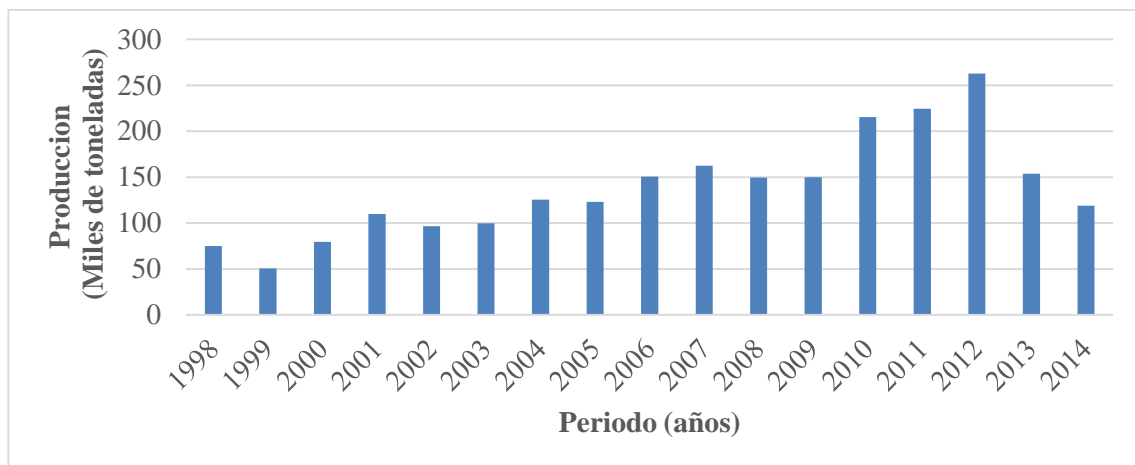


Figura 11: Producción de trucha arcoíris en Chile. Fuente: Elaboración propia.

Considerando los datos históricos de los desembarques en Chile, correspondientes a los últimos 16 años (Figura 11), se realizó una proyección de la oferta para los próximos 5 años, utilizando como técnica de predicción el método de Brown con tendencia cuadrática, debido a que por medio de la prueba de Mann-Kendall se pudo determinar que los datos con los que se trabajó presentaban tendencia.

Los cálculos correspondientes a la aplicación del método de Brown con tendencia cuadrática se presentan en Anexo 5. Luego, en la Figura 12 se muestra la proyección de la oferta, considerando un $\alpha=0,12$, y sus respectivos escenarios.

- ❖ Escenario optimista: Se le restó una desviación estándar (S) al escenario probable, es decir, $F_{t+k} - 55,94$ ton. Considerando posibles variaciones en la proyección, como una disminución en los desembarques.
- ❖ Escenario probable: Se mantuvo la proyección obtenida con el método de Brown.
- ❖ Escenario pesimista: Se sumó una desviación estándar (S) al escenario probable, es decir, $F_{t+k} + 55,94$ ton. Considerando posible aumento de la proyección de la oferta.

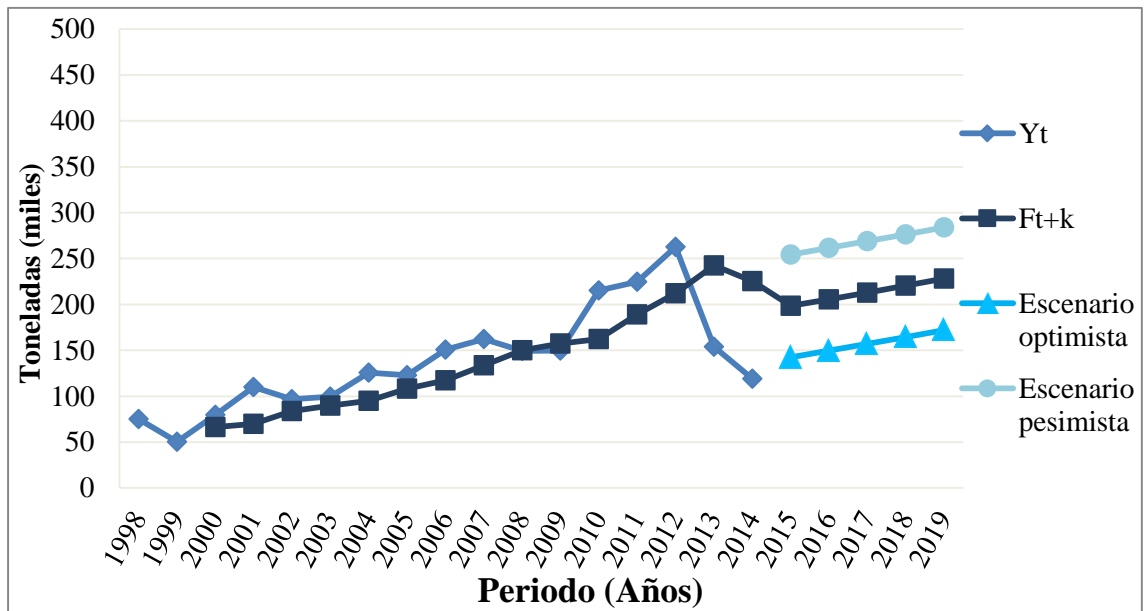


Figura 12: Proyección de la oferta en los distintos escenarios. Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4, se presenta el valor de la proyección de la oferta, considerando además los escenarios optimista y pesimista

Tabla 4: Proyección de la oferta en los distintos escenarios.

Año proyectado	Escenario pesimista (toneladas)	Escenario probable (toneladas)	Escenario optimista (toneladas)
2015	254.354	198.415	142.477
2016	261.511	205.573	149.635
2017	268.831	212.893	156.955
2018	276.314	220.375	164.437
2019	283.958	228.020	172.082

3.4.3 Análisis de la demanda de lechuga hidropónica

La lechuga es una de las hortalizas más consumidas a nivel mundial, su consumo es beneficioso para la salud y es un elemento esencial para aquellas personas que desean llevar una vida saludable o quieren bajar de peso, esto incluso ha llegado a generar una inelasticidad en su demanda según un estudio realizado por SCL Econometrics (2012).

El mercado de la lechuga hidropónica esta principalmente conformado por 3 actores principales hoteles, restaurantes y el retail. Siendo los primeros dos los nichos de mercado

más interesantes debido a que presentan una mejor rentabilidad para el proyecto. El retail por otra parte si bien demanda este producto en mayor cantidad ofrece una rentabilidad menor a los actores antes mencionados y con pago diferido de 30 días para las PYME y 59 días a proveedores, lo cual genera mucha incertidumbre al productor.

Debido a que en la actualidad solo existen estimaciones respecto a la demanda de lechuga, y nada de información respecto a su demanda real se procedió a entrevistar a restaurantes de Concepción, con el fin de identificar parte de la demanda y el comportamiento de ésta.

Entrevistas a restaurantes

Se realizaron 21 entrevistas a distintos restaurantes de Concepción (Anexo 8), ya sea de especialistas en carnes, almuerzos ejecutivos, comida peruana, comida italiana, parrilladas, etc. La entrevista fue de tipo semiestructurada, donde se preguntó a todos los entrevistados el consumo de lechuga hidropónica, el precio de adquisición del producto y si estarían dispuestos a cambiarse a una lechuga hidropónica producida de manera acuaponica. En algunos casos se conversó respecto a la disponibilidad de oferta del producto, como se abastecían de ésta y también se les preguntó su opinión respecto al proyecto en cuestión.

En la figura 13 se puede observar que la demanda de lechuga hidropónica por parte de estos locales varía mucho dependiendo de su especialidad y la cantidad de clientes que atienden diariamente. También se muestra el interés por parte de los restaurantes en adquirir la producción de lechuga hidropónica por parte de un cultivo acuaponico. El precio de compra, según los entrevistados, de la lechuga hidropónica va desde un mínimo de 500 pesos en el verano hasta un máximo de 750 pesos en invierno. Dentro de las conversaciones un factor común encontrado dentro de la mayoría de los entrevistados era la dificultad para encontrar lechuga hidropónica. Donde aquellos restaurantes que necesitaban una mayor cantidad de lechugas lograban que su proveedor tuviera que verse en la obligación de comprar a supermercados con el fin de satisfacerlos. En el caso de los restaurantes más pequeños que satisfacían sus necesidades en supermercados y pequeñas ferias no siempre encontraban lechuga hidropónica y debían optar por lechuga orgánica que presentaba calidad similar a la hidropónica aunque a un mayor costo.

De los 21 restaurantes entrevistados casi el 50% de estos se mostró interesados en el proyecto, y de la calidad de los productos que este podría llegar a entregarles.

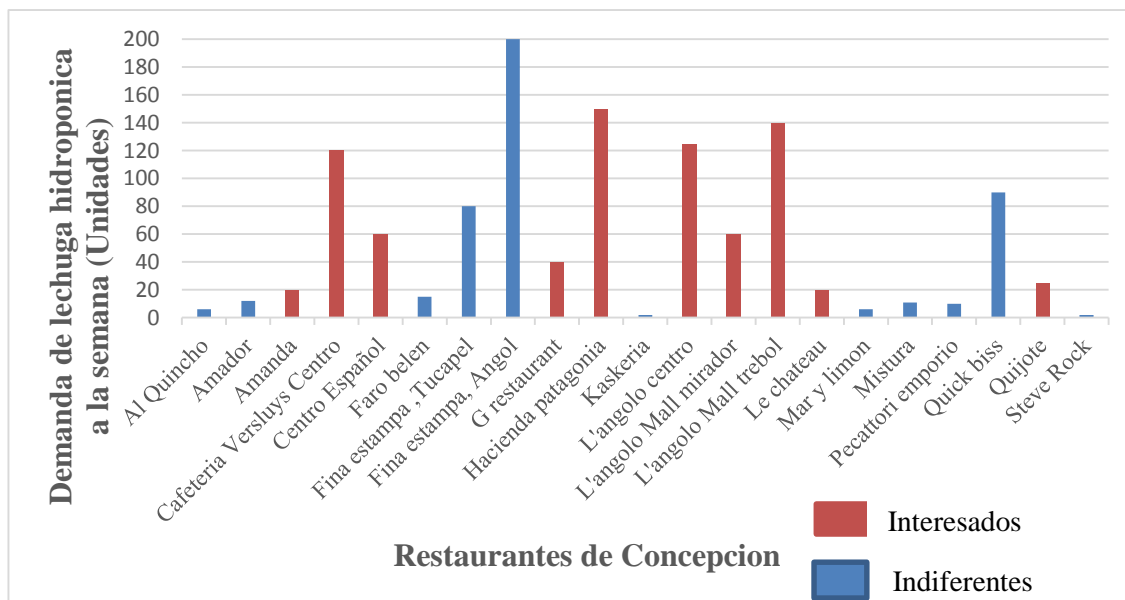


Figura 13: Demanda de lechuga hidropónica en los distintos restaurantes de Concepción.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.4 Análisis de la oferta de lechuga hidropónica

En cuanto a la oferta de lechuga hidropónica, según la ODEPA, no existen cifras de producción ni de volumen comercializado. Ambas tienen una presencia muy marginal en el mercado, se venden a precios superiores a las producidas en forma tradicional y son comercializadas fundamentalmente en supermercados. Sin embargo, tanto agentes comerciales como productores señalan un aumento sostenido en la demanda de estos productos.

El producto sustituto a la lechuga hidropónica es la lechuga común, que es sembrada al aire libre o a través de invernaderos. Según la ODEPA, en Chile al año 2014 alrededor de 6.673 hectáreas fueron sembradas con esta hortaliza, las cuales anualmente son capaces de producir alrededor de 300 millones de cabezas de lechuga. Esta producción mayoritariamente va dirigida al mercado interno y una pequeña parte (alrededor del 6%)

para el autoconsumo y algo parecido al 2% que cuenta con certificación orgánica que se va al extranjero.

Un 47% de las 6.654 hectáreas de cultivo de lechugas registradas en el Censo 2007 en las regiones en estudio se encuentran en la RM, mientras que un 42% se encuentra en las regiones de Coquimbo y Valparaíso, sumando un 91% de la superficie total (SCL Econometrics, 2012) (Ver figura 14).

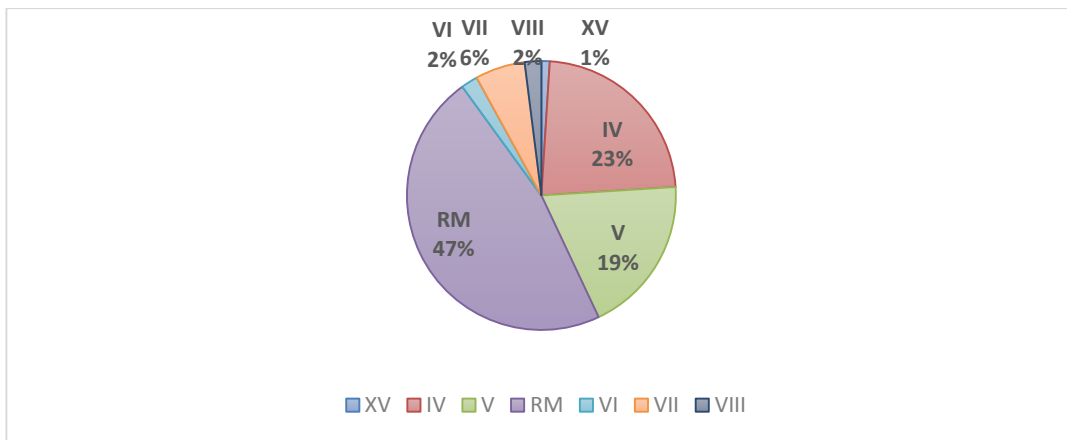


Figura 14: Oferta de lechugas en las distintas regiones de Chile. Fuente: Elaboración Propia.

El problema en términos de oferta que presenta la lechuga común, es la persistencia de años secos durante los últimos diez años, afectando particularmente desde la Región Metropolitana al norte (ODEPA, 2013). Lo anterior queda bien representado en la tabla 5 que muestra el comportamiento de la precipitación anual entre Ovalle y Concepción para el período 2005-2014.

Tabla 5: Comportamiento de la precipitación anual entre Ovalle y Concepción

Ciudad	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2013	2012	2013	2014
Ovalle (IV)	-17	-94	-60	9	-32	17	96	-59	-18	-35
San Felipe (V)	19	29	-43	16	-12	-13	-41	-6	-51	-54
Santiago (RM)	39	7	-46	12	-11	-17	-53	-37	-52	-40
Curicó (VII)	39	7	-50	-4	-18	-46	-41	-12	-51	-9
Concepción (VIII)	24	18	-13	2	-18	-32	-31	-32	-45	-10

Deficit entre
10% y 50%

Deficit >50 %

Esto actualmente ya tiene sus repercusiones en el mercado de las frutas y hortalizas, ejemplo de esto es el caso de las lechugas costinas y escarolas que se vendían en promedio a \$501 a principios de julio de 2014, en la actualidad se están comercializando a \$1.040 la unidad, lo que se traduce en un aumento del 107,3%, según informa la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA, 2015). Cabe recordar que como se mostró anteriormente la mayoría de la producción de esta hortaliza se realiza en el norte de nuestro país, siendo esta la causa del aumento de los precios y la falta de oferta.

3.5 Estudio de comercialización

3.5.1 Identificación de los productos

3.5.1.1 Trucha arcoíris entera

La trucha arcoíris es el menos graso de los pescados azules (con sólo un 3% de grasa) y con un alto contenido de ácidos grasos omega 3. Tiene una alta aceptación por aquellos consumidores que gustan de un buen pescado debido al buen sabor de su carne.

El producto se venderá de forma entera destripada. Esto debido a que es la forma más económica de entregarle un valor agregado al producto y que según averiguaciones con productores de trucha y salmón, los clientes cada vez son más exigentes en términos de

manipulación del producto , buscando idealmente un producto que no requiera mayor trabajo para su utilización.

Son escasos los clientes que solicitan el pez entero y pensando en una rápido movimiento de los productos no se presenta como una buena alternativa.

3.5.1.2 Cabeza de lechuga

Un producto sumamente delicado, ya que para conservarlas frescas se necesitan de cuidados especiales. Son 100% saludables porque no tienen aplicaciones de pesticidas ni fertilizantes químicos. Al culminar su cultivo, la lechuga no se corta, pues se cosecha con todo y raíz. Si ésta se mantiene en agua o un medio fresco puede durar entre 10 y 15 días en perfectas condiciones. Las lechugas se pueden consumir directamente de su área de cultivo sin necesidad de lavarlas, pues se trata de “un producto inocuo” que es regado con agua limpia. Además, resulta muy práctico ya que no se necesita desinfectar las hojas, basta con cortarlas, enjuagarlas y servir las para ofrecer un producto muy fresco.

El producto se venderá en una sola presentación, la cual será en bolsas individuales de plástico, las cuales en la parte de la raíz de la lechuga llevarán un poco de la solución nutritiva para aumentar la duración del producto.

3.5.2 Estrategias de comercialización

En el plan estratégico de posicionamiento del producto en el mercado, se han estructurado pasos que permitirán la comercialización de los productos que son:

- Identificación de los canales de venta

El mercado de la trucha arcoíris como se mostró en el estudio de oferta y demanda, está enfocado mayoritariamente a la exportación. Es por esto que la mayoría de los consumidores desconocen el sabor y calidad que tiene la trucha arcoíris, no así con sus familiares salmónidos como el salmón del atlántico o el coho que son conocidos por la mayoría de los chilenos.

La comercialización de la trucha arcoíris será a través del terminal pesquero, ubicado en la Vega monumental de Concepción. Basándose en conversaciones a los diversos locatarios del terminal pesquero, hoy en día el mercado sin mayor problema es capaz de aceptar hasta 1000 kg de trucha arcoíris en un fin de semana largo. Esto debido a que este lugar es el centro de distribución que abastece a todos los locatarios de las caletas de Tumbes, Lengua, Dichato, Tome, entre otros. La Vega del esfuerzo de Concepción e incluso el mercado de Talcahuano que aunque se piense que sus productos vienen directo desde las pesqueras, estas primero pasan por la Vega monumental para luego ser distribuidas.

El costo para comercializar los productos en la Vega monumental tiene un costo de \$12.000, correspondientes a derecho de entrada al recinto.

En el caso de la lechuga hidropónica el mercado se ve muy favorable, ya que las condiciones climáticas han traído consigo una baja considerable en la oferta de esta, como también lo son las disposiciones de agua para su homologa el cultivo hidropónico puro, donde continuamente están usando agua y no renovándola como lo es en un cultivo acuapónico.

Lo anterior se presenta como una oportunidad clara de negocio, ya que debido al modo de operación de los cultivos acuapónicos, este no se ve afectado por las condiciones climatológicas y además entrega un producto de mejor calidad y con mejores rendimientos que un cultivo en tierra o un cultivo hidropónico.

Los productos serán comercializados a los diversos restaurantes y hoteles del gran Concepción, como también a particulares, mediante previo acuerdo para asegurar su compra.

- Publicidad por internet

En el mundo actual lo más importante para asegurar la venta de los productos es la difusión y la creación de lazos con los clientes que garanticen la compra de los productos. Para esto se utilizarán redes sociales donde se dará a conocer a los clientes potenciales las

características de los productos ofrecidos y su modo de producción limpio que le entrega un valor agregado, diferenciándolo de la competencia.

3.5.3 Estudio de precios

- Estimación del precio de la lechuga hidropónica

Para estimar a qué precio se venderá la lechuga hidropónica, se estudió el comportamiento de los precios de su homólogo desde noviembre del año 2014 y octubre del año 2015, según estadísticas obtenidas desde la ODEPA.

Se estimó que el precio de la lechuga hidropónica vs la lechuga en tierra, es de un 10% más cara o incluso más en algunos casos. Se realizó una proyección bastante conservadora de los precios para el año 2016, como se aprecia en la figura 15, esto sin considerar que probablemente estos precios sean más altos debido a las condiciones ambientales del último tiempo y que cada vez afectan más la producción agrícola.

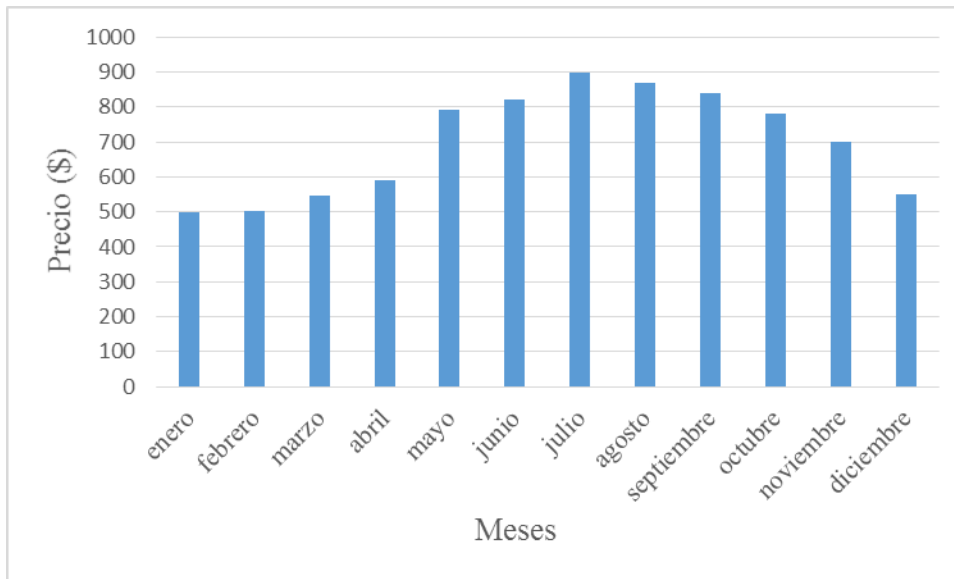


Figura 15: Comportamiento estimado de los precios para el año 2016. Fuente: Elaboración propia.

- Estimación del precio de la trucha arcoíris

El precio de venta que se espera obtener por la trucha arcoíris depende de muchos factores. Es por esto que la estimación del precio se basó en la opinión de los mismos compradores de este producto en el terminal pesquero. Estos mediante conversaciones indicaban que a lo largo del año los salmónidos tenían muchas variaciones en su precio, debido a la falta de oferta que presentaban estos productos o al exceso de esta. Con valores mínimos que iban desde los 3000\$/kg hasta los 7000\$/kg.

Realizar una proyección de estos precios a lo largo del año puede resultar como un proyecto de título por sí mismo. Por lo cual, se estimó que el precio de venta se fijara en 4000 \$/kg, ya que se producirá un producto de buena calidad y que con los correspondientes acuerdos previos con locatarios no deberían existir problemas para acordar ese precio.

3.5.4 Programa de ventas

La venta de lechuga hidropónica se realizara todas las semanas, los días lunes por la mañana. Para el traslado del producto hacia los clientes es necesario considerar la compra de un vehículo, idealmente con gran espacio en su interior.

La trucha arcoíris por su parte será vendida en el terminal pesquero, en la última semana del mes de Diciembre, para así aprovechar la alta demanda de los consumidores por este tipo de productos. El producto se trasladara en un furgón cerrado, que tiene un costo de arriendo del orden de los \$80.000, y los peces irán cajas de 20 kilos con hielo de escama para mantenerlo en óptimas condiciones.

4.2 Aspectos legales vigentes

Ley general de pesca y acuicultura (Ley N°18.892) (Modificación Ley N°20.657 el 09/02/2013)

Según el Artículo 1°, a las disposiciones de esta Ley quedará sometida la preservación de los recursos hidrobiológicos, y toda actividad pesquera extractiva, de acuicultura y de investigación, que se realice en aguas terrestres, playa de mar, aguas interiores, mar territorial o zona económica exclusiva de la República y en las áreas adyacentes a esta última sobre las que exista o pueda llegar a existir jurisdicción nacional de acuerdo con las leyes y tratados internacionales (Subpesca, 2014).

Quedarán también sometidas a ella las actividades pesqueras de procesamiento y transformación, y el almacenamiento, transporte o comercialización de recursos hidrobiológicos.

Lo dispuesto en los dos incisos anteriores se entenderá sin perjuicio de las disposiciones legales vigentes o de los convenios internacionales suscritos por la República, respecto de las materias o especies hidrobiológicas a que ellos se refieren.

Tal como se expresa en el artículo 1° B, el objetivo de esta ley es la conservación y el uso sustentable de los recursos hidrobiológicos, mediante la aplicación del enfoque precautorio, de un enfoque ecosistémico en la regulación pesquera y la salvaguarda de los ecosistemas marinos en que existan esos recursos.

De esta manera la Ley N° 20.657 modifica en el ámbito de la sustentabilidad de recursos hidrobiológicos, acceso a la actividad pesquera industrial y artesanal y regulaciones para la investigación y fiscalización, la Ley General de Pesca y Acuicultura contenida en la Ley N° 18.892 y sus correspondientes modificaciones.

Reglamento ambiental para la acuicultura (RAMA) (D.S.N° 320/2001) (Modificación D.S. N° 350/2009)

De acuerdo al artículo 1° del decreto supremo (D.S. N° 320), las disposiciones del presente Reglamento se aplicarán a todo tipo de actividad de acuicultura, ya sea que ésta se someta al régimen de concesiones de acuicultura, de autorizaciones o requiera simplemente de su inscripción en el registro nacional de acuicultura, en los términos previstos en el artículo 67 de la Ley General de Pesca y Acuicultura. Así, todo aquel que realice actividades de acuicultura quedará sujeto al cumplimiento de las medidas de protección ambiental, que de forma general o particular, se establezcan para un área geográfica, de acuerdo con lo dispuesto en los artículos 74 y 87 de dicha Ley, sin perjuicio de lo dispuesto en otros cuerpos legales o reglamentarios (Subpesca, 2014).

Según el artículo 10°, en los centros autorizados para operar cultivos de fondo y/o praderas de algas, no se podrán utilizar mangas plásticas para la fijación de recursos al sustrato. Sin perjuicio de lo anterior, en los casos de sustratos duros o semi duros, podrá autorizarse por el Servicio el uso de mangas plásticas previa aprobación de un plan de manejo de residuos. Estará prohibida la instalación de cerquillos u otras estructuras destinadas a la captura de macroalgas a la deriva.

Además, según el artículo 11°, los centros con sistemas de producción extensiva ubicados en porciones de agua y fondo deberán mantener una distancia mínima de 200 metros entre sí y de 400 metros respecto de centros con sistemas de producción intensivo. Quedarán excluidos de esta exigencia los cultivos de macroalgas fijadas al sustrato.

Acuicultura de pequeña escala

Según la FAO (2009), la Acuicultura de Pequeña Escala (APE), corresponde a un sistema de acuicultura con pequeña producción anual, en ambientes marinos no debe superar las 500 ton/año en el caso del pelillo, las 300 ton/año en el caso de los moluscos filtradores, y las 8 ton/año en el caso de truchas (RSEIA, D.S. 95/01).

En relación a la situación laboral, los centros de acuicultura de pequeña escala no deben superar los 5 trabajadores permanentes, además, sus ventas no deben superar las 2.400 UF anuales.

A nivel individual, la superficie per cápita no puede exceder las 6 ha (con tope de 60 ha, en el caso de las agrupaciones de pescadores artesanales).

Según el artículo 80°D, el registro de acuicultores de pequeña escala será llevado por la Subsecretaría. En ningún caso podrán inscribirse quienes tengan ingresos anuales superiores a las 1.500 unidades de fomento.

Resolución sanitaria.

En cuanto a este punto, sobre la producción hidropónica, el artículo 75 del Código Sanitario señala "Prohíbese usar las aguas de alcantarillado, desagües, acequias u otras aguas declaradas contaminadas por la autoridad sanitaria, para la crianza de moluscos y cultivo de vegetales y frutos que suelen ser consumidos sin cocer y crecen a ras de la tierra". No obstante, estas aguas se podrán usar en el riego agrícola, cuando se obtenga la autorización correspondiente del Servicio Nacional de Salud, quien determinará el grado de tratamiento, de depuración o desinfección que sea necesario para cada tipo de cultivo. (CHILE, DECRETO CON FUERZA DE LEY N° 725, 1967).

Se debe obtener una autorización sanitaria, mediante una Resolución Sanitaria otorgada por el Departamento del Ambiente de la Secretaría Regional Ministerial de Salud, en donde se certifica que el agua es apta para la producción, avalada por un certificado emitido por un laboratorio particular, que haya analizado muestras de agua. La resolución antes mencionada tiene un costo de \$1000 para las Microempresas familiares.

Las unidades productivas para ser autorizadas deben señalar además todas las características que las individualizan, tales como: ubicación geográfica, ubicación de la unidad productiva, tamaño total y utilizado de la unidad productiva, el sistema de abastecimiento de agua, avalúo fiscal de la propiedad, entre otras cosas. Según el Departamento del Ambiente, la calidad del agua es sanitariamente aceptable cuando el 80%

de las muestras revele ausencia de coliformes fecales y ninguna muestra que verifique contaminación fecal podrá tener más de 1000 coliformes fecales por cada 100 ml. Cualquier etapa del proceso, así como registro de los controles sanitarios, será susceptibles de ser inspeccionados en cualquier momento por los servicios de salud.

Reglamentación en proceso

En la actualidad, en la Cámara de Diputados se discute la creación del Instituto de Desarrollo de la Pesca Artesanal y de la Acuicultura de Pequeña Escala (IDEPA), cuyo objetivo será contribuir a elevar la capacidad empresarial, productiva y comercial de los sectores de la pesca y la acuicultura. Además, pretende promover el consumo de los productos del mar, coordinar, financiar y ejecutar el desarrollo productivo de ambos sectores, en el marco de la sustentabilidad pesquera y acuícola.

Inscripción en el registro nacional de acuicultura

Para obtener una autorización para desarrollar actividades de acuicultura, a centros que no cuenten con concesión y que se encuentren ubicados en terrenos de propiedad privada con captación de aguas continentales o marinas, o ubicados en aguas que nacen, corren y mueren en una misma propiedad, se deben entregar los formularios mostrados en el Anexo 9, en las oficinas de Sernapesca.

4.3 Ingeniería del proyecto

Se estudió todo lo concerniente a la instalación y funcionamiento del proyecto, desde la descripción del proceso productivo, el diseño y dimensionamiento del proyecto, identificación del personal y el cronograma de inversiones.

4.3.1 Descripción del proceso productivo

4.3.1.1 Producción de trucha arcoíris

El diagrama de flujo del proceso de cría y engorde de trucha se observa en la figura 17, que se describe a continuación:

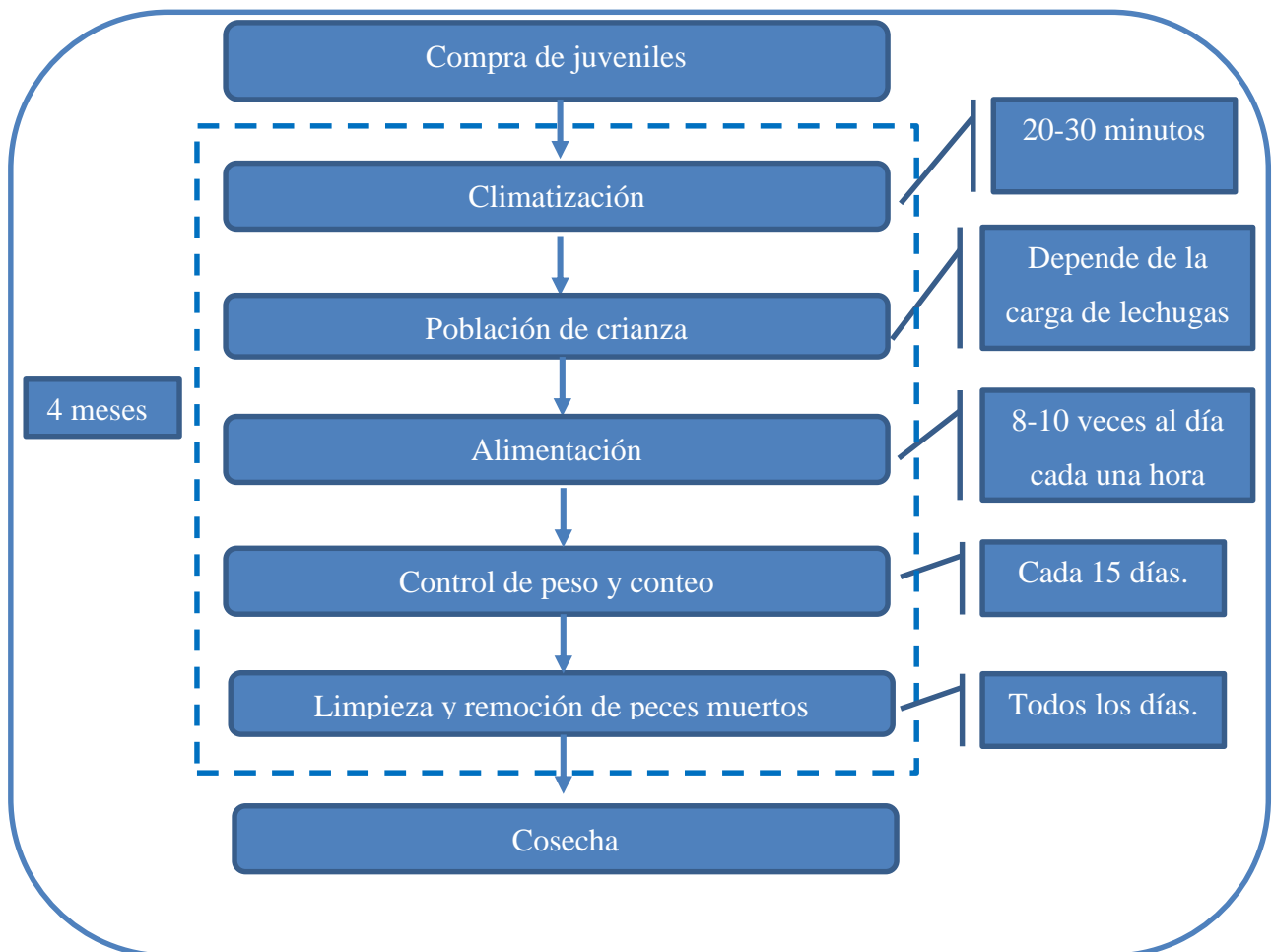


Figura 17: Diagrama de flujo para la producción de trucha arcoíris. Fuente: Elaboración propia.

Compra de juveniles

Los juveniles pueden comprarse en la región de la Araucanía o en una piscicultura que hay en el Puente 4 camino a Florida (Salmones Pangué). Se consideró la compra de juveniles de 80 g, estos deben ser transportados siempre a tempranas horas del día en cisternas, bolsas de polietileno o cubos de plástico; con la finalidad que no se estresen. Se requieren 176 Kg de trucha entera para mantener la carga de plantas deseada, esto es equivalente a 352 juveniles. Para obtener esta cantidad de truchas debe considerarse las tasas de mortalidad, en las diferentes fases. Se estimó una mortalidad del 5% por lo que se empezará con 370 juveniles de trucha arcoíris.

Climatización

Antes de liberar a los peces en el estanque, se sumergen las bolsas en las cuales se encuentran las crías en los estanques, esto con la finalidad de que la temperatura del agua de la bolsa y estanques sean las mismas, cuando esto suceda las truchas pueden ser liberadas.

Población de crianza

La selección de la población de crianza es una de las actividades principales para mantener el sistema en óptimas condiciones.

Las truchas por naturaleza tienden a crecer desigualmente. Es necesario seleccionar continuamente los peces grandes de los pequeños. Esto permite un crecimiento homogéneo con las siguientes ventajas:

- Peces homogéneos con mejor desarrollo (evita desarrollos irregulares)
- Mayor aprovechamiento del alimento (evita competencia)
- Reduce mortalidad (evita canibalismo)

Durante la selección, se observara tres lotes diferenciados de crecimiento:

1) Lote de cabeceras: lote de peces que crecen con mayor rapidez y representa usualmente el 20 a 25% del total de la población.

2) Lote de medias: lote mayor de peces que crecen en forma regular y representan usualmente el 50% de la población.

3) Lote de colas: representa el porcentaje de peces de crecimiento más lento, normalmente esta dado en un porcentaje del 25 a 30%.

Alimentación

La tasa de alimentación diaria, se hará de acuerdo a los requerimientos del pez, tomando como referencia determinados parámetros como: tamaño, peso y estadio sexual del animal. Para estimar la cantidad de alimento a suministrar diariamente a un estanque o jaula, se debe tener en cuenta la temperatura del agua, estado del pez y la biomasa total por estanque.

En la acuaponia es esencial una buena calidad de alimento para así poder otorgar un óptimo crecimiento a las plantas. En este proyecto se utilizará el alimento con un contenido proteico del 38% marca EWOS del tipo GROWER VAN, el cual aporta un adecuado balance de ácidos grasos beneficiosos que distinguen a los salmónidos como un alimento saludable a un costo competitivo.

Reglas de alimentación:

- La alimentación diaria y el cuidado de los peces en los estanques tiene prioridad.
- Un buen programa de alimentación incluye alimentar a los peces los 7 días de la semana
- Los peces deben muestrearse cada cierto tiempo para determinar si están logrando la tasa de crecimiento esperado, de lo contrario la ración debe ser modificada.
- Los peces deben mantenerse sin alimentación 24 horas antes de seleccionarlos, manipularlos y/o transportarlos.

Cosecha

En esta etapa se prepara la trucha para la comercialización, para lo cual se deben realizar las siguientes actividades:

- Suspender la alimentación entre 24 y 48 horas antes; esto limpia el tracto digestivo de la trucha, haciendo más lenta su descomposición. Permite tener un cálculo preciso de peso y evita que la carne adquiera el sabor del alimento.
- El sacrificio se realizara aplicando pequeñas descargas eléctricas. Esto para aturdir al pez y sufra asfixia sin estrés, lo cual liberaría ácido láctico, que baja la calidad de su carne.
- Desangrar cada trucha con la finalidad de asegurar una buena textura del producto.

4.3.1.2 Producción de lechuga hidropónica

El diagrama del flujo óptimo de siembra y cultivo de la lechuga hidropónica se observa en la figura 18:



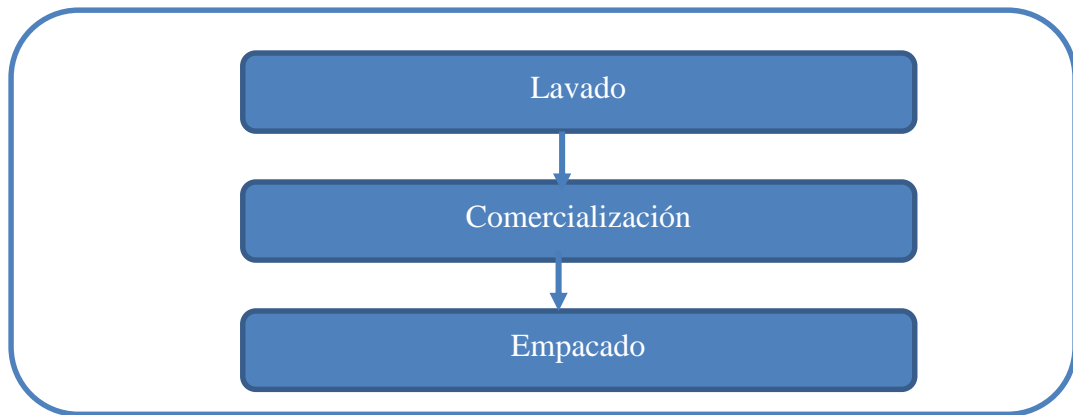


Figura 18: Diagrama de flujo para la producción de lechuga hidropónica. Fuente: Elaboración propia.

Compra de semillas

En la actualidad se puede disponer de más de 200 variedades diferentes de lechugas, adaptadas a diferentes climas y épocas del año.

Estas se pueden clasificar en cuatro grupos:

- Romanas: De hojas oblongas, con bordes enteros y ancho nervio central. No forman un verdadero cogollo. Variedades romana o *cos*, y *baby*, entre otras.
- Acogolladas: Las hojas forman un cogollo apretado. Variedades Batavia, mantecosa, iceberg, entre otras.
- De hojas sueltas: Variedades *red salad bowl*, *lollo rosso*, *cracarelle*...
- Lechugas espárrago: Se caracterizan por sus hojas lanceoladas y puntiagudas. De estas variedades se aprovechan los tallos. Se cultivan principalmente en China.

Para este proyecto se utilizaron semillas orgánicas de tipo hoja suelta, variedad lollo rosa. Estas semillas pueden ser adquiridas en la región de Maule en la agrupación de agricultura orgánica de Maule.

Siembra en almácigos

Para la siembra por semilla hay que tener en cuenta ciertos factores. Las semillas de lechuga son muy pequeñas y germinan mejor en condiciones de luz, por lo que no se deben enterrar más de 5 milímetros. Se utilizaran almácigueras de 200 cavidades porque las lechugas tienen raíz pivotante y sufrirían en un trasplante a raíz desnuda. Se germinaran plantas superiores a las necesarias con el fin de poder reponer las que pudieran morir en el trasplante al suelo.

Trasplante

Una vez transcurridos de 30 a 40 días después de la siembra, la lechuga se trasplantará cuando tenga de 6 a 8 hojas y una altura aprox. de 8 centímetros desde el cuello del tallo hasta la punta de las hojas. Para evitar fuertes deshidrataciones en las plántulas, es necesario trasplantarlas en la tarde o en días nublados.

Cultivo en balsa flotante

Las plántulas de lechuga fueron trasplantadas en las camas hidropónicas, donde por cada metro cuadrado de cama, se mantuvieron 18 plántulas de lechuga.

El cultivo se realizó de manera escalonada sembrando una cama por semana, hasta completar las 5 camas. Esto permitirá al sistema producir de manera continua lechugas, ya que el ciclo de la lechuga dura entre 30 y 40 días.

Cosecha, lavado y empacado.

Luego transcurrido los 30 días después del trasplante las lechugas serán retiradas de las camas junto a su raíz para que se conserven de mejor manera. Luego serán lavadas y empacadas en bolsas de plástico con un poco de la solución nutritiva en el fondo de esta apretando con un elástico la parte de la raíz para así aumentar su durabilidad.

Comercialización

Las lechugas serán entregadas a los consumidores en cajas de 24 unidades o menos, dependiendo de la cantidad que se solicite.

4.3.2 Diseño del sistema acuaponico

El diseño del sistema acuapónico se basó en los lineamientos establecidos por Timmons y Ebeling (2010), Lennard y Leonard (2006), Racocy (2005). Los cuales mencionan que este tipo de sistemas deben contar ciertos elementos básicos: estanque para organismo acuáticos, filtro mecánico, filtro biológico, camas de crecimiento de plantas, bombas de agua y tubería de interconexión.

4.3.3 Unidades del sistema y dimensionamiento

Todo el dimensionamiento del sistema se llevó a cabo tomando en cuenta el espacio disponible del invernadero, acondicionando el espacio de trabajo destinado al proyecto.

El sistema acuapónico propuesto en el presente trabajo está compuesto por varias unidades, las cuales juntas tienen la función de permitir de manera controlada la simbiosis entre el cultivo animal y vegetal (Calo.P, 2013).

El conjunto de partes es el siguiente:

- Cama(s) para siembra de plantas.
- Estanque(s) para el cultivo de peces.
- Biofiltro.
- Filtro mecánico.
- Bombas de agua.
- Sumidero
- Soplador de aire.
- Tubería colectora o de drenaje.

Camas para siembra de plantas

Debido a las restricciones de espacio del proyecto, el dimensionamiento de los elementos del sistema fue determinado por la cantidad de plantas integradas al cultivo. Esto porque siguiendo los principios de la acuaponía, dependiendo de la biomasa de peces que uno ingrese al sistema se determina la biomasa vegetal. Pero el pensar desde ese ángulo solo es adecuado cuando el tamaño del proyecto no ha sido determinado.

El espacio disponible en el invernadero fue de 200 metros cuadrados, de los cuales se utilizó la mitad para todo lo que concierne al sistema hidropónico. Se utilizaron 5 camas de crecimiento con dimensiones de 1,2 metros de ancho, 10 metros de largo y 0.3 metros de profundidad.

La densidad de siembra escogida fue de 18 unidades por metro cuadrado donde se dispuso de un área total para el cultivo de plantas de 60 metros cuadrados. En la figura 18 se puede observar el diseño en perspectiva isométrica no a escala del cultivo acuaponico.

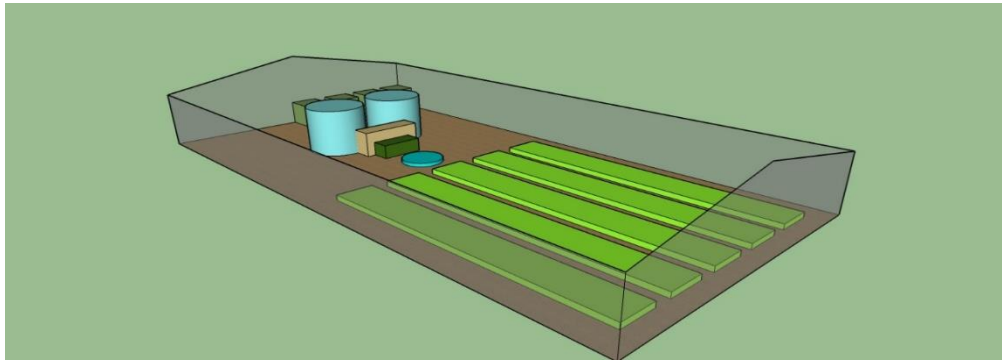


Figura 19: Diseño de cultivo acuaponico. Fuente: Elaboración propia.

La técnica de cultivo utilizada en las camas de crecimiento fue la de “raíz flotante”, esto debido a que dada la escala del proyecto esta técnica se presenta como la más económica, tomando en cuenta la relación costo-beneficio (Calo.P, 2013). En este sistema se deben mantener a las raíces de las plantas sumergidas en solución nutritiva todo el tiempo les causa niveles de estrés importantes. Es vital para este tipo de sistemas mantener un suministro de aire permanente dentro de la solución.

Estanque(s) para el cultivo de peces

El dimensionamiento de los estanques fue determinado por la densidad de peces y esta a su vez por la carga vegetal disponible del sistema. Lo primero que se hizo fue determinar la cantidad de alimento diario que se debe dar a los peces para que estos generen los nutrientes necesarios a las plantas (Ver ecuación 1). Esta relación entre peces y plantas se obtuvo basándose en las experiencias tomadas por Al-Hafedh, Y. S (2008) y Lennard, W. A (2012) donde se estimó que la relación entre alimento diario para los peces y cantidad de metros cuadrados de plantas en un sistema de escala pequeña debiera ser de 35 gramos de alimento al día por cada metro cuadrado de plantas.

Ecuación 1: Calculo para la alimentación diaria de los peces.

$$R_a = \frac{35 \frac{gr}{m^2}}{dia}$$
$$A_s = 60 m^2$$
$$A_d = R_a * A_s$$
$$A_d = R_a * A_s = \frac{35 \frac{gr}{m^2}}{dia} * 60 m^2$$
$$T_d = 2100 \frac{gr}{dia}$$

Donde:

$R_a =$ *Relacion entre alimento y cantidad de plantas* ($\frac{gr}{m^2}$ /*dia*)

$A_s =$ *Area disponible de siembra de plantas* (m^2)

$T_d =$ *Tasa de alimento diario para los peces* (gr /*dia*)

Luego de esto, se calculó la biomasa de peces necesaria para satisfacer la tasa de alimentación obtenida en la ecuación 1, donde se llegó a que este valor correspondía a un total de 175 kilogramos de biomasa animal (Ver ecuación 2).

Ecuación 2: Calculo de la biomasa de peses necesaria para la tasa de alimentación.

$$T_2 = 2.1 \text{ kg de alimento / dia}$$

$$T_1 = 1.2 \text{ kg de alimento / dia}$$

$$B_1 = 100 \text{ kg}$$

$$B_2 = \frac{T_2 * B_1}{T_1} = \frac{2.1 \text{ kg de alimento / dia} * 100 \text{ kg}}{1.2 \text{ kg de alimento / dia}}$$

$$B_2 = 175 \text{ kilogramos}$$

Donde:

$T_1 =$ tasa de alimento diario para 100 kilogramos de pez ($\text{kg de alimento / dia}$)

$T_2 =$ Tasa de alimento requerida por el sistema ($\text{kg de alimento / dia}$)

$B_1 =$ Biomasa animal para 1.2 kilogramos de alimento (kg)

$B_2 =$ Biomasa animal para 2.1 kilogramos de alimento (kg)

Finalmente utilizando la biomasa animal requerida por el sistema se procedió a calcular el volumen de agua necesario para mantener a los peces en óptimas condiciones (Ver ecuación 3).

Ecuación 3: Calculo del volumen de agua para mantener a los peces.

$$D_s = 20 \text{ kg / m}^3$$

$$V_{est} = \frac{B_2}{D_s} = \frac{175 \text{ kg}}{20 \text{ kg / m}^3}$$

$$V_{est} = 8.75 \text{ m}^3$$

Donde:

$D_s = \text{densidad de siembra estimada (kg/m}^3\text{)}$

$B_2 = \text{Biomasa animal para 2.1 kilogramos de alimento (kg)}$

$V_{est} = \text{Volumen estimado de agua para los peces (m}^3\text{)}$

Ya teniendo el volumen de agua estimado se procedió a utilizar 2 estanques cilíndricos hechos de polietileno de alta densidad con dimensiones de 1.96 metros de diámetro superior, 1.72 de diámetro de inferior y 1.9 metros de alto (Ver figura 20). Cada uno con una capacidad aproximada de 5.4 metros cúbicos de agua. Esto proporciona una capacidad ociosa en los estanques de 2.05 metros cúbicos de agua, la cual puede ser utilizada en caso de querer mantener a los peces por más tiempo del previsto.



Figura 20: Estanque de polietileno. Fuente: Elaboración propia.

Los motivos por los cuales se eligió este diseño de estanque fueron los siguientes:

- El volumen de agua fue el necesario para albergar la densidad de siembra seleccionada (20 kg pez/m³).
- Sus dimensiones permitieron un fácil control y acceso hacia los peces.

- Debido al material del cual estaba construido era resistente a la intemperie y temperaturas en invernaderos, así como fácil de reparar en caso de tener alguna descompostura.
- Fácil de limpiar y al ser un material plástico era fácil de maniobrar ya que era ligero y flexible.
- Bajo costo en relación a otros estanques similares.

Biofiltro

El biofiltro utilizado fue de tipo torre, el cual es un filtro tipo wet/dry en una configuración cilíndrica, elaborado de PVC, de 1.5 m de altura y 0.201 m de diámetro. En su interior se rellenara con material filtrante como medio de soporte de bacterias nitrificantes. Con el objetivo de asegurar las concentraciones adecuadas de oxígeno para las bacterias dentro del “filtro tipo torre” se diseñó de tal manera que el nivel de agua en su interior alcanzó solamente la mitad de la altura de la estructura .

Filtro mecánico

Inmediatamente después de que el agua sea extraída desde el tanque de peces esta pasara por un filtro mecánico compuesto por mallas de distinto espesor con la finalidad de ir capturando los desechos sólidos de los peces.

Bomba de agua

Para poder movilizar el volumen de agua contenido en los estanques se requiere de una unidad impulsora, que en este caso será una bomba de agua. Para estimar el tamaño de la bomba fue necesario calcular el caudal que requiere el sistema con el fin de mantener a los peces en óptimas condiciones. Para un volumen de 8.75 metros cúbicos de agua el caudal necesario asciende a 65 litros por minuto, esto basado en el modelo de dimensionamiento propuesto por W.Lennard (2014).

Es por esto que se utilizaran dos bombas centrifugas Pedrollo CP100 de 0.33HP. Estas bombas moverán el agua desde la salida del filtro biológico hacia el final de las camas hidropónicas. Y desde el sumidero ubicado al término de las camas de vuelta al estanque de peces.

Soplador de aire

Se instalaran para oxigenar el agua, mediante difusores en el fondo de los estanques con el fin de liberar aire para asegurar una buena calidad de oxígeno para los peces.

Se utilizó una bomba de aire silenciosa Air 550 R (550 l/h) con 4 salidas regulables la cual conectada a una tubería de goma traspaso el aire hacia los estanques por medio de 4 difusores de goma flexible instalados dentro de los estanques. El cálculo del oxígeno necesario por estanque se encuentra en el Anexo 10.

Tubería colectora o drenaje (Tubo de PVC de 1” de diámetro)

La red de distribución de agua conectora, conecta los estanques, filtros, bombas, depósitos y alimenta de agua a las camas de cultivo. Tendrá inclinación suave para permitir la fácil circulación de los volúmenes de agua requeridos, una pendiente mínima de 4%. Toda el agua que entra en las camas de cultivo (pendiente 3% hacia tanque recolector) de la red de distribución, pasa como una pequeña película de agua humedeciendo y dejando nutrientes a las raíces, posteriormente cae a una tubería colectora de donde es conducida al sumidero para ser bombeado de vuelta a los estanques de peces.

4.4 Volumen de producción

La capacidad productiva del proyecto fue calculada basándose en la capacidad máxima que se podía generar dentro de la localización escogida, y no en base al estudio de mercado y el porcentaje de este que se pretende abarcar.

En la tabla 6 se observa el volumen de producción mensual de la trucha arcoíris y de la lechuga hidropónica para el cultivo.

Tabla 6: Volúmenes de producción

	Producción semanal	Producción mensual	Producción anual
Lechuga hidropónica (Unidades)	205	820	42640
Trucha arcoiris (Kilogramos)	-	-	300

4.4 Estudio del personal requerido

Para ofrecer un producto de calidad es necesario que los procesos técnicos y manuales sean ejecutados y supervisados por el personal de trabajo, de manera que cumplan las especificaciones requeridas por el producto y el proceso.

Se requerirá de un trabajador con conocimientos en el área agrícola y mayor de 18 años, el cual estará encargado de realizar la mayoría de las actividades en el cultivo acuaponico. Es necesario además, contar con el apoyo de 2 trabajadores de tipo part-time. Uno para trabajar el día libre requerido por el trabajador contratado y otro para ayudar a la cosecha de lechugas los días lunes. Los horarios de jornada y el costo mensual de estos se pueden ver en el Anexo 11.

Capítulo 5: Evaluación económica

Para la evaluación económica del proyecto se consideraron diferentes variables que influyen directamente en la toma de decisión con respecto a la puesta en marcha de un cultivo acuaponico de trucha arcoíris y lechuga hidropónica en un invernadero en la comuna de San Pedro de la Paz.

El proyecto fue evaluado de forma pura, dejando así en manos del inversionista la decisión de si utilizar recursos propios o si decide utilizar terceras personas (naturales y/o jurídicas).

Algunas de las variables que se evaluaron durante un horizonte de proyección de 5 años son precio (\$/unidad), producción (unidades), costos totales (\$) e inversión en cultivo (\$), permitiendo por medio de indicadores económicos como el VAN (Valor actual neto) conocer la viabilidad del proyecto.

5.1 Inversiones del proyecto

Las inversiones necesarias para poder llevar a cabo un cultivo acuaponico dentro de un invernadero con dimensiones de 20 metros de largo por 10 metros de ancho vienen detallados en la tabla 7, la cual fue elaborada en base a lo mostrado en el estudio técnico del proyecto.

En el anexo 12, se muestra el detalle de la inversión, donde los costos fueron obtenidos por medio de investigación vía internet a diferentes empresas como Sodimac, Virtual Fish, Jardisen, Hidrocentro, Milbolsas, entre otros. Además de los ítems explicados en el estudio técnico del proyecto, se incluyó en la tabla 7 la compra de un furgón chino, el cual se requirió para poder entregar en óptimas condiciones los productos a los clientes y con un gasto reducido en combustible. También fue incluida la inversión en mano de obra de la construcción de las camas hidropónicas, como también la de instalación de estanques y su tubería interconectora.

Como se dijo anteriormente a pesar de que el proyecto consideró el aprovechamiento de un invernadero. Fue necesario incluir dentro de las inversiones el costo de éste, con el fin de ajustar más a la realidad el proyecto y que pueda ser replicado sin problemas, no se

incluyeron costos por uso de agua, debido a que estos sistemas utilizan un recambio mínimo de ésta.

Con esto y sumado a los ítems ya mencionados, la inversión inicial requerida para dar marcha al proyecto fue de \$10.654.072.

Tabla 7: Costos de inversión inicial

Detalle	Cantidad	Costo (\$)
Invernadero	1	\$ 4,000,000
Estanque de polietileno	2	\$ 931,980
Cama hidroponica	5	\$ 1,102,860
Filtro mecanico	1	\$ 30,000
Biofiltro	1	\$ 20,000
Bomba Hidraulica	2	\$ 289,415
Bomba de Aire silenciosa	1	\$ 29,450
Sistema de recirculacion y oxigenacion	1	\$ 132,249
Balanza de reloj o pie (cap.5kg)	1	\$ 6,990
Juego de redes de mano	1	\$ 20,000
Instrumentos de trabajo	1	\$ 50,000
Aqua test box agua profesional	1	\$ 68,200
Almacigueras de 200 cavidades	10	\$ 15,900
Furgon	1	\$ 3,558,100
Construccion de camas hidroponicas	5	\$ 325,000
Instalacion de estanques y tuberia interconectora	1	\$ 200,000
Total		\$ 10,654,072

Otro ítem importante en la inversión del proyecto es el capital de trabajo, el que se obtuvo por medio del método del déficit acumulado máximo (Ver Anexo 13), considerando un periodo productivo de 1 mes para producir 4 cosechas de 205 lechugas por semana , y un periodo de 6 meses para obtener una cosecha de trucha arcoíris de 500 gramos. El valor obtenido fue de \$1.425.581.

5.2 Ingresos

En el caso de los ingresos se consideró la venta por unidad de 250 g de lechuga al terminar sus 2 meses de crecimiento y la venta por kilo para la trucha arcoíris al finalizar el año del ciclo de engorda. Adicionalmente para el caso de ambos recursos se estimó una mortalidad del 5% para la trucha y la lechuga.

Para la estimación de los ingresos se consideró para el 1 año de ingreso que debido a que se requirió de 2 meses para empezar a producir lechugas, la producción del 1 año fue más baja que la del resto del horizonte de proyección. También cabe notar que para la fijación del precio de la lechuga se calculó en base a un promedio de los precios ya estimados durante el año.

En el anexo 14, se detalla el ingreso anual (\$) durante el horizonte de proyección, correspondiente a \$7.262.961 para el primer año y de \$8.087.243 para los siguientes años.

5.3 Costos totales

Para los costos del proyecto se evaluaron en primera instancia los costos fijos. En la Tabla 8 se muestra el detalle, considerando en el caso de la resolución sanitaria un costo anual de \$1000, esto debido a que el proyecto fue pensado en ser inscrito como una Microempresa familiar (MEF) la cual permite optar a beneficios por parte del estado, como lo es el de un arancel muy bajo para la resolución sanitaria, entre otros.

También se consideró un costo de arriendo del terreno por un valor de \$100.000 mensuales.

Para lograr obtener esta clasificación se deben entregar los documentos mostrados en el anexo 15 al correspondiente municipio y cancelar el costo de la patente que se estime según las autoridades de la oficina de rentas y registro comerciales.

Tabla 8: Costos Fijos del proyecto.

Detalle	Cantidad	Costo mensual (\$)	Costo anual (\$)
Patente Microempresa familiar	1	-	\$ 50.000
Resolución sanitaria	1	-	\$ 1.000
Encargado del cultivo	1	\$ 250.000	\$ 3.000.000
Encargado part-time		\$ 40.000	\$ 480.000
Total			\$ 3.531.000

Posteriormente se estudiaron los costos variables relacionados con la producción de trucha arcoíris y lechuga hidropónica, mostrados en las tablas 9 y 10.

Tabla 9: Costos de producción de lechuga hidropónica.

Detalle	Cantidad	Costo mensual (\$)	Costo anual (\$)
Semillas de lechuga organica (g)	2.5	\$ 640	\$ 7,680
Sustrato universal (L)	13.2	\$ 4,224	\$ 50,688
Espuma agricola agroFOAM	5.25	\$ 2,950	\$ 148,675
Bolsa Polipropileno Transparente	1050	\$ 8,988	\$ 107,856
Elasticos (1kg)	1	\$ 4,222	\$ 50,668
Total			\$ 365,567

Tabla 10: Costos de producción trucha arcoíris.

Detalle	Cantidad	Veces al año	Costo (\$)	Costo anual (\$)
Juveniles de trucha arcoiris	370	1	\$ 148,000	\$ 148,000
Alimento para peces EWOS (38%proteina) (kg)	62.5	12	\$ 106,250	\$ 1,275,000
Transporte de juveniles	1	1	\$ 30,000	\$ 30,000
Total				\$ 1,453,000

En las tablas 11, 12 y 13 se muestra el costo energético del sistema acuaponico y el de costo en ventas asociado a la cosecha de las lechugas y truchas.

Tabla 11: Costo energético del sistema acuaponico

Detalle	Cantidad	Costo mensual (\$)	Costo anual (\$)
Consumo electrico bomba hidraulica (kWh/mes)	365	\$ 43,565	\$ 522,780
Consumo electrico bomba de aire (kWh/mes)	3	\$ 674	\$ 8,088
Consumo electrico iluminación (kWh/mes)	5	\$ 1,125	\$ 13,500
Cargo fijo uso de electricidad	-	\$ 765	\$ 9,180
Total			\$ 553,548

Tabla 12: Costo por cosecha de lechuga

Detalle	Cantidad	Costo mensual (\$)	Costo anual (\$)
Combustible furgon	-	\$ 20,000	\$ 240,000
Total			\$ 240,000

Tabla 13: Costo por cosecha de trucha arcoíris

Detalle	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Arriendo furgon cerrado	1	\$ 80,000	\$ 80,000
Hielo escama (bolsa 50 kg)	2	\$ 9,000	\$ 18,000
Arriendo cajas plasticas	18	\$ 20,000	\$ 240,000
Total			\$ 240,000

También fue necesario incluir el costo anual de reparación del invernadero, el cual debido a sus características puede sufrir deterioros en su estructura por causas como el sol, lluvia, viento, desgaste de materiales, etc. (Ver tabla 14).

Tabla 14: Costo Anual de reparación del invernadero.

Detalle	Cantidad	Costo anual (\$)
Mantenición invernadero	-	\$ 150,000
Total		\$ 150,000

5.4 Utilidad

La utilidad antes de impuesto que se detalla en la Tabla 15, se obtuvo a partir de los ingresos generados por la producción de trucha arcoíris y lechuga hidropónica durante un año, menos los costos asociados a dicha producción, es decir, costos fijos, de cosecha, energéticos, de mantención y de ventas, los que fueron detallados anteriormente.

Tabla 15: Utilidades anuales del proyecto

Detalle	Valor anual (\$)
Precio trucha (\$/kg)	\$ 4,000
Precio lechuga (\$/unidad)	\$ 699.5
Produccion trucha (kg)	\$ 315
Produccion lechuga (unidad)	\$ 9,850
Ingreso anual (\$)	\$ 8,150,189
Costos fijos (\$)	\$ 3,531,000
Costo de arriendo	\$ 1,000,000
Costo energetico (\$)	\$ 522,783
Costo de ventas (\$)	\$ 480,000
Costo de produccion trucha (\$)	\$ 1,453,000
Costo de produccion lechuga (\$)	\$ 365,573
Costo de mantencion (\$)	\$ 150,000
Utilidad anual (\$)	\$ 647,833

Otro factor importante en el análisis económico es la depreciación, en este caso se realizó una depreciación legal, según datos obtenidos a partir de la página oficial del servicio de impuestos internos (SII).

En el Anexo 16 se muestra en detalle la depreciación de los bienes, según su vida útil, además del valor de desecho calculado en el último año del proyecto por medio del método contable.

En el caso de los bienes que poseen una vida útil menor al horizonte de proyección del proyecto, fue necesario considerar la compra de nuevos equipos con el fin de reemplazar los anteriores por su desgaste. El costo relacionado con este ítem corresponde a \$2.681.443.

5.5 Indicadores económicos.

Luego de haber estimado las inversiones, costos e ingresos, el siguiente paso para determinar la rentabilidad del proyecto fue calcular los flujos de caja considerando que el proyecto es financiado en un 100% con capital propio por un sólo inversionista, sin solicitar financiamiento externo. En el Anexo 17 se presenta en detalle los flujos de caja que permitieron el cálculo del VAN.

Tabla 16: Indicadores económicos para un cultivo acuapónico

VAN	-7266051
PRI	Año 10

Como se puede observar en la tabla 16 el valor actual neto es menor a cero, por tanto se concluye que el proyecto no es viable económicamente, así su puesta en marcha no beneficia al inversionista, siendo no conveniente invertir en este proyecto puro.

Finalmente, el periodo de recuperación del capital ocurre en el año 10, gracias al valor de desecho del proyecto.

5.6 Análisis de sensibilidad

El estudio de sensibilidad es parte fundamental de un proyecto, debido a que analiza la variación de los elementos que influyen en la evaluación económica (VAN).

Independientemente de que el VAN obtenido fue negativo, se presentó de manera interesante el identificar bajo que situaciones el proyecto podría ser rentable y cuáles eran los factores con mayor peso a la hora de determinar la rentabilidad del cultivo.

Basándose en los resultados se identificaron 2 variables que pueden aumentar el valor del VAN, que son: precios de venta y el volumen de producción.

El precio de venta dependerá de las condiciones del mercado lo cual si bien no es imposible, representa mucha incertidumbre la cual no es buena para el inversionista. Por otra parte el aumento de la producción se ve como una alternativa más ambiciosa, pero a su vez más rentable dado que el mercado es capaz de aceptar más de lo que el proyecto pretende producir.

Se realizó un análisis bastante sencillo, utilizando Microsoft Excel 2015. Donde en base a la experiencia al desarrollar este proyecto, se fueron modificando las variables ya mencionadas y se observó su comportamiento.

En la figura 20 se observa el proyecto original y el proyecto bajo sensibilidad, comparando sus flujos de caja y el periodo de recuperación de está tomando los valores mostrados en la

tabla 17. El análisis de sensibilidad tuvo el fin de analizar el comportamiento del VAN, suponiendo un aumento considerable de la escala del proyecto, siendo más exactos del doble de la original.

El VAN se vuelve positivo con un valor estimado de \$1.473.180 y en un periodo de recuperación de la inversión al 4 año. Lo cual comprueba las suposiciones que se tenían al empezar el análisis de sensibilidad, de que un factor determinante para la rentabilidad del proyecto era el volumen de producción, que no permitía aprovechar de manera eficiente las economías de escala.

Tabla 17: Comparación valores originales y bajo sensibilidad

Detalle	Original (\$)	Sensibilidad (\$)
Precio trucha (\$/kg)	\$ 4,000	\$ 4,000
Precio lechuga (\$/unidad)	\$ 699.5	\$ 699.5
Produccion trucha (kg)(Anual)	\$ 300	\$ 600
Produccion lechuga (unidad)(Anual)	\$ 9,850	\$ 19,699
Ingreso anual (\$)	\$ 8,090,189	\$ 16,180,378
Costos fijos \$(Anual)	\$ 3,531,000	\$ 6,051,000
Costo de arriendo (Anual)	\$ 1,000,000	\$ 1,000,000
Costo energetico \$(Anual)	\$ 522,783	\$ 580,000
Costo de ventas \$(Anual)	\$ 480,000	\$ 480,000
Costo de produccion trucha \$(Anual)	\$ 1,453,000	\$ 2,906,000
Costo de produccion lechuga \$(Anual)	\$ 365,573	\$ 731,134
Costo de mantencion \$(Anual)	\$ 150,000	\$ 200,000
Utilidad anual (\$)	\$ 587,833	\$ 4,232,244
Inversion inicial	\$ 10,654,072	\$ 15,133,085
Capital de trabajo	\$ 1,425,581	\$ 2,000,000

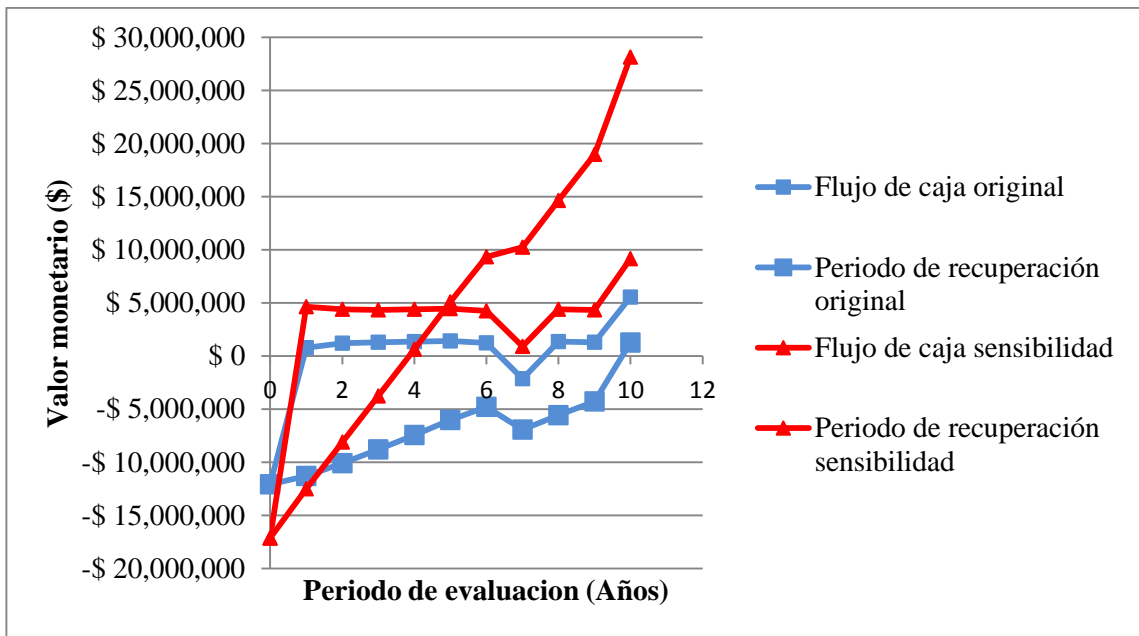


Figura 21: Comparación proyecto original vs proyecto bajo sensibilidad. Fuente: Elaboración propia

Finalmente se evaluó el comportamiento del VAN del proyecto, suponiendo un aumento del precio de venta de los productos. En la figura 21 se puede apreciar que incluso si el precio de venta de los productos aumenta hasta en un 50%, el valor del VAN se mantiene negativo, dando a entender que difícilmente el proyecto puede ser rentable pensando en un aumento de los precios de venta.

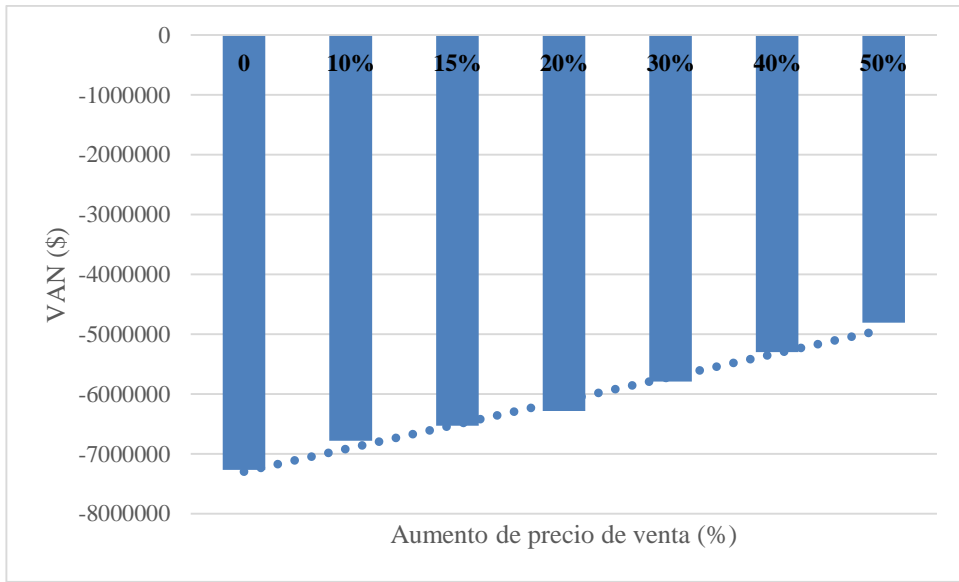


Figura 22: Comportamiento del VAN ante un aumento del precio de venta de los productos.
Fuente: Elaboración propia.

6. Conclusiones y recomendaciones

El objetivo general de este proyecto fue el diseñar y dimensionar un sistema de cultivo acuaponico. De acuerdo a los objetivos específicos propuestos, se pudo concluir lo siguiente: Se completó el primer objetivo específico identificando a los peces y hortalizas a integrar dentro del cultivo, donde las especies escogidas fueron por el lado de los peces la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y por el lado de las hortalizas se escogió a la lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*). Gracias al estudio de mercado del proyecto se llegó a la conclusión de que los productos generados por el proyecto pueden ser comercializados sin problema alguno en el mercado regional, esto debido a la considerable disminución de oferta que presenta la lechuga desde Abril a Noviembre, y a que la demanda de salmónidos en un fin de semana cualquiera supera los 500 kilogramos en el terminal pesquero. En relación al segundo objetivo específico de diseñar y dimensionar el sistema de recirculación adecuado para el proyecto todo se adaptó considerando un espacio disponible de 200 m². Lo anterior fue la base para desarrollar el estudio técnico, donde se logró completar a cabalidad el objetivo número dos. Finalmente se evaluó económicamente el proyecto, donde se consideró un horizonte de proyección de 10 años, debido a que el promedio de los activos tenía esa vida útil. Los costos e inversiones considerados para el estudio fueron equivalentes a la instalación de todo lo que concierne al sistema acuapónico, su construcción, arriendo del terreno y operación. Al evaluar el valor actual neto (VAN), este indicó un valor negativo y con un periodo de recuperación de la inversión al 10 año, lo cual se explica debido a que el margen de utilidad es muy bajo en relación a los costos que conlleva una producción a la escala propuesta, y sumado a que es necesario reinvertir en ciertos activos al final de su vida útil.

Como recomendación, basándose en el análisis de sensibilidad realizado en el estudio económico del proyecto. El proyecto logra ser rentable a una escala mayor de la estudiada en este documento, esto debido al aprovechamiento de las economías de escala, las cuales permiten aprovechar de mejor manera los costos e inversiones del proyecto. En el análisis se estudió la alternativa de aumentar la escala del proyecto al doble, la cual arrojó un VAN positivo y con un periodo de recuperación de la inversión al 4 año.

7. Revision bibliográfica

- Al-Hafedh, Y. S., Alam, A. and Beltagi, M. S. (2008), Food Production and Water Conservation in a Recirculating Aquaponic System in Saudi Arabia at Different Ratios of Fish Feed to Plants. *Journal of the World Aquaculture Society*, pags: 510–520 -
- Bernstein, S. 2011. *Aquaponic gardening: a step by step guide to raising vegetable and fish together*. 1a ed. Gabriola Island, CA, New Society Publisher.pag. 255
- Caló, P. 2011. *Introducción a la Acuaponía*. Argentina: Centro Nacional de Desarrollo Acuícola CENADAC.pags 15-30
- Colagrosso, A. 2014. *Instalación y manejo de sistemas de cultivo acuapónicos a pequeña escala*. Costa rica: [s.n].pags 3-11
- Diario El Mercurio de Valparaíso. 2012. *Cridesat-UDA se adjudican \$450 millones para desarrollar proyectos acuícolas*. Diario El Mercurio de Valparaíso, págs. 15-17.
- Kubitza, F. 2006. *Sistemas de Recirculación Cerrada*, Brasil: [s.n].Recuperado de www.minagri.gob.ar/site/pesca/acuicultura/01=cultivos/03-otros_sistemas/_archivos/000004_Sistemas%20de%20recirculaci%C3%B3n%20cerrada.pdf?PHPSESSID=53780e686fdd2fd28d7d0f611a595fc5
- Mateus J. 2009. Acuaponía: hidroponía y acuacultura, sistema integrado de producción de alimentos. (en línea) *Red Hidroponía, Boletín No 44*. p. 7-10.
- Lennard, W. A. y Leonard, B. V. (2006). A comparison of three different hydroponic sub- systems (gravel bed, floating and nutrient film technique) in an Aquaponic test system. *Aquaculture International*. pags: 539-550.
- LERDON, J. 2004. *Formulación y evaluación de proyectos agrícolas y agroindustriales*. Serie B: apuntes de clases N° 45. Universidad Austral de Chile, Instituto de Economía Agraria. Valdivia, Chile. 146 p.

- Losordo, TM; Timmons, MB. 1994. An introduction to water reuse systems. *In* Aquaculture water reuse systems: engineering design and management. Eds. MB. Timmons; TM. Losordo. Amsterdam, NL, Elsevier. p. 1-7.
- Pardo, S. Suárez, H. Soriano, E. 2006. Tratamiento de efluentes una vía para la acuicultura responsable. *Revista MVZ Córdoba 11 Supl (1)*. p. 20-29. Recuperado de www.redalyc.org/pdf/693/69309903.pdf
- Rakocy, JE. 1988. Hydroponic lettuce production in a recirculating fish culture system. (en línea) Aquaponics Global.
- Rakocy, J. E., 1999. The status of aquaponics Part 1. Aquaculture Magazine. Julio-Agosto. Pags 83 – 88. USA.
- Rakocy, JE. 2002. Aquaponics: vegetable hydroponics in recirculating systems. In Recirculating Aquaculture Systems. 2a ed. 2nd Ed. Eds. MB. Timmons; JM. Ebeling; FW. Wheaton; ST. Summerfelt; BJ. Vinci. Ithaca, US, Cayuga Aqua Ventures. pags: 631-672.
- Rakocy, J. (2005). Questions and Answers. Aquaponics Journal. Segundo trimestre. Pags: 8-10
- Ramos CL. 2006. Acuaponics Guadalajara. Aquaponics Journal. Número 40:12-13, primer trimestre.
- Sapag, N. (2007). Proyectos de inversión: Formulación y Evaluación. México: Pearson Educación de México.
- Sapag, N. (2011). Proyectos de inversión: Formulación y Evaluación 2da edición. Chile: Pearson Educación.
- Silva, K. 2013. Acuaponía de truchas y hortalizas en zona semiárida del norte de Chile. *Revista mundo acuícola pesquero*, 94. p.6-8. Recuperado de www.mundoacuicola.cl/?cat=2&leermas=1&idnews=370&modulo=3

- Subsecretaria de pesca y acuicultura.2014. Subpesca apoya proyecto de acuaponía en la Región de Arica y Parinacota. Chile: Autor.
- Timmons M.B. Y Ebeling, J.M. (2010). Recirculating Aquaculture. Segunda edición. USDA. pag: 939

8.ANEXOS

Anexo 1: Prueba de tendencia para la demanda de trucha arcoíris

Para analizar si los datos presentan tendencia, se consideró realizar una prueba de tendencia de Mann-Kendall, mediante la aplicación xlstat de Excel.

Donde se consideraron dos hipótesis:

H₀: No hay una tendencia en la serie

H₁: Hay una tendencia en la serie

Tau de Kendall	0,574
S	78,000
Var(S)	0,000
valor-p (bilateral)	0,001
alfa	0,05

Como el p- valor calculado es menor que el nivel de significación alfa = 0.05, se debe rechazar la hipótesis nula H₀. Por lo tanto, los datos históricos correspondientes a la demanda de trucha arcoíris, presentan tendencia.

Anexo 2: Ecuación y parámetros del método de Brown con tendencia cuadrática

$$Y_t = a + bt + ct^2 + \varepsilon$$

a: Intercepto

b: Pendiente de la serie de tiempo

c: Parámetro de no linealidad de segundo orden

$$a_t = 3S_t - 3S'_t + S''_t$$

$$b_t = \left[\frac{\alpha}{2(1-\alpha)^2} \right] * [(6-5\alpha)S_t - (10-8\alpha)S'_t + (4-3\alpha)S''_t]$$

$$c_t = \left(\frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^2} \right) (S_t - 2S'_t + S''_t)$$

Primera suavización: $S_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)S_{t-1}$

Segunda suavización: $S'_t = \alpha S_t + (1-\alpha)S'_{t-1}$

Tercera suavización: $S''_t = \alpha S'_t + (1-\alpha)S''_{t-1}$

Inicialización: $S_t = S'_t = S''_t = Y_t$

Pronóstico para el periodo t+k:

$$F_{t+k} = a_t + b_t k + \frac{1}{2} c_t k^2$$

F_{t+k} = Pronóstico para el periodo t+k

α = Constante de suavización para los datos $0 < \alpha < 1$

Y_t = Observación en el periodo t

Anexo 3: Brown con tendencia cuadrática para la demanda de trucha arcoiris

ECM, Error cuadrático medio: Corresponde a un promedio del cuadrado de los errores y se calcula mediante la siguiente expresión.

$$ECM = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n}$$

Este método nos ayuda a encontrar el alfa que minimiza el error del método de Brown con tendencia cuadrática.

t	Yt	0	0.09 <-- Alpha S'	S''	At	Bt	Ct	Ft+k	k	error ²
1998	22.673	22.673	22.673	25.673						
1999	21	22.52243	22.6594487	25.40178038	24.9907243	0.514527174	0.02548368			
2000	39.489	24.0494213	22.7845462	25.16622931	28.9608545	0.864229021	0.03566854	25.5179933	1	195.1890283
2001	48.868	26.28309338	23.0994155	24.98021606	34.5312498	1.341403134	0.04953783	29.8429178	1	361.9537527
2002	29.126	26.53895498	23.408974	24.83880428	34.2287471	1.233799962	0.04460146	35.8974218	1	45.8521536
2003	41.314	27.86870903	23.8103502	24.74624341	36.92132	1.413675644	0.04885091	35.4848478	1	33.97901522
2004	52.079	30.04763522	24.3717058	24.71253503	41.7403232	1.780909967	0.05885249	38.3594211	1	188.2268463
2005	56.83	32.45804805	25.0994766	24.74735978	46.823074	2.147929472	0.06853313	43.5506594	1	176.3408871
2006	66.455	35.51777372	26.0371234	24.8634385	53.3053896	2.621409756	0.08125398	49.0052701	1	304.4930753
2007	61.207	37.82980409	27.0984646	25.06459085	57.2586092	2.824255903	0.08507363	55.9674263	1	27.45313258
2008	34.853	37.56189172	28.0401731	25.33239325	53.8975492	2.322845536	0.06665005	60.1254019	1	638.694299
2009	59.247	39.51355147	29.0727771	25.6690278	56.9913508	2.458959142	0.06883215	56.2537197	1	8.959726657
2010	101.925	45.13058183	30.5179796	26.10543346	69.9432403	3.512681509	0.09977111	59.484726	1	1801.176855
2011	103.548	50.38814947	32.3062948	26.66351098	80.9090749	4.309626761	0.12167187	73.5058074	1	902.5333384
2012	121.674	56.80387602	34.5110772	27.36979194	94.2481885	5.275886721	0.14820343	85.2795375	1	1324.556897
2013	56.794	56.80298718	36.5173491	28.19307208	89.0499864	4.430755018	0.11699919	99.598177	1	1832.197566
2014	54.349	56.58212833	38.3231792	29.10478172	83.8816291	3.638285875	0.0884295	93.5392411	1	1535.874994
2015								87.5641298	1	
2016								91.3350599	2	
2017								95.1944195	3	
2018								99.1422086	4	
2019								103.178427	5	
								ECM-->		625

Anexo 4: Estadística descriptiva de la demanda de trucha arcoíris

Para determinar los escenarios pesimista y optimista se obtuvo la desviación estándar de los 5 datos proyectados (F_{t+k}), mediante un análisis de datos. Así, la estadística descriptiva obtenida se muestra a continuación:

Yt	
Media	57.143
Error típico	6.879054523
Mediana	54.349
Moda	#N/A
Desviación estándar	28.3630684
Varianza de la muestra	804.4636493
Curtosis	0.586305439
Coefficiente de asimetría	1.017995101
Rango	100.674
Mínimo	21
Máximo	121.674
Suma	971.431
Cuenta	17
Nivel de confianza(95.0%)	14.58294414

Anexo 5: Prueba de tendencia para la oferta de trucha arcoíris

Para analizar si los datos presentan tendencia, se consideró realizar una prueba de tendencia de Mann-Kendall, mediante la aplicación xlstat de Excel.

Donde se consideraron dos hipótesis:

H₀: No hay una tendencia en la serie

H₁: Hay una tendencia en la serie

Tau de Kendall	0,676
S	92,000
Var(S)	0,000
valor-p (bilateral)	< 0,0001
alfa	0,05

Como el p- valor calculado es menor que el nivel de significación alfa = 0.05, se debe rechazar la hipótesis nula H₀ y aceptar la hipótesis alternativa H₁. Por lo tanto, los datos históricos correspondientes a la oferta de trucha arcoíris, presentan tendencia.

Anexo 6: Brown con tendencia cuadrática para la oferta de trucha arcoíris

t	Yt	S	S'	S''	At	Bt	Ct	Ft+k	k	error ²
1998	75,108	75,108	75,108	75,108						
1999	50,414	72,14472	74,7524064	75,06532877	67,2422696	-1,00277395	-0,04267123			
2000	79,556	73,0340736	74,5462065	75,00303409	70,4666355	-0,50382218	-0,01962344	66,21816	1	177,8979759
2001	109,895	77,45738477	74,8955479	74,99013574	82,6756465	1,098519049	0,04939633	69,9530016	1	1595,363236
2002	96,6	79,7544986	75,4786219	75,04875409	87,876384	1,667743922	0,07151669	83,7988637	1	163,8690911
2003	99,6	82,13595876	76,2775024	75,19620388	92,7715731	2,146157391	0,08883145	89,5798863	1	100,4026786
2004	125,481	87,33736371	77,6046857	75,4852217	104,683256	3,474298456	0,14156803	94,9621462	1	931,4004378
2005	122,962	91,61232007	79,2856018	75,94126732	112,921422	4,214171025	0,1670278	108,228338	1	217,0807922
2006	150,608	98,69180166	81,6143458	76,62203674	127,854404	5,737054992	0,2247238	117,219107	1	1114,818183
2007	162,406	106,3375055	84,581125	77,57712733	142,846269	7,127316875	0,27432117	133,703821	1	823,8150717
2008	149,411	111,5063248	87,812149	78,80532993	149,887857	7,373222748	0,27311201	150,110746	1	0,489644776
2009	149,741	116,0944858	91,2060294	80,29341386	154,958783	7,335414072	0,25988134	157,397636	1	58,62407804
2010	215,367	128,0071875	95,6221684	82,1328644	179,287922	9,745199154	0,35136661	162,424138	1	2802,946644
2011	224,569	139,594605	100,898861	84,38478396	200,472017	11,53247258	0,41246902	189,208804	1	1250,343436
2012	262,674	154,3641324	107,314693	87,13637309	228,28469	13,99415432	0,49966956	212,210724	1	2546,54224
2013	153,8	154,2964365	112,952503	90,23430863	214,266111	10,89072968	0,34634641	242,528679	1	7872,778545
2014	118,872	150,0455041	117,403663	93,49463112	191,420155	6,914029072	0,16238696	225,330013	1	11333,30863
2015								198,415378	1	
2016								205,572987	2	
2017								212,892984	3	
2018								220,375367	4	
2019								228,020138	5	
								ECM -->		2.066

ECM, Error cuadrático medio: Corresponde a un promedio del cuadrado de los errores y se calcula mediante la siguiente expresión.

$$ECM = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n}$$

Este método nos ayuda a encontrar el alfa que minimiza el error del método de Brown con tendencia cuadrática.

Anexo 7: Estadística descriptiva para la oferta de trucha arcoíris

Para determinar los escenarios pesimista y optimista se obtuvo la desviación estándar de los 5 datos proyectados (F_{t+k}), mediante un análisis de datos. Así, la estadística descriptiva obtenida se muestra a continuación:

<i>Columna1</i>	
Media	138,062588
Error típico	13,5670003
Mediana	125,481
Moda	#N/A
Desviación estándar	55,9381752
Varianza de la muestra	3129,07944
Curtosis	0,30277123
Coefficiente de asimetría	0,72093846
Rango	212,26
Mínimo	50,414
Máximo	262,674
Suma	2347,064
Cuenta	17
Nivel de confianza(95,0%)	28,7607558

Anexo 8: Resumen entrevista a restaurantes de Concepción.

Nombre local	Dirección	Atendido por	Demanda de lechugas a la semana	Disposición a cambiarse a lechuga acuaponica	Disposición a pagar más por lechuga acuaponica (%)	Proveedor actual	Directo	Disponibilidad de oferta
Al Quincho	Las Margaritas 1559	Diego Suzarte	6 Si	6 Si	0	Proveedor actual	Directo	Buena
Amador	Lota 101	Marcelo Ortiz	12 Si	12 Si	0		Vega monumental	Regular, no siempre encuentran hidropónica.
Amanda	Pedro de Valdivia N° 174	Pamela Contreras	20 no	20 no	0	Agroproveedores		Buena
Cafetería Vershlys Centro	San Martín 654	Rodrigo Sanchez	120 Si	120 Si	0	Abasto		Buena
Centro Español	Barros Arana 675, 2° piso, Concepción.	Jaime Saez	60 Si	60 Si	5	Biopal, Agroproveedores		Baja, deben recurrir a lechuga orgánica
Faro belen	Mamuel Bulnes 382, Concepción	Ana Carrasco	15 Si	15 Si	10	Biopal		Buena
Fina estampa, Tucapel	Tucapel esquina O'Higgins, Concepción	Miriam Flores	80 Si	80 Si	0	Agrodistribuciones		Moderada, deben recurrir a supermercados de vez en cuando
Fina estampa, Angol	Angol esquina San Martini, Concepción.	Miriam Flores	200 Si	200 Si	0	Agrodistribuciones		Moderada, deben recurrir a supermercados de vez en cuando
G restaurant	Anibal pinto 295, Concepción.	Juan Moraga	40 Si	40 Si	10	Agroproveedores		Buena
Hacienda patagonia	Km 2,3 Camino a Samia Juana, San Pedro de la Paz.	Rodrigo Canales	150 si	150 si	8	Agrodistribuciones	Supermercado	Regular, muchas veces llegan a quebrar stock del proveedor, lo cual logra que el proveedor deba comprar a supermercados para satisfacerlos.
Kaskeria	Avenida Costanera 908, San pedro de la paz.	Jazmin Guevara	2 Si	2 Si	0		Santa Isabel	Buena, solo compran los días domingos.
L'angolo centro	Caupolicán 518, Concepción.	Marcelo Castro	125 Si	125 Si	10	Papa fruta		Regular, muchas veces llegan a quebrar stock del proveedor, lo cual logra que el proveedor deba comprar a supermercados para satisfacerlos.
L'angolo Mall mirador	Av. Los Carrera Poniente 301 Local 1000 y 1004, Concepción.	Marcelo Castro	60 Si	60 Si	10	Papa fruta		Buena
L'angolo Mall trebol	Av. Jorge Alessandri 3177, Local C202-C204 Fuente de Piedra	Marcelo Castro	140 Si	140 Si	10	Papa fruta		Regular, muchas veces llegan a quebrar stock del proveedor, lo cual logra que el proveedor deba comprar a supermercados para satisfacerlos.
Le chateau	5915, Concepción	Andres Gatica	20 si	20 si	5		Huerta, vega del esfuerzo	Baja, deben recorrer distintos lugares para encontrar sus lechugas, recurriendo a orgánica por baja disponibilidad de hidropónica.
Mar y limon	Av. Michimalonco 250, San Pedro de la Paz.	Marcela Rojas	6 Si	6 Si	0		Supermercado y Vega chica	Buena
Mistura	Av. Costanera 868	Sonaly Palacios Acuña	11 Si	11 Si	0	Agrodistribuciones		Buena
Pecattori emporio	Andabú, San Pedro de La Paz	César Aqueveque	10 Si	10 Si	2	Agrodistribuciones		Buena.
Quick biss	O'Higgins 960, Concepción.	Maria Angelica Carrillo	90 Si	90 Si	5	Aniceto Fernandez		Baja, recurren a supermercados
Quijote	Barros Arana 673, Concepción.	Genaro Diaz	25 Si	25 Si	0	Biopal		Baja, recurren a supermercados
Steve Rock	Los Mánios 1621, Concepción.	Paulo Franco Alarcon	2 Si	2 Si	10		Vega monumental	Buena

Anexo 9: Documentos necesarios para inscribirse en el registro nacional de acuicultura.



FOLIO N° _____

REGISTRO NACIONAL DE ACUICULTURA FORMULARIO DE SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN

I. IDENTIFICACIÓN DEL TITULAR

1. Nombre o Razón Social _____

(Persona Natural: Apellido Paterno Apellido Materno Nombres)

2. Rut del Titular _____

3. Identificación del Género del Titular

Persona Natural: Masculino Femenino

Persona Jurídica, sólo en caso de Sociedad de responsabilidad Limitada:

N° Socios Masculinos N° Socios Femeninos

4. Domicilio Casilla N° _____ Ciudad _____

Calle _____ N° _____ Depto./ OF. _____

Ciudad _____ Región _____

4. Teléfono _____ Fax _____

5. Domicilio Postal (Opcional) _____

6. Nombre Representante Legal _____

7. Rut Representante Legal _____

II. DATOS DEL CENTRO DE ACUICULTURA

Nombre del Centro : _____

Concesión de Acuicultura Autorización de Acuicultura

Cultivo acogido al Artículo N° 46 del D.S. N° 290 de 1993 Otros

Documentos

N° Resolución/ D.S.	Año	Fecha Publicación	Entidad que emite la Resolución
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____

Declaro bajo juramento que la información contenida en este documento es la expresión fiel de la verdad, por lo que asumo la responsabilidad correspondiente.

- Notas
- a. Código Centro asignado por Sernapesca para entrega de información estadística en los Formularios CC01 y CC02, por el titular.
 - b. N° Inscripción del centro en el Registro Nacional de Acuicultura (cuando corresponda)
 - c. Este documento debe acompañarse cuando la inscripción se refiera a una compraventa, arriendo u otra clase de contrato.
 - d. No podrá tener una antigüedad superior a 180 días.
 - e. No podrá tener una antigüedad superior a 180 días.

USO EXCLUSIVO SERNAPESCA

➔ a. Código Centro

Tipo de Inscripción

Originaria

Transferencia

Arriendo

Modificación

Otros

➔ b. N° Inscripción

Documentos Requeridos

Fotocopia Resolución o D.S.(M)

Fotocopia Extracto de Publicación

➔ c. Copia autorizada del acto o convención (Si corresponde)

Fotocopia Rut Titular

➔ d. Certificado Vigencia de la Sociedad (Si corresponde)

Fotocopia Cédula Nacional de Identidad, del requirente de la inscripción.

➔ e. Copia autorizada del Poder del requirente de la inscripción.

Comprobante de estar al día Patente Acuicultura.

Acreditar dominio o tenencia de los terrenos. (Art. 46, D.S. N° 290/93)

Copia Inscripción de la Posesión Efectiva (Si corresponde)

Fecha Recepción _____

Oficina Sernapesca _____



CONAMA		USO INTERNO DE SERNAPESCA	
Fecha recepción / /		RECEPCION (Análisis de distancia)	N° SISCODO
		Fecha:	
		Hora:	
		Receptor:	
		Firma:	
Timbre			

**PROYECTO TECNICO PARA CENTRO DE CULTIVO
INSTALADO EN TERRENOS PRIVADOS CON CAPTACIÓN DE AGUAS**

SEÑOR
DIRECTOR NACIONAL DE PESCA
PRESENTE

1 IDENTIFICACION DEL SOLICITANTE

Razón social o apellido paterno		Apellido materno		Nombres	
RUT	Calle	N°	Of/Depto	Ciudad	
Teléfono	Fax/e-mail	Representante legal		R.U.T.	N° Reg. Pers. Jurídica
Si el solicitante es una persona natural, señalar con una X el sexo: Femenino <input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/>			Si el solicitante es una sociedad de responsabilidad limitada, señalar por sexo la cantidad de personas naturales que participan de la propiedad de la sociedad: N° de personas del sexo femenino <input type="checkbox"/> N° de personas del sexo masculino <input type="checkbox"/>		

2 TIPO DE SOLICITUD

a) Nueva solicitud

b) Modificación Inscripción que modifica Código Centro: Folio RNA

Tipo de modificación: Especie Otro(especificar)

3 ORIGEN/DESTINO DE LAS AGUAS A UTILIZAR

a) Centro ubicado en terrenos de propiedad privada con extracción de agua de:
Lago Río Aguas Subterráneas(pozo) Vertiente Mar Otro

Nacen, corren y mueren en la misma heredi (Art. 24 bis)

b) Derechos de Aprovechamiento de Aguas: Res. DGA N°
No corresponde, es Art. 24 bis

c) Destino de los efluentes
Lago Río Mar Terrenos propios Estero

4 ANTECEDENTES DE LA UBICACIÓN DEL PROYECTO

4.1 Ubicación

Sector	Localidad	Curso o cuerpo de agua	Comuna	Región

4.2 Coordenadas geográficas

Vértice *	Latitud S	Longitud W
A		
B		

Centros de cultivo que captan agua :
* Coordenadas de bocanoma en vértice "A"
* Coordenadas de descarga en vértice "B"
* Nombre del cuerpo de agua del cual se captará y al cual se descargará los efluentes:

*: Si tiene más de una bocanoma y/o descarga inserte filas e informe todas las que correspondan

Captación desde:
Descarga a:

4.3 Cartografía en la cual se basan las coordenadas geográficas, escala 1:50.000

Carta IGM N° Otras Datum

4.4 Establecimientos instalados en tierra que extraigan y/o descarguen agua, indicar :

a) Caudal a utilizar l/s

b) Caudal mínimo del receptor de las aguas efluentes l/s

5 PROYECTO TECNICO

5.1 Especies o grupo de especies a incorporar

(Cuando se trate de modificación, indicar las especies autorizadas y las que serán incorporadas, señalando con una X según corresponda)

Nombre común	Nombre científico	Autorizadas	A incorporar	Etapas de Cultivo

Número de estructuras técnicas a instalar, indicando dimensiones y número total del proyecto.

Tipos de estructuras: Incubadoras / Estanques / Piletas / Piscinas / Otros (especificar)

Tipo de Estructura	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Diámetro (m)	N° Existentes*	N° A Instalar	N

* : en caso de modificaciones completar esta información

Centro que proyecta la incubación de ovas de peces

a) Indicar el tipo y característica del sistema que se utilizará para el tratamiento de las aguas afluentes utilizadas en la incubación, cuando corresponda, adjuntando ficha técnica de los equipos a instalar (Art. 36, letra a) del D.S. (E) N° 319 de 2001).

Filtro UV Ozono Otros

b) Indicar el tipo de barrera natural o artificial que se utilizará para impedir la migración de peces de la sección inferior del río hasta el centro de incubación o hasta su centro de aprovisionamiento de agua, cuando corresponda (Art. 36, letra b) del D.S. (E) N° 319 de 2001).

Tipo de barrera: _____

Centro instalado en tierra : indicar el tipo y características de los sistemas que se utilizarán para el tratamiento de aguas eflue

4.5.1 Tipo :

a) Decantador (Adjuntar memoria explicativa que demuestre el funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas efluentes)

b) Filtro (Adjuntar ficha técnica que considere a lo menos: tipo y dimensiones del filtro a instalar)

c) Otro (especificar) _____

4.5.2 Decantador : Largo m Ancho m Profundidad m

Programa de producción

Producción Máxima proyectada por especie, en:

Indicar Número Kilogramos

Especie	Peso promedio cosecha de ejemplares (kg)	Producción realizada último año (kg) *	Año 1	Máxima cantidad proyectada

* En el caso de modificaciones, completar esta información.

Resolución de Calificación Ambiental

N°/AÑO Región

Declaro que los datos entregados en este formulario son fidedignos

SOLICITANTE O REPRESENTANTE LEGAL

NOTA :

- a) Esta solicitud debe presentarse adjuntando los antecedentes exigidos en el art. 7° del D.S. N° 499/94 (MINECON).
- b) Si los espacios para registrar la información requerida son insuficientes utilizar una hoja anexa, especificando el ítem correspondiente.

NOMBRE
RUT
FIRMA
FECHA

Anexo 10: Calculo del consumo de oxigeno por estanque.

Datos	Cantidad
Biomasa por Estanque (kg)	87.5
Volumen Estanque (m3)	4.82192857
N° de Estanques	2
Densidad de Cultivo (kg/m3)	18.1462663
% de alimentación	1.3
Alimento por estanque (kg/dia)	1.1
Oxigeno (kg/dia)	0.34125
Oxigeno (g/h)	14.21875
Gramos de O2 por litro de aire	0.236
Flujo de aire (l/h)	60.2489407
Flujo de aire con eficiencia (l/h)	240.995763

Anexo 11: Jornada laboral y remuneración mensual del personal.

	Balance de personal		
	N° de puestos	Jornada (horario)	Remuneration mensual
Encargado del cultivo	1	Lu- Vie 9:00 a 13:00 y 14:00 a 18:00. Sab 10:00 a 13:00 y 14:00 a 16:00	\$ 250,000
Encargado part-time jornada completa	1	Dom 9:00 a 13:00 y 14:00 a 18:00	\$ 40,000
Asistente de cosecha part-time media jornada	1	Lunes 9:00 a 13:00	\$ 32,000

Anexo 12: Inversión cultivo acuaponico

Detalle	Cantidad	Costo (\$)
Invernadero	1	\$ 4,000,000
Estanque de polietileno 5.4m ³	2	\$ 931,980
+ Cama hidroponica	5	\$ 1,102,860
- Plancha estructural (15mm 1,22m*2,40m)	6	\$ 105,000
- Viga estructural 2*6"*4m	3	\$ 23,331
- Tornillo madera aglomerada (caja 100 unid)	2	\$ 10,000
- Pegamento 60cc	3	\$ 2,751
- Poliestireno generico (30mm 1*0.5m 20 planchas)	6	\$ 70,800
- Polietileno negro (3m*20m)	1	\$ 8,690
- Filtro mecanico	1	\$ 30,000
- Biofiltro	1	\$ 20,000
Bomba Centrifuga Pedrollo CP100 0.33HP	1	\$ 189,990
Bomba de Aire silenciosa Air 550 R (550l/h) 8W	1	\$ 29,450
Sumidero vertical 0.5 m ³	1	\$ 52,422
+ Sistema de recirculacion y oxigenacion	1	\$ 132,249
- Difusor de goma flexible 90 cm	4	\$ 22,000
- Tubo de pvc hidraulico 1"*6m	10	\$ 25,121
- Union EST.SOL HI 1"	2	\$ 2,117
- Valvula de paso 1"	5	\$ 19,576
- Terminal SOLD.HE 1"	6	\$ 800
- Union Americana SOLD.1"	2	\$ 3,399
- Codo 1"	14	\$ 2,982
- Lija esmeril 80 villar	1	\$ 496
- Teflon long 1/2 HAHN	1	\$ 715
- Valvula compacta 1" pvc	2	\$ 2,750
- Adhesivo Bailey azul (237ml)	1	\$ 1,987
+ Equipamiento		
- Balanza de reloj o pie (cap.5kg)	1	\$ 6,990
- Juego de redes de mano	1	\$ 20,000
- Instrumentos de trabajo	1	\$ 50,000
- Aqua test box agua profesional	1	\$ 68,200
+ Automovil		
Furgon	1	\$ 3,558,100
Construccion de camas hidroponicas	5	\$ 325,000
Instalacion de estanques y tuberia interconectora	1	\$ 200,000
Total		\$ 10,654,072

Anexo 13: Cálculo del capital de trabajo por el método del máximo déficit acumulado

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Precio trucha (\$/kg)	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
Precio lechuga (\$/unidad)	500	504	546	591	793	820	820	900	840	780	700	550
Ventas trucha (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	600
Ventas lechuga (unidad)	0	0	864	864	864	864	864	864	864	864	864	864
Ingreso mensual (\$)	0	0	471665	510545	685571	708480	777600	751680	725760	673920	604800	2873200
Gasto energético mensual (\$)	43565	43565	43565	43565	43565	43565	43565	43565	43565	43565	43565	43565
Gastos de arriendo	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000
Gasto en ventas (\$)	0	0	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	100000
Gasto en mano de obra (\$)	290000	290000	290000	290000	290000	290000	290000	290000	290000	290000	290000	290000
Costo de producción mensual trucha (\$)	284250	106250	106250	106250	106250	106250	284250	106250	106250	106250	106250	106250
Costo de producción mensual lechuga (\$)	30464	30464	30464	30464	30464	30464	30464	30464	30464	30464	30464	30464
Egreso mensual (\$)	748280	570280	590280	590280	590280	590280	768280	590280	590280	590280	590280	670280
Saldo mensual	-748280	-570280	-118614	-79734	95291	118200	9320	161400	135480	83640	14520	2204920
Saldo acumulado	-656953	-1227233	-1345847	-1425581	-1330290	-1212089	-1202769	-1041369	-905888	-822248	-807727	1397193

Anexo 14: Cálculo de los ingresos del proyecto durante el horizonte de proyección.

Detalle	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Precio trucha (\$/kg)		4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
Precio promedio lechuga (\$/unidad)		739.0	699.5	699.5	699.5	699.5	699.5	699.5	699.5	699.5	699.5
Producción trucha (kilogramos)		315	315	315	315	315	315	315	315	315	315
Producción lechuga (unidades)		8640	10368	10368	10368	10368	10368	10368	10368	10368	10368
Mortalidad trucha (%)		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Mortalidad lechuga (%)		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Producción neta trucha(kg)		299.25	299.25	299.25	299.25	299.25	299.25	299.25	299.25	299.25	299.25
Producción neta lechuga(unidades)		8208	9849.6	9849.6	9849.6	9849.6	9849.6	9849.6	9849.6	9849.6	9849.6
Ingreso anual cultivo acuaponico(\$)		7262712	8086795	8086795	8086795	8086795	8086795	8086795	8086795	8086795	8086795

Anexo 15: Documentación requerida para convertirse en Microempresa familiar.

Trámites y Requisitos Departamento de Rentas y Patentes Comerciales				
Nombre del Trámite, Servicio o Beneficio	Requisitos, Antecedentes, Documentos Requeridos y Dirigido a:	Trámite a realizar o etapas	Lugar donde se Realiza	Tiene Costo
Solicitud de Patente de Microempresa Familiar (MEF)	<p>Dirigido a: toda la comunidad. Requisitos y antecedentes: Presentar y adjuntar a la solicitud de Patente y Permiso, los siguientes datos:</p> <p>1.- Llenar formulario con croquis de ubicación y acompañar: Fotocopia de Cédula de Identidad</p> <p>2.- Copia de Contrato de Arriendo que indique "para fines habitacionales y comerciales" o Escritura de la Propiedad</p> <p>3.- Posterior a la visita y si cumple con ley de M.E.F.: Retirar formulario de Inscripción MEF y acompañar:</p> <p>4. Certificado de Avalúo Fiscal</p> <p>5.- Iniciación de Actividades</p> <p>6.- Resolución Sanitaria, si corresponde</p>	<p>Presentando el Formulario de la solicitud de Patente, el Departamento de Inspección Municipal verificará en un plazo máximo de 48 horas para corroborar el giro y se de cumplimiento a la Ley de Micro Empresa Familiar. Una vez realizada la visita y otorgado el Vº Bº, el solicitante en el plazo máximo de 3 días deberá concurrir al Departamento de Patente a continuar con la tramitación de su patente, de lo contrario se anulará dicho requerimiento.</p>	Oficina de Rentas y Patentes Comerciales	<p>Tramitación gratuita, solo debe pagar el valor de la Patente en el Departamento de Rentas, de acuerdo a lo señalado en la Solicitud de Patente Comercial Genérica.</p>

Anexo 16: Depreciación de los bienes mediante el método contable

Detalle	Vida útil	Costo (\$)	Depreciación	Valor de desecho
Invernadero	10	4000000	400000	0
Estanque de polietileno 5.4 m3	10	803792.64	80379.264	0
Cama hidropónica	20	1102860	55143	551430
Filtro mecánico	3	30000	10000	20000.0
Biofiltro	3	20000	6666.7	13333.3
Sumidero vertical 0.5 m3	10	52421.88	5242.2	0
Bomba Pedrollo CPM100 0.33HP	10	289415.14	28941.514	0
Bomba de Aire silenciosa Air 550 R 4 salidas regulable (8W)	10	29450	2945	0
Sistema de recirculación y oxigenación	10	81942.68	8194.268	0
Equipamiento				
- Balanza de reloj o pie (cap.5kg)	9	6990	776.7	6213.3
- Instrumentos de trabajo	3	50000	16666.7	33333.3
- Juego de redes de mano	3	20000	6666.7	13333.3
- Aqua test box agua profesional Koi Sera	2	68200	34100	0
- Almacigueras de 200 cavidades	3	15900	5300	10600.0
Automóvil				
- Furgon CHANGAN S300	7	3558100	508300	2033200.0
Total			1169321.9	2681443.333

Anexo 17 :Flujo de caja del proyecto en un horizonte de proyección de

Detalle	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Precio trucha (\$/kg)	-	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
Precio lechuga (\$/unidad)	-	739	699.54	699.54	699.54	699.54	699.54	699.54	699.54	699.54	699.54
Produccion trucha (unidad)	-	299.25	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Produccion lechuga (unidad)	-	8208	9849.6	9849.6	9849.6	9849.6	9849.6	9849.6	9849.6	9849.6	9849.6
Ingresos (\$)	-	7262712	8090189.2	8090189.2	8090189.2	8090189.2	8090189.2	8090189.2	8090189.2	8090189.2	8090189.2
- Costos fijos (\$)	-	3531000	3531000	3531000	3531000	3531000	3531000	3531000	3531000	3531000	3531000
Costo de arriendo	-	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000
- Costo energetico (\$)	-	522783	522783	522783	522783	522783	522783	522783	522783	522783	522783
- Costo de ventas (\$)	-	280000	480000	480000	480000	480000	480000	480000	480000	480000	480000
- Costo de produccion trucha (\$)	-	1631000	1631000	1453000	1453000	1453000	1453000	1453000	1453000	1453000	1453000
- Costo de produccion lechuga (\$)	-	365573	365573	365573	365573	365573	365573	365573	365573	365573	365573
- Costo de mantencion (\$)	-	150000	150000	150000	150000	150000	150000	150000	150000	150000	150000
- Depreciación	-	1168377	1168377	1168377	1168377	1168377	1168377	1168377	1168377	1168377	1168377
Utilidad antes de impuesto	-	-486020	141457	319457	319457	319457	319457	319457	319457	319457	319457
- Impuesto al valor agregado (19%)	-	-92343.86	26877	60697	60697	60697	60697	60697	60697	60697	60697
Utilidad después de impuesto	-	-393676	114580	258760	258760	258760	258760	258760	258760	258760	258760
Depreciación	-	1168377	1168377	1168377	1168377	1168377	1168377	1168377	1168377	1168377	1168377
- Reemplazo de equipo	-	-	68200	68200	-	-	204100	3558100	68200	142890	-
- Capital de trabajo	-	1425581	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Inversión cultivo	-	10654072	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Recuperación de Capital de trabajo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1425581
Valor de desecho	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2681443
Flujo de caja	-12079653	774700	1214757	1291237	1358937	1427137	1223037	-2130963	1358937	1284247	5534161
Periodo de recuperación	-12079653	-11304953	-10090196	-8798959	-7440022	-6012885	-4789848	-6920811	-5561874	-4277627	1256534

Anexo 18: Cotizaciones

HIDROCENTRO LTDA

Pedro Aguirre Cerda 543, San Pedro de la Paz, Concepción
 Fono: 41-2855600-2855606
 Mail: ventasconcepcion@hidrocentro.cl

Nº de Cot.: 17913
 Estado: Pendiente
 Fecha: 29/10/2015
 N Cotizacion:

www.hidrocentro.cl

compre y cotice muy fácil

Cotizacion:

Nombre:	HIDROCENTRO LTDA	R.U.T.:	77.527.540-5
Dirección:	PEDRO AGUIRRE CERDA 543	Comuna:	San Pedro de la Paz
Ciudad:		Teléfono:	2855600
F.Pago	CREDITO 60 A CTA CTE	Mail	
Contacto	LOCAL 1F	Vendedor:	LOCAL

CANT	UM	CODIGO	ARTICULO	P UN NETO	% DC	TOTAL NETO
2.	UND	EVSG005400	ESTANQUE VERTICAL 5400 LT MATRIPLAST	482,469	30	675,456
1.	UND	EVSG00500	ESTANQUE VERTICAL 500 LT MATRIPLAST	62,931	30	44,052

Plazo Entrega 29/10/2015

RETIRADO POR
 DESPACHADO POR

DATOS DESPACHO

Lugar
 Dirección:
 Ciudad:
 Cont Lugar

Sub Total	719,508
Descuento 1	0
SubTotal	719,508
Flete	
Iva	136,707
Total	856,215

19

Comuna:
 Teléfono 1:
 Teléfono 2:

Observaciones 01

HIDROCENTRO LTDA

Pedro Aguirre Cerda 543, San Pedro de la Paz, Concepción
 Fono: 41-2855600-2855606
 Mail: ventasconcepcion@hidrocentro.cl

N° de Cot.: 17912

Estado: Pendiente

Fecha: 29/10/2015

N Cotizacion:

www.hidrocentro.cl

compre y cotice muy fácil

Cotizacion:

Nombre:	HIDROCENTRO LTDA	R.U.T.:	77.527.540-5
Dirección:	PEDRO AGUIRRE CERDA 543	Comuna:	San Pedro de la Paz
Ciudad:		Teléfono:	2855600
F.Pago	CREDITO 60 A CTA CTE	Mail	
Contacto	LOCAL 1F	Vendedor:	LOCAL

CANT	UM	CODIGO	ARTICULO	P UN NETO	% DC	TOTAL NETO
2.	UND	100363	BOMBA PEDR. CPM 100 0.33HP 220V 1X1 KOSLAN	173,719	30	243,206
2.	UND	22500724	UNION EST.SOL.HI 32MM X 1 GOM TIGRE	1,270	30	1,779
6.	UND	22522132	(OFERTA) TERMINAL.SOLD.HE 32MM X 1	112		672
14.	UND	22520539	(OFERTA) CODO SOLD. 32MM X 90	179		2,506
2.	UND	22505521	UNION AMERICANA.SOLD.32MM	2,040	30	2,856
10.	UND	10284538	TUBO PVC HIDR.32MM PN 10	4,221	50	21,107
8.	UND	22502972	CURVA SOLD. 32MM X 90	826	30	4,625
1.	UND	PVC3011237	(OFERTA) ADHESIVO BAILEY 3011 237 ML AZUL C	1,670		1,670
1.	UND	2255120	LIJA ESMERIL 80 VILLAR	596	30	417
1.	UND	41200200	TEFLON LONG1/2 HAHN	859	30	601
2.	UND	60888	VALVULA COMPACTA 32MM PVC CEMEN	1,650	30	2,311

Plazo Entrega 29/10/2015

RETIRADO POR
DESPACHADO POR

Sub Total	281,749
Descuento 1	0
SubTotal	281,749
Flete	
19 Iva	53,532
Total	335,281

DATOS DESPACHO

Lugar		Comuna:	
Dirección:		Teléfono 1:	
Ciudad:		Teléfono 2:	
Cont Lugar			

Observaciones 01

VIRTUAL FISH

Tienda Virtual de Peces y accesorios

[Quiénes Somos](#) | [Ayuda](#) | [Contáctenos](#) | [Ver Carrito](#)

Buscar

Carrito de Compras

← Atrás

Cantidad	Producto	Precio	Sub Total	
1 Actualizar	Aqua Test Box agua profesional Koi (Sera)	68200	68200	Eliminar
4 Actualizar	Difusor de goma flexible 90 cm (A.I.M)	5500	22000	Eliminar
1 Actualizar	Bomba de Aire silenciosa Air 550 R (550 l/h) 4 salidas regulable (Sera)	29450	29450	Eliminar

Total Productos:	\$119650
Gasto de Envío (depende del monto del pedido):	\$3000
Total :	\$122650

Si ya tiene su carrito listo, complete este formulario con sus datos para despacharle el pedido a la brevedad.

[Home](#)

[Acuarios y Fuentes](#)
[Peces](#)
[Invertebrados](#)
[Tortugas](#)
[Plantas](#)
[Decoración](#)
[Alimentos](#)
[Vitaminas](#)
[Medicamentos](#)
[Test](#)
[Aditivos y Abonos](#)
[Filtración](#)
[Calentadores](#)
[Enfriadores](#)
[Iluminación](#)
[Implementos](#)
[Repuestos](#)

27/10/2015

Changan S300 | CHANGAN | Autos Chinos | Nuevo 2016 Chile » Cotiza precios venta 2016 2015 Chile | Autosonline

[INICIO](#) | [NUEVOS 2016](#) | [OFERTA AUTOS NUEVOS](#) | [TOYOTA](#) | [FIAT](#) | [JEEP](#) | [RENAULT](#) | [MAS SOBRE AUTOS](#) | [CONCESIONARIOS](#) | [TIPS](#) | [AUTOS USADOS](#) | [MUNDOMOTORES](#)

Todas las empresas del rubro Automotriz en un solo lugar

COTIZAR AQUÍ

30 AÑOS DE RESPALDO
CON LA GARANTÍA DE III PORTILLO

[AUTOS NUEVOS](#)

[AUTOS CHINOS](#)

[TIPO AUTO](#)

[CREDITO AUTOMOTRIZ](#)

[NEUMATICOS Todas las Marcas](#)

[ACCESORIOS VEHICULOS](#)

[SERVICIOS VEHICULOS](#)

[SERVICIO TECNICO X MARCAS](#)

[REPUESTOS VEHICULOS](#)

[PUBLICA TU EMPRESA](#)

Importadores Online

5% Descuento

Si menciona que nos vio en Autosonline!

(\$) Precios Mayoristas

Repuestos express

Repuestos y Accesorios ORIGINALES

VISITANOS

Changan S300 - Nuevo 2016 en Chile



Precio desde \$3.558.100

(información, precios, bonos, e imágenes son referenciales, cotizar y confirmar)