

**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA DE AGRONOMIA

**Evaluación técnica y económica de la producción de  
lechugas hidropónicas bajo invernadero en la Comuna  
de Calbuco, X Región**

Tesis presentada como parte de los  
requisitos para optar al grado de  
Licenciado en Agronomía

**Rodrigo Córdova Wolff**

VALDIVIA-CHILE

2005

## **PROFESOR PATROCINANTE**

Juan Lerdon F.

Ing. Agr., Dr. Agr.

---

## **PROFESORES INFORMANTES**

María Angélica Carrasco G.

Ing. Agr.

---

Maruja Cortés B.

Ing. Agr., M.Sc.

---

## INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCION	1
2	REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1	Hidroponía	3
2.2	Características de los productos hidropónicos	5
2.2.1	Ventajas y desventajas del cultivo hidropónico	5
2.2.1.1	Ventajas	5
2.2.1.2	Desventajas	6
2.2.2	Métodos de cultivo	7
2.2.2.1	Sistema de raíz flotante	7
2.2.2.2	Sistema <i>Nutrient Film Technic</i> (NFT)	8
2.2.2.3	Sistema en columnas	8
2.2.2.4	Sistema aeropónico	9
2.3	Requerimientos y manejo de un cultivo hidropónico	10
2.3.1	Requerimientos del entorno	10
2.3.1.1	Temperatura	11
2.3.1.2	Luz	12
2.3.1.3	Aporte de CO <sub>2</sub>	13
2.3.1.4	Humedad del ambiente	13
2.3.1.5	Oxigenación del sistema radicular	14
2.3.1.6	El pH	15
2.3.2	Etapas del manejo	16
2.3.2.1	Los contenedores	16
2.3.2.2	Sustratos o medios de cultivo	18
2.3.2.3	Preparación de los almácigos	20
2.3.2.4	Trasplante	23
2.3.2.5	Preparación de la solución nutritiva	23

Capítulo		Página
2.4	Requerimientos básicos y de infraestructura, insumos involucrados y los costos asociados	24
3	MATERIAL Y METODO	26
3.1	Material	26
3.1.1	Fuente de información	26
3.1.2	Descripción física del proyecto	26
3.1.3	Herramientas	26
3.2	Método	27
3.2.1	Forma de recolección de información	27
3.2.2	Procesamiento de la información	27
3.2.2.1	Estudio de mercado	27
3.2.2.2	Estudio técnico	28
3.2.2.3	Estudio financiero	28
3.2.2.4	Estudio de factibilidad legal y normativas	31
4	PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	32
4.1	Estudio de mercado	32
4.1.1	Definición del producto	32
4.1.1.1	Descripción general del producto	33
4.1.1.2	Productos sustitutos y/o competidores	34
4.1.2	Aspectos legales	34
4.1.2.1	Resolución sanitaria	34
4.1.2.2	Constitución de la sociedad	35
4.1.2.3	Contribuciones	36
4.1.2.4	Aspectos tributarios	36
4.1.3	Comportamiento del mercado	36
4.1.3.1	Definición del mercado de destino	37
4.2	Estudio técnico	37
4.2.1	Determinación del tamaño del invernadero	38
4.2.2	Localización	39

Capítulo	Página
4.2.2.1 Descripción de la parcela	39
4.2.2.2 Mano de obra	40
4.2.2.3 Provisión de insumos	40
4.2.2.4 Servicios	40
4.2.2.5 Clima	40
4.2.2.6 Bienes existentes	41
4.2.3 Descripción del proceso de producción	41
4.3 Estudio financiero	42
4.3.1 Análisis de costos	42
4.3.1.1 Inversión	42
4.3.1.1.1 Invernadero	43
4.3.1.1.2 Contenedores	44
4.3.1.1.3 Almacigueras	44
4.3.1.1.4 Sistema de conducción de agua y sistema de drenaje	44
4.3.1.1.5 Sistema eléctrico	45
4.3.1.1.6 Sistema de calefacción	45
4.3.1.1.7 Bodega y baño	46
4.3.1.1.8 Fosa	46
4.3.1.2 Costos de producción	46
4.3.1.3 Gastos generales y aportes de capital	46
4.3.1.4 Depreciación anual y valor residual	47
4.3.1.5 Reinversión	48
4.3.2 Evaluación económica	48
4.3.2.1 Flujo de caja	48
4.3.2.2 Período de recuperación de la inversión	49
4.3.2.3 Criterio de relación beneficio costo	50
4.3.2.4 Punto de equilibrio	51
4.3.2.5 Análisis de riesgo	51
4.3.2.6 Fuentes y usos	52

Capítulo		Página
5	CONCLUSIONES	54
6	RESUMEN	56
	SUMMARY	58
7	BIBLIOGRAFIA	60
	ANEXOS	64

**INDICE DE CUADROS**

Cuadro		Página
1	Clasificación de sustratos según su origen	20
2	Sales fertilizantes utilizadas en hidroponía	24
3	Demanda diaria estimada	34
4	Detalle de la producción esperada	38
5	Temperaturas promedios máximas y mínimas en °C de Puerto Montt	41
6	Solución nutritiva	42
7	Resumen total de inversiones	43
8	Costos de producción	46
9	Gastos generales	47
10	Aporte de capital	47
11	Depreciación anual y valor residual	47
12	Reinversión de bienes y aporte de capital	48
13	Flujo de caja durante los 8 años	49
14	Período de recuperación de la inversión descontando	50
15	Criterio relación beneficio costo	50
16	Punto de equilibrio	51
17	Comportamiento del VAN en diferentes situaciones de ingresos por venta	52
18	Fuentes y usos	53

**INDICE DE FIGURAS**

Figura		Página
1	Canal de tipo ondulado	17
2	Cubierta de poliestireno expandido individual para canal de tipo ondulado	18
3	Preparación de una almaciguera	22
4	Almaciguera de lechuga en cubos de poliuretano	22
5	Forma como se trasplantan las plántulas del almácigo a raíz flotante, la espuma de goma sujeta el cuello de la plántula	23
6	Variación del VAN en distintas situaciones	52

**INDICE DE ANEXOS**

Anexo		Página
1	Encuesta realizada a los jefes de sección vegetales de supermercados	65
2	Detalle costos de construcción de los invernaderos	67
3	Detalle costos de construcción de contenedores y almacigueras	69
4	Detalle costos del sistema de conducción y recirculación de agua	70
5	Detalle costos del sistema de drenaje	71
6	Detalle costos del sistema eléctrico	71
7	Detalle costos del sistema de calefacción	72
8	Detalle costos de construcción de la bodega y baño	72
9	Detalle costos de construcción de la fosa	73
10	Flujo de las reinversiones durante los ocho años y actualizados al año cero con una tasa de descuento de 9%	73
11	Detalle de los gastos administrativos de inversión	73
12	Tabla de amortización de crédito	74
13	Estados de resultados para cada año para el cálculo de impuesto	75

## 1 INTRODUCCION

La domesticación de distintas especies con el fin de obtener alimentos de ellas, es una modalidad que se practica desde hace mucho tiempo, y cada vez se hace más necesario una mayor producción de estos, debido a que la población mundial, crece de manera significativa en el último tiempo. Es por esto que la adopción de diversas técnicas con ese fin se han ido perfeccionando, junto con la creación de nuevos sistemas, buscando la manera más óptima de producción.

Dentro de estas especies se encuentran las hortalizas, las que se pueden desarrollar tanto en un medio natural, como en uno artificial de forma intensiva, en donde se pueden modificar las condiciones para poder cumplir con los requerimientos, y poder tener desarrollo de especies en épocas, en que en forma natural no sucede.

Una de las hortalizas más usadas intensivamente es la lechuga, por ser ésta, la planta más importante del grupo de hortalizas de hoja, la que además es conocida y cultivada en casi todos los países el mundo. El mayor uso que tiene esta hortaliza, es para el consumo como ensalada, pero además tiene otros usos, como medicinales, fabricación de cremas, extracción de látex, entre otros.

Dentro de estas formas intensivas, se encuentran los invernaderos que modifican el ambiente de desarrollo de las especies, y buscando distintas alternativas de desarrollo, cuando algún recurso se encuentre limitado, ya sea espacio, suelo, entre otros, se encuentra la hidroponía. Esta técnica se puede realizar en ambientes muy reducidos, así como también en grandes extensiones, las que involucran grandes costos de inversión.

La agricultura en ambientes controlados involucra todos los aspectos que dicen relación con la modificación de los ambientes naturales, con la finalidad de obtener un óptimo comportamiento tanto de plantas como animales, y tener un beneficio

económico lo más alto posible lográndose tiempos más cortos de lo que en forma natural sucedería. También con esta técnica se consigue una mejor eficiencia del recurso espacio, y así mismo un mayor control en todo el proceso, lo que permite también una mejor eficiencia de los recursos e insumos necesarios.

Evidentemente, aún es el suelo el medio de cultivo predominante en el planeta y es de gran responsabilidad conservarlo, debido al diario deterioro de éste y su gran desgaste sin recuperación, sin embargo, existen innumerables situaciones en las cuales una agricultura convencional es impracticable, alcanzando especial connotación la técnica hidropónica.

Para las plantas, la regulación ambiental abarca tanto el medio aéreo como radical; teniendo presente lo anterior, es obvio, que esta regulación es el desafío mayor en los sistemas de producción en ambientes controlados, debido a los variados requerimientos de los diferentes cultivos, y es por esto, que el control de temperatura, luz, agua, nutrientes y la debida protección climática de los cultivos se facilita en este tipo de ambientes.

El objetivo general de este estudio, es analizar la factibilidad técnica y económica de la producción de lechugas hidropónicas bajo invernadero en la Comuna de Calbuco, y sus objetivos específicos son:

- Determinar los aspectos técnicos y económicos involucrados en un sistema de hidroponía;
- Evaluar técnica y económicamente el proyecto.

## 2 REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1 Hidroponía.

OFICINA REGIONAL DE LA FAO PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE (FAO-RLC) (2000), dice que el término hidroponía tiene su origen en las palabras griegas "hidro" que significa agua y "ponos" que significa trabajo, es decir trabajo en agua.

FAO-RLC (2000), agrega que es una técnica de producción agrícola en la que se cultiva sin suelo y donde los elementos nutritivos son entregados en una solución líquida.

HUTERWAL (1952), lo define como el cultivo sin tierra, que consiste en entregar a las plantas su alimento, no por el sistema tradicional que es la tierra, sino por medio de una solución sintética de agua en mezcla con minerales.

Las plantas toman sus alimentos minerales de las soluciones previamente preparadas en forma adecuada, y sus elementos orgánicos los elaboran autotróficamente por procesos de fotosíntesis y biosíntesis (ALVARADO *et al.*, 2001).

Con la producción sin suelo se obtienen hortalizas de excelente calidad y sanidad, y se asegura un uso más eficiente del agua y fertilizantes. Los rendimientos por unidad de área cultivada son altos, por la mayor densidad y la elevada productividad por planta. Actualmente la hidroponía es el método más intensivo de producción hortícola; generalmente es de alta tecnología lo que implica altos costos de establecimiento (DIRECCION DE CIENCIA y TECNOLOGIA AGROPECUARIA (DICTA), 2002).

Agregando a lo anterior ALVARADO *et al.* (2001), señala que la hidroponía es una técnica que en los últimos 20 años ha aumentado considerablemente su interés para su uso en cultivos hortícolas bajo invernadero.

Por otro lado GIACONI y ESCAFF (1999), dicen que es sinónimo del término Hidrocultivo, ya que en definitiva se trata de cultivar una planta en solución que le entrega los distintos nutrientes, bajo condiciones adecuadas para una máxima absorción y un adecuado desarrollo radicular y vegetativo.

GIACONI y ESCAFF (1999), agregan que el término hidroponía se sigue utilizando, debido a que al utilizar soluciones, se estaría satisfaciendo tanto las necesidades de abastecimiento de agua y nutrientes, por lo que señala que sería más adecuado referirse a cultivos sin suelo, ya que existen diferentes métodos para modificar el ambiente de las raíces.

Es una tecnología que consiste en un cultivo de plantas no acuáticas, nutridas mediante una solución que contiene todos los elementos esenciales disueltos en una forma inorgánica con adecuados niveles de pH, conductividad eléctrica y porcentaje de oxígeno, además las raíces pueden estar insertas en sustratos naturales o artificiales inertes o simplemente en el medio líquido (TAPIA, 1993).

TAPIA (1993), agrega también que los cultivos pueden ser en sistemas abiertos o cerrados, donde en la primera no existe una reutilización de la solución, lo que sí sucede en la segunda.

Del punto de vista de desarrollo de esta técnica ALVARADO *et al.* (2001), señala que ésta viene siendo desarrollada exitosamente en países desarrollados, y que puede ser aplicada con tecnologías más sencillas en las ciudades, dentro del contexto de la llamada agricultura urbana, principalmente en zonas de extrema pobreza con el fin de favorecer el autoconsumo.

## **2.2 Características de los productos hidropónicos.**

MARULANDA (1992), indica que las hortalizas que se pueden producir en hidroponía es un producto sano, porque en su cultivo solo se emplean aguas limpias, y en el control de las plagas, se utilizan técnicas que no contaminen el ambiente ni dejan residuos dañinos en el producto cosechado.

**2.2.1 Ventajas y desventajas del cultivo hidropónico.** MARULANDA (1992), agrega en este punto, que la hidroponía, como todo sistema de cultivo presenta características tanto favorables como desfavorables.

2.2.1.1 Ventajas. Dentro de este ítem, TAPIA (1993), señala como el rasgo más importante, la regulación de la nutrición de las plantas, debido a que bajo este sistema es posible tener un control completo y del mismo modo asegurar un suministro homogéneo de nutrientes, ajustable según el estado fenológico.

Junto con lo anterior, existe la diferencia que en el suelo puede existir una concentración variable de minerales los cuales hay que corregir para un óptimo desarrollo y no producir deficiencias o toxicidades (TAPIA, 1993).

DEVIA (1991), agrega otras diferencias, como la condición de humedad constante, independiente del clima o de la etapa de crecimiento del cultivo, asegurando una irrigación en toda el área radicular, evita el gasto inútil de agua y fertilizantes, y que reduce los problemas de enfermedades producidas por patógenos del suelo.

Con relación al uso eficiente del agua, TAPIA (1993), dice además que el agua utilizada por unidad de peso de cosecha puede llegar a ser sólo 1/3 a 1/10 de lo que se utiliza en un cultivo geopónico, bajo las mismas condiciones de humedad y temperatura, debido a que no existen pérdidas por percolación, evaporación o escurrimiento, igualmente agrega que existe un ahorro de fertilizantes al suministrar sólo lo que se necesita y no existen pérdidas por lixiviación o subutilización.

Además, se tiene que la incidencia de malezas es nula o casi nula, y la incidencia de problemas radicales causados por plagas y enfermedades disminuye

ostensiblemente, y ante la eventual presencia, es muy fácil y económico sanitizar el cultivo (TAPIA, 1993).

GIACONI Y ESCAFF (1999), indican que se tienen ventajas productivas comparados con sistemas tradicionales como el riego, que no es una labor adicional ya que se encuentra incluido dentro del sistema y junto con ello una aplicación automática de los nutrientes, de tal manera que todas las plantas lo reciben de igual cantidad y calidad, y junto con la solución nutritiva se pueden aplicar los pesticidas cuando sean necesarios y por último no existe necesidad de esterilizar el medio de crecimiento de las raíces ya que se encuentran aisladas del medio natural que es el suelo.

ALVARADO *et al.* (2001), señala que la densidad de plantas está sólo limitada por la luminosidad, la cual se puede manejar, obteniendo así una mayor cantidad de plantas por unidad de superficie.

2.2.1.2 Desventajas. TAPIA (1993), nombra como desventajas el alto costo inicial por concepto de infraestructuras, también señala que como la respuesta de las plantas es casi inmediata, se debe observar a diario, tanto las plantas como el sistema en general, y dice además que se requiere contar con personal capacitado que sea capaz de operar los sistemas y conocer como funcionan las plantas.

GIACONI Y ESCAFF (1999), señalan que como la producción depende de la energía eléctrica, debe disponer de alternativas, para no tener problemas en el funcionamiento de la producción, igualmente destacan lo de los costos iniciales de inversión.

Si aparece una enfermedad aparece por cualquier medio, se transmite y disemina rápidamente causando graves pérdidas (GIACONI y ESCAFF, 1999).

TAPIA (1993), recalca sobre lo anterior, agregando que se trata de un sistema cerrado, el problema puede ser mayor, por lo tanto una constante observación de los cultivos es muy importante para poder reaccionar a tiempo.

**2.2.2 Métodos de cultivo.** Existen diferentes métodos o sistemas de producción hidropónica, desde los más simples, de trabajo manual, hasta los más sofisticados, donde un alto grado de tecnología y automatización son los protagonistas del funcionamiento, lo que se traduce también en una alta inversión (ALVARADO *et al.*, 2001).

DURAN (2000), agrega que dependiendo del medio en el que se desarrollan las raíces, los sistemas de cultivo sin suelo se pueden clasificar en tres grupos: cultivos en sustrato, cultivos en agua y cultivos en aire (aeropónicos).

Sin embargo, RODRIGUEZ *et al.* (1999), enfatizan que los sustratos a utilizar deben cumplir con la condición de ser químicamente inertes además de cumplir con otras propiedades físicas.

ALVARADO *et al.* (2001), señalan que los métodos de cultivos, más utilizados son: cultivos en agua como raíz flotante y el "NFT" (*Nutrient Film Technic*), sistemas de columnas, aeroponía, entre otros.

2.2.2.1 Sistema de raíz flotante. La producción de lechuga bajo este sistema consiste en que las raíces están sumergidas en solución nutritiva, las plantas se encuentran en planchas de poliestireno expandido que flotan sobre el agua con la solución nutritiva en donde la plancha actúa como soporte mecánico y cada una flota sosteniendo un determinado número de plantas de lechuga, y muy importante para lograr una buena producción es airear la solución nutritiva en forma manual o mecánica (DICTA, 2002).

ALVARADO *et al.* (2001), señalan que es un sistema de cultivo muy utilizado en los proyectos de hidroponía social en diferentes países latinoamericanos, y agrega a lo anterior de que la aireación debe efectuarse por lo menos dos veces al día, independiente del método a utilizar, ya que esta acción permite redistribuir los elementos y oxigenar la solución.

2.2.2.2 Sistema *Nutrient Film Technic* (NFT). CARRASCO (1996), señala que el principio de este sistema hidropónico consiste en la circulación constante de una lámina fina de solución nutritiva a través de las raíces, no existiendo pérdida o salida al exterior de la solución nutritiva, por lo que se constituye en un sistema de tipo cerrado.

DICTA (2002), agrega que el sistema consiste en recircular la solución por una serie de canales de Cloruro de Polivinilo (PVC) de un diámetro de 4 a 6 pulgadas, el agua junto con la solución nutritiva circula por medio de los tubos mediante una bomba, los tubos están apoyados sobre mesas o armazón, y tiene un ligera pendiente que facilita la circulación de la solución, la que posteriormente es recolectada y almacenada en un tanque, la cual es recirculada nuevamente.

Por los canales recorre una película de solución nutritiva de apenas 3 a 5 mm, además a esta técnica se le conoce como sistema de recirculación continua al ser un sistema cerrado, y es por esto que las raíces están en constante contacto con la solución, la que les proporciona oxígeno y nutrientes (ALVARADO *et al.*, 2001).

2.2.2.3 Sistema en columnas. RODRIGUEZ *et al.* (1999), definen el sistema de cultivo en columnas, como un sistema hidropónico de producción comercial que se caracteriza por el crecimiento vertical de las plantas en macetas apiladas o en columnas que contienen un sustrato liviano.

Por otro lado ALVARADO *et al.* (2001), agregan que este sistema permite una alta producción de plantas por unidad de área, pero está restringido para plantas de porte pequeño que toleren estar colgadas y que tengan sistema radicular no muy extenso.

Debido a que las plantas que crecen en un sistema de producción vertical deben estar bien iluminadas por la luz del sol, de lo contrario tendrían una menor tasa fotosintética, afectando el rendimiento de las plantas, ALVARADO *et al.* (2001), recomiendan, para lograr una buena iluminación que el distanciamiento entre filas sea de 1,0 m a 1,2 m y la separación entre columnas de 0,8 m a 1,0 m (aproximadamente una columna por metro cuadrado).

Según RODRIGUEZ *et al.* (1999), con este sistema mantienen las mismas ventajas que los demás sistemas hidropónicos, y se suma la mayor densidad de plantas por unidad de superficie que se puede lograr, y también se debe incluir como cosa adversa un alto costo inicial, cuando se trata de grandes producciones.

Con respecto al sustrato a utilizar, éste mantiene las mismas características que los utilizados en los demás sistemas (RODRIGUEZ *et al.*, 1999).

Según ALVARADO *et al.* (2001), el sistema de riego puede consistir en la impulsión de una solución por medio de una electrobomba hacia tuberías de polietileno que recorren sobre las columnas y sobre ellas se colocan 3 a 4 goteros conectados a microtúbulos de 3 mm de diámetro. Estos son colocados a diferentes alturas en la columna, para que cuando esté accionado el sistema de riego la columna quede completamente regada por acción de la gravedad.

2.2.2.4 Sistema aeropónico. DURAN (2000), lo define como una columna de cultivo en un cilindro de PVC, u otros materiales, colocado en posición vertical, con perforaciones en las paredes laterales, por donde se introducen las plantas en el momento de realizar el trasplante en donde las raíces crecen en oscuridad y pasan la mayor parte del tiempo expuestas al aire, de ahí el nombre de aeroponía. Por el interior del cilindro una tubería distribuye la solución nutritiva mediante pulverización media o baja presión.

Complementando lo anterior ALVARADO *et al.* (2001), señalan que un sistema de nebulización asperja periódicamente la solución nutritiva sobre las raíces, en donde este sistema está encendido solo unos 2 a 3 minutos, lo que es suficiente para que las raíces se humedezcan y la solución nutritiva quede aireada.

DURAN (2000), señala que una de las principales ventajas de este sistema, es la excelente aireación que el sistema proporciona a las raíces, comparándola con los demás sistemas, pero coincide en su alto costo inicial.

### **2.3 Requerimientos y manejo de un cultivo hidropónico.**

Para el funcionamiento de cualquier sistema, es necesario que se cumplan ciertas características mínimas para el desarrollo del cultivo, así como también ciertos procedimientos (ALVARADO *et al.*, 2001).

**2.3.1 Requerimientos del entorno.** Según PENNIGSFELD y KURZMANN (1983), los factores más importantes a tener en consideración son, la temperatura, luz, aporte de CO<sub>2</sub>, pH, humedad y contenido de oxígeno en la zona de raíces.

Para MARULANDA (2003), el criterio más importante es que se tengan como mínimo 6 horas de luz al día, para esto es recomendable utilizar espacios con buena iluminación, y cuyo eje longitudinal mayor esté orientado hacia el norte. Se deben evitar aquellos espacios sombreados por árboles, los lugares inmediatos a casas u otras construcciones y los sitios expuestos a vientos fuertes.

También se debe tener en cuenta, que debido a que la exigencia de luz es muy alta, ésta no debe escasear, debido a que se formarían hojas delgadas y sin vigor, lo que se debe considerar también, al momento de decidir la densidad de establecimiento, para que ello no ocurra. Con respecto a la temperatura, ésta juega un rol muy importante tanto en la germinación como en el desarrollo, existiendo rangos óptimos y mínimos; también la temperatura junto con el fotoperíodo están relacionados, ya que al darse las condiciones favorables en ambos factores de forma simultánea, la planta emite su tallo floral, siendo esto más fácil de que ocurra en plantas que no conforman una cabeza compacta (ALVARADO *et al.*, 2001).

CASTAÑEDA (1997), indica que debe estar cerca de fuentes de agua, pero no estar cerca de desagües, letrinas, basureros, ni ríos de aguas negras, ya que estos pueden contaminar nuestros cultivos.

MARULANDA (2003), agrega además que la importancia de la cercanía a fuentes de agua, es debido a una mayor comodidad y una minimización de los esfuerzos, ya sean físicos o mecánicos, para transportar el agua, también que se localice en lugares no expuesto a vientos fuertes, que esté próximo al lugar en donde

se preparan y guardan todos los insumos necesarios para el cultivo y la posibilidad de proporcionar una protección para proteger contra condiciones extremas del clima como heladas, granizo, alta radiación solar, vientos, etc.

2.3.1.1 Temperatura. La lechuga es un cultivo de clima frío y producirá plantas de mejor calidad en las condiciones frías de invierno y primavera. La lechuga crecerá en temperaturas nocturnas menores a 4°C pero en forma lenta, entonces se recomienda aumentar la temperatura a 8°C en condiciones de invernadero. Las temperaturas diurnas no son críticas y la ventilación en sistemas de campo cubiertos con malla e invernaderos deben proveer una temperatura entre los rangos de 12 a 21°C. (MORGAN, 1999).

PENNIGSFELD y KURZMANN (1983), señalan que datos sobre temperaturas ambientales existen en numerables estudios, pero de la temperatura sobre el sustrato muy poco, y sobre ello indican que tiene bastante influencia, como por ejemplo temperaturas muy bajas causa una baja absorción de agua por ende de nutrientes, pudiendo causar marchitamiento y clorosis, así como altas temperaturas pueden afectar el desarrollo normal de las plantas, la reacción a las temperaturas del sustrato, dependen del origen de las plantas, así como para plantas de origen tropical, una baja en la temperatura del sustrato le es beneficioso, para las especies de clima frío sucede lo contrario, manteniendo en ambos casos rangos que no produzcan alteraciones en el normal desarrollo de las raíces.

ALVARADO *et al.* (2001), agregan que la temperatura actúa como controlador del crecimiento de las plantas, al influir sobre la aceleración de los procesos químicos internos cuando esta aumenta, los que se ven regulados por la acción de diferentes enzimas las cuales son funcionales a determinados rangos de temperaturas.

Siguiendo con lo anterior, si las temperaturas se encuentran fuera de los rangos, la actividad enzimática comienza a deteriorarse, teniendo como consecuencia que los procesos químicos se desarrollen más lentos o que simplemente se detengan (ALBRIGHT, 2004).

2.3.1.2 Luz. PENNIGSFELD y KURZMANN (1983), dicen que la luz, es un factor importante de tener en cuenta, para realizar un buen manejo de ésta, y esto va asociado con las especies que se están cultivando, por eso es esencial que para plantas de días largos, sea necesario contar con luz artificial cuando la natural ya no es suficiente, pero se debe tener en cuenta el factor económico que está implícito en el uso de dicha energía; en cambio, muchas veces en el verano es necesario recurrir a un sombreadamiento de las plantas.

Asociado al manejo de la luz, hay que considerar el sistema de hidroponía escogido, debido a los posibles sombreadamientos o intercepción de la luz por parte de otras plantas, por ejemplo si se trata de un sistema en columnas (ALVARADO, *et al.* 2001).

ALVARADO *et al.* (2001), agrega que para muchas semillas, la luz no es necesaria para la germinación, sin embargo cuando aparecen los primeros cotiledones, ésta debe estar disponible, de lo contrario produciría un crecimiento débil de las plantas y un ahilamiento de éstas. Contrario a esto, una excesiva luz natural, podría provocar quemaduras, por lo que una luz natural indirecta sería recomendada.

ALBRIGHT (2004), dice que se recomienda lámparas fluorescentes de luz blanca pero que también puede usarse de alta precisión, además agrega que el calor generado por estas lámparas debe ser disipado de alguna forma, debido a se debe mantener una temperatura óptima en el semillero.

Muy importante es tener en cuenta la relación que existe con la solución nutritiva, debido a que ésta no debe tener contacto con la luz para que no exista la posibilidad de que se desarrollen algas que serán una competencia por los nutrientes con las plantas (ALVARADO *et al.* 2001).

Del punto de vista interno de la planta, MORGAN (2000), señala que luego de la absorción de nitrato, las plantas debe utilizar energía para convertirlo en amonio, la cual se obtiene de la luz y la fotosíntesis, por lo tanto la asimilación y reducción del nitrato está estrechamente relacionado con la tasa de fotosíntesis. Bajo condiciones de

alta luminosidad, donde la planta tiene una alta tasa de fotosíntesis, el nitrato es rápidamente asimilado y convertido, lo que sucede en forma contraria bajo condiciones de baja luminosidad, donde las plantas están forzadas a producir suficiente energía para la conversión de nitrato a amonio, y se tiende a reducir la energía disponible para el crecimiento.

2.3.1.3 Aporte de CO<sub>2</sub>. Son muy importantes en la realización de cultivos forzados, debido a que ante aumentos de las concentraciones de este componente se pueden obtener aumentos de rendimiento, manteniendo siempre un nivel que no sea tóxico para el humano, y ventilando constantemente cuando se trata de sistemas cerrados como invernaderos, se debe tener también en cuenta que los aumentos de concentraciones deben estar acompañados de luminosidad para que cumpla su propósito, de lo contrario se debe resguardar el aporte de éste (PENNIGSFELD y KURZMANN, 1983).

Coincidiendo con lo anterior, ALBRIGHT (2004), señala que la cantidad de CO<sub>2</sub> en el aire influye directamente en la fotosíntesis señalando además que la cantidad normal de este componente en aire es de 350 ppm los cuales en día de sol pueden disminuir hasta 100 ppm lo cual se traduce directamente en una disminución de la fotosíntesis.

Como recomendación, ALVARADO *et al.* (2001), indica que en etapas de luminosidad se podrían añadir unos 1000-1500 ppm de CO<sub>2</sub> y 350 ppm durante las horas de oscuridad.

2.3.1.4 Humedad del ambiente. ALBRIGHT (2004), señala que la humedad del aire está relacionada con la velocidad de transpiración de la planta, la cual ante una elevada humedad relativa la planta transpira poco lo que reduce el transporte de nutrientes desde las raíces hacia las hojas.

Agregando a lo anterior, ALVARADO *et al.* (2001), dicen que una alta humedad relativa puede facilitar la incidencia de enfermedades, como es el caso de la *Botrytis*.

Para PENNIGSFELD y KURZMANN (1983), el aporte adecuado de humedad va en directa relación con la absorción de CO<sub>2</sub>, al estar en cantidades suficientes, y también tiene una influencia directa en el trabajo que desempeñan los estomas, en este sentido, son especialmente exigentes las plantas de un gran sistema foliar que transpiran mucha agua. La humedad ambiente es posible de controlar con diversos sistemas, pero se debe tener cuidado con la incidencia de hongos.

2.3.1.5 Oxigenación del sistema radicular. El requerimiento de oxígeno por la planta se conoce desde 1968 y algunos estudios fueron escritos en la década de los 20's, sin embargo, no fue hasta el desarrollo de los sistemas hidropónicos comerciales, en particular el NFT, que se hicieron observaciones detalladas sobre el efecto del oxígeno disuelto en la solución. El sistema radicular requiere oxígeno para la respiración aeróbica, un proceso esencial que libera la energía requerida para el crecimiento radicular (MORGAN, 2001).

Indispensable para el éxito de los cultivos hidropónicos, por la respiración de las raíces, lo que se ve favorecido con un sustrato de estructura porosa y la aireación complementaria de la solución, así como también el constante aporte de oxígeno a la solución cuando se trata de un cultivo de raíz flotante (PENNIGSFELD y KURZMANN, 1983).

De lo anterior, se obtendrá una buena producción, ya sea si se trata de una producción comercial o de consumo interno, lo cual es muy importante, por lo tanto, la oxigenación de la solución es indispensable y ésta se puede realizar tanto en forma mecánica como manual (DICTA, 2002).

ALVARADO *et al.* (2001), señala que las lechugas pueden crecer con concentraciones de al menos 4 ppm de oxígeno disuelto en la solución, ya que la carencia de éste detendrá el proceso de respiración teniendo como consecuencia un serio daño a la planta, es por esto que se recomienda mantener las concentraciones por encima de lo antes mencionado y como recomendación se señala 8 ppm.

MORGAN (2001), señala además que los ápices radicales tienen una gran demanda de energía para la producción y crecimiento celular, por lo tanto, son vulnerables a la carencia de oxígeno y más aún, si existe una carencia de oxígeno en las raíces apicales que están en crecimiento, puede existir una carencia de calcio, sobre todo en las partes, más nuevas de la planta, debido a que este elemento no se mueve rápido de las partes más viejas a las más nuevas de la planta.

El tema del oxígeno parece no ser un inconveniente en un sistema de aeroponía, ya que según DURAN (2000), la aireación es una de las principales ventajas de este sistema, debido a que en sistemas tradicionales de hidroponía, se tienen alrededor de entre 5 a 10 ppm de oxígeno disuelto en la solución a 20° C. mientras que en aeroponía la cantidad se mide en porcentaje y es de 21% lo que indica que la cantidad es de alrededor de 20.000 veces más elevada que la concentración del mismo gas disuelta en el agua.

2.3.1.6 El pH. ALVARADO *et al.* (2001), señala que la lechuga es una hortaliza clasificada como ligeramente tolerante a la acidez, siendo su rango de pH entre 6.0 y 6.8, sin embargo agrega que existen ciertos autores que afirman que la lechuga se desarrolla mejor en condiciones de pH más ácidos (5.0), además señala que la lechuga es una hortaliza medianamente tolerante a la salinidad.

ALVARADO *et al.* (2001), agrega que el control del pH es una de las ventajas que se tienen en comparación con el cultivo en tierra, pudiéndose realizar muestreos y ajustes con facilidad.

El pH de una solución es importante ya que controla la disponibilidad de sales de los fertilizantes, y se considera además como un pH óptimo de 5.8, para el crecimiento de la lechuga, aunque también es aceptable rangos entre 5.6 y 6.0 (ALBRIGHT, 2004).

Si se mantienen rangos de pH como los antes mencionados, MORGAN (2000) señala que pueden existir manifestaciones de toxicidad en las plantas siempre y cuando la fuente de nitrógeno aplicada a la solución provenga del amonio, la que se

puede controlar manteniendo un pH neutro, es decir cercano a 7.0, o cambiando la fuente de nitrógeno por fuentes nítricas.

**2.3.2 Etapas del manejo.** Para obtener un óptimo desarrollo, se deben seguir ciertas etapas, en los que se incluyen el manejo de ciertos factores así como también los medios y las etapas de producción (MARULANDA, 2003).

2.3.2.1 Los contenedores. FAO-RLC (2000), señala que en hidroponía se trabaja con los contenedores porque son sistemas cerrados donde se controla mejor la alimentación de la planta por medio del riego y que los recipientes y contenedores están de acuerdo con el espacio disponible y las posibilidades de cada persona o grupo.

MARULANDA (2003), dice que los tipos de recipientes y contenedores que se pueden usar o construir deben estar de acuerdo con el espacio disponible, las posibilidades técnicas y económicas en conjunto con las necesidades y aspiraciones de progreso y desarrollo.

CASTAÑEDA (1997), agrega que se puede usar cualquier recipiente como: canastos, vasos, botellas, mangas de plástico, cajas de madera o de plástico, llantas, todo relacionado según el espacio y recursos económicos con que se cuente.

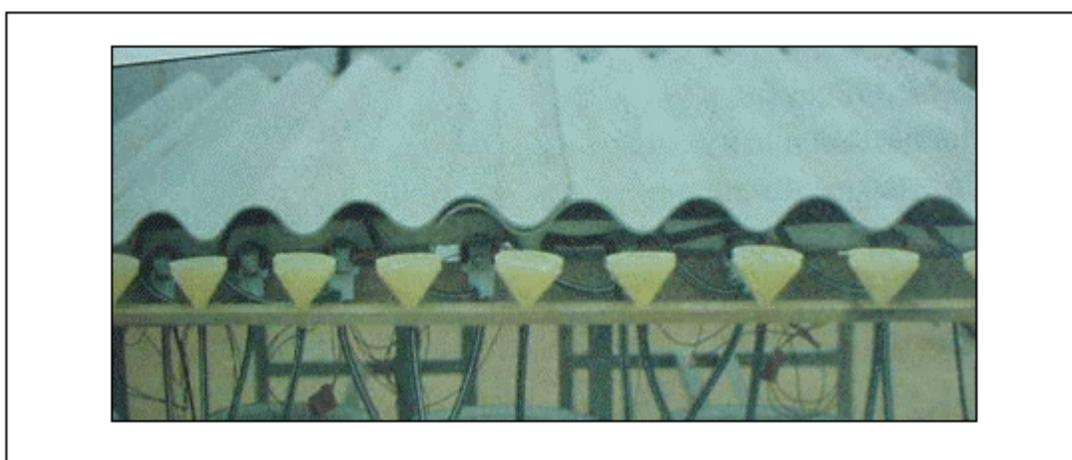
PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DEASARRLLO (FAO-PNUD) (1996a), coincide en que los contenedores deben ser de acuerdo al espacio y situación económica, y agrega que los contenedores de madera deben ir forrados por dentro con plástico.

No obstante, MARULANDA (2003), dice que si se dispone de espacio suficiente es importante no quedarse solamente con estos contenedores pequeños, el progreso en conocimientos debe unirse a la ampliación del tamaño de los cultivos y a la diversificación de las especies.

El plástico a utilizar debe ser de color negro para impermeabilizar el contenedor, debe ser de calibre 0,10 cm, su función es evitar el humedecimiento y pudrición de la madera e impedir que se pierdan los nutrientes rápidamente. El color negro es para evitar la formación de algas y para dar mayor oscuridad a la zona de las raíces. El plástico nunca debe colocarse sobre el piso, a menos que se hayan barrido de éste todas las asperezas que pudieran perforarlo o que esté forrado con periódicos viejos (MARULANDA, 2003).

CARRASCO (1996), señala que al usar el sistema NFT, que consiste en la circulación constante de una lámina fina de solución nutritiva, considerado un sistema hidropónico estricto, es recomendable utilizar canales de sección rectangular, ya que ésta permite mantener la fina lámina de solución circulante en la sección transversal a lo largo del canal, además se requiere que la superficie de los canales sea lisa para facilitar el rápido desplazamiento de la solución a través del canal de cultivo.

También dependiendo del cultivo que se trate, CARRASCO (1996), agrega que existen diferentes tipos de canales, por ejemplo si se cultiva alguno de pequeño tamaño como la lechuga, se aconseja utilizar un canal de baja altura, como se muestra en las Figuras 1 y 2, que permita la sujeción de la planta y su contenedor, a su vez el canal se cubre con un plástico negro de polietileno.



**FIGURA 1** Canal de tipo ondulado.

FUENTE: CARRASCO (1996).



**FIGURA 2** Cubierta de poliestireno expandido individual para canal de tipo ondulado.

FUENTE: CARRASCO (1996).

En cambio si se trata de un cultivo de crecimiento alto, como el tomate, se requiere la implementación de canales, que permitan mantener tanto a las plantas de mayor desarrollo aéreo y radical, como también a sus contenedores (CARRASCO, 1996).

2.3.2.2 Sustratos o medios de cultivo. Dentro de la hidroponía existen varios tipos, en las cuales se han introducido modificaciones y adaptaciones, y se clasifican de acuerdo al medio en donde se desarrolle el cultivo, es por eso que a parte del medio líquido existen los medios sólidos (GIACONI y ESTAFF, 1999).

GIACONI y ESTAFF (1999), explican el medio sólido, como el establecimiento de una planta en un medio inerte, que le permite mantenerse firme y sujeta, por donde se le aplica la sustancia nutritiva en solución, ya sea como riego por goteo, o bien que inunde en cierto nivel el medio de sustento.

CASTAÑEDA (1997), define sustrato, como aquel material que sustituya la tierra, que sea inerte y en donde se pueda desarrollar sin problema un cultivo hidropónico.

RODRIGUEZ *et al.* (1999), señalan que se recomienda usar de preferencia sustratos livianos y porosos y de fácil disponibilidad para no elevar los costos de producción, además el sustrato debe permitir un máximo crecimiento y desarrollo radicular, lo cual permitirá obtener una planta vigorosa.

Los sustratos deben tener gran resistencia al desgaste o a la meteorización y es preferible que no tengan sustancias minerales solubles para no alterar el balance químico de la solución nutritiva que será aplicada, además el material no debería ser portador de ninguna forma viva de macro o micro organismo, para disminuir el riesgo de propagar enfermedades o causar daño a las plantas, a las personas o a los animales que las van a consumir (MARULANDA, 2003).

Específicamente MARULANDA (2003), define las características más recomendables de los sustratos en los siguientes puntos:

- que las partículas que lo componen tengan un tamaño no inferior a 0,5 y no superior a 7 milímetros
- que retengan una buena cantidad de humedad pero que además faciliten la salida de los excesos de agua que pudieran caer con el riego o con la lluvia
- que no retengan mucha humedad en su superficie
- que no se descompongan o se degraden con facilidad
- que tengan preferentemente coloración oscura
- que no contengan elementos nutritivos
- que no contengan microorganismos perjudiciales a la salud de los seres humanos o de las plantas
- que no contengan residuos industriales o humanos
- que sean abundantes y fáciles de conseguir, transportar y manejar
- que sean de bajo costo y livianos

MARULANDA (1993), realiza una clasificación de algunos sustratos dependiendo de su origen, esquematizado en el siguiente Cuadro.

**CUADRO 1 Clasificación de sustratos según su origen.**

Sustrato de origen orgánico	Sustrato de origen inorgánico
Cascarilla de arroz	Escoria de carbón mineral quemado
Aserrín o viruta desmenuzada de maderas amarillas.	Escorias o tobas volcánicas
	Arenas de ríos o corrientes de agua limpias que no tengan alto contenido salino
	Grava fina, Maicillo

FUENTE: MARULANDA (2003).

DEVIA (1991), agrega a los sustratos anteriormente mencionados, Turba, Perlita, Lana de Roca, Grava y Vesiculita, y señala que la arena es sustrato que tendría mayores posibilidades de ser usado en Chile, por ser el más asequible, y de precio más económico, pero tiene como desventaja su alta densidad y su baja retención de humedad útil para la planta, sin embargo se usa bastante en mezclas.

FAO-PNUD (1996b), señala que todos los materiales antes mencionados pueden ser usados en forma independiente, sin embargo se han probado con éxito algunas mezclas, con diferentes proporciones, y las mezclas más recomendadas de acuerdo con ensayos hechos en varios países de América Latina y el Caribe son:

- 50% cascarilla de arroz y 50% de escoria de carbón
- 80% de cascarilla de arroz y 20% de aserrín
- 60% de cascarilla de arroz y 40% de arena de río
- 60% de cascarilla de arroz y 40% de escoria volcánica

2.3.2.3 Preparación de los almácigos. El almácigo no es otra cosa que un pequeño espacio al que le damos condiciones adecuadas (óptimas) para garantizar la germinación de las semillas y el crecimiento inicial de las plántulas, además de tener un cuidado inicial especial para que no existan problemas en el desarrollo de las plantas (MARULANDA, 2003).

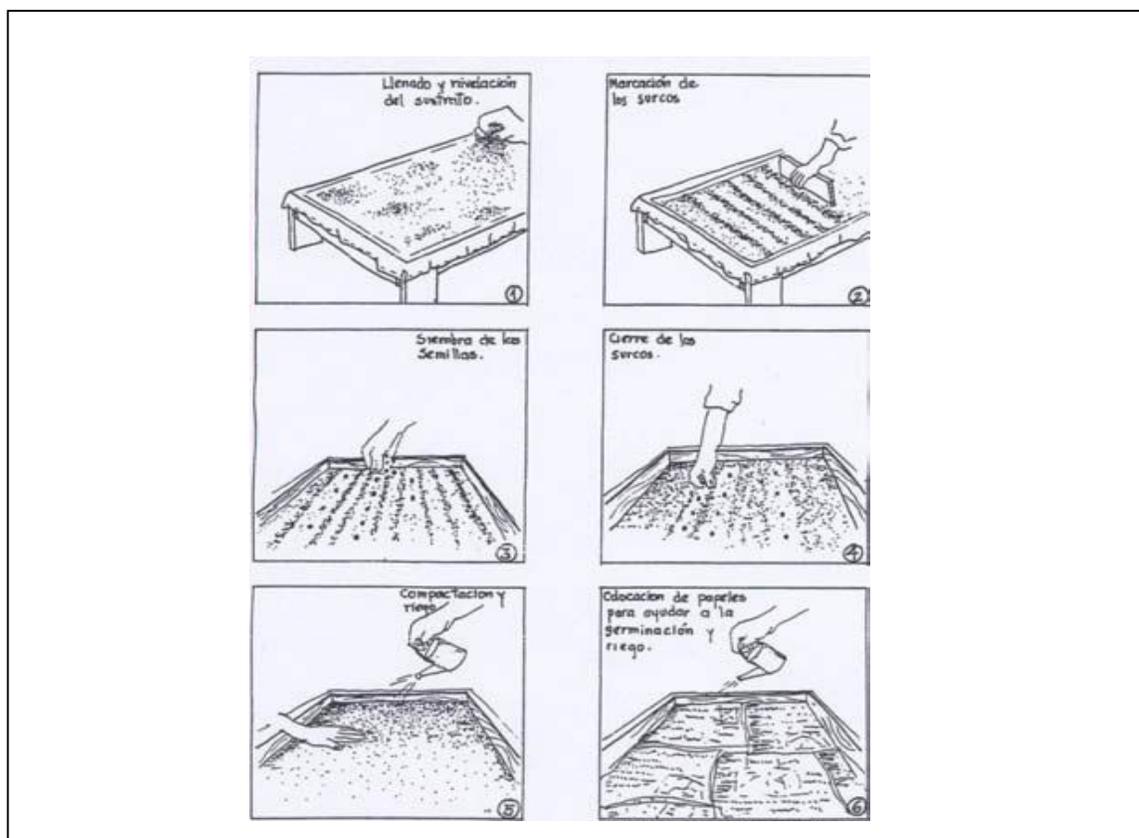
FAO-RLC (2000), dice que para preparar un buen almácigo el sustrato debe ser suave, limpio y homogéneo y no puede haber partículas muy grandes o pesadas.

FAO-PNUD (1996c), agrega que las partículas no pueden ser muy grandes ni pesadas porque estas no permitirían la emergencia de plantas recién nacidas, además se deben controlar las condiciones de humedad, que es esencial para el desarrollo de las plantas recién nacidas.

MARULANDA (2003), recalca que para mantener la base de un cultivo hidropónico, no se deben hacer almácigos en tierra para luego trasplantarlos a sustratos hidropónicos es por esto que las plantas que se van a trasplantar en hidroponía se deben hacer en los sustratos sólidos mencionados anteriormente.

Previo a la siembra, se debe realizar una nivelación, para que al trazar los surcos o establecer los orificios, las semillas no queden unas más profundas que otras, para obtener un nacimiento y desarrollo inicial uniforme (FAO-PNUD, 1996c).

Luego de sembradas las semillas, con la palma de la mano se presiona suavemente el sustrato para expulsar el exceso de aire que pueda haber quedado alrededor de la semilla y aumentar el contacto de la misma con el sustrato (Figura 3). Luego se riega nuevamente y se cubre el almácigo con papel de periódico en épocas normales y con papel más un plástico negro en épocas de temperaturas muy bajas, para acelerar un poco la germinación (MARULANDA, 2003).



**FIGURA 3** Preparación de una almaciguera.

FUENTE: MARULANDA (2003).

CARRASCO (1996), agrega otro tipo de preparación de almácigos, que consiste en insertar la semilla dentro de un cubo de poliuretano de baja densidad, como lo muestra la Figura 4.



**FIGURA 4** Almaciguera de lechuga en cubos de poliuretano.

FUENTE: CARRASCO (1996).

2.3.2.4 Transplante. En general, las plantas cultivadas en cualquier tipo de contenedor son llevadas al sistema definitivo de establecimiento cuando éstas poseen 5 hojas verdaderas, sin considerar el primer par de hojas embrionarias llamadas cotiledones. En este estado de desarrollo, las plantas cuentan con raíces lo suficientemente largas para estar en contacto con la solución nutritiva recirculante y así absorber los elementos nutritivos y agua combinados (CARRASCO, 1996).

Cuando el almácigo se realiza sobre un cubo de poliuretano, este se transplanta en forma directa al plumavit o poliestireno, cuando se trata del sistema de raíz flotante o directamente sobre el sustrato (CARRASCO, 1996).

MARULANDA (2003), señala que cuando el almácigo se ha realizado sobre un sustrato sólido, se lavan las raíces, y se inserta en una espuma de goma que rodea el cuello, y le da sostén sobre el sustrato, o en el plumavit, si el sistema es raíz flotante (figura 5).



**FIGURA 5** Forma como se trasplantan las plántulas del almácigo a raíz flotante, la espuma de goma sujeta el cuello de la plántula.

FUENTE: MARULANDA (2003).

2.3.2.5 Preparación de la solución nutritiva. PENNINGSFELD y KURZMANN (1983), dicen que las soluciones nutritivas deberán contener todos los elementos necesarios para las plantas en las debidas condiciones y en dosis convenientes.

CARRASCO (1996), agrega que en hidroponía, los elementos minerales nutritivos esenciales son aportados exclusivamente en la solución nutritiva, a través de las sales fertilizantes que se disuelven en agua (Cuadro 2), es por esto que la formulación y control de la solución junto a una adecuada elección de las fuentes de las sales minerales solubles, se constituyen en una de las bases para el éxito del cultivo hidropónico.

**CUADRO 2 Sales fertilizantes utilizadas en hidroponía.**

Nombre químico	Fórmula química	Solubilidad (gramos por litro)
Nitrato de calcio	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	1220
Nitrato de potasio	$\text{KNO}_3$	130
Nitrato de magnesio	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	279
Fosfato monopotásico	$\text{KH}_2\text{PO}_4$	230
Sulfato de magnesio	$\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	710
Sulfato de potasio	$\text{K}_2\text{SO}_4$	111
Sulfato de manganeso	$\text{MnSO}_4$	980
Acido bórico	$\text{H}_3\text{BO}_3$	60
Sulfato de cobre	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	310
Sulfato de zinc	$\text{Zn SO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	960
Molibdato de amonio	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	430

FUENTE: CARRASCO (1996).

#### 2.4 Requerimientos básicos y de infraestructura, insumos involucrados y los costos asociados.

MARULANDA (2003), separa los costos en dos, los costos de instalación, en donde se incluyen, dependiendo del nivel de producción que se trate, de bombas, tuberías, contenedores, estanque de almacenamiento, sustrato, entre otros, pero también, si la producción es más pequeña, se pueden contar con bidones de plásticos, baldes, etc. Considerando también un lugar para la preparación, manipulación y almacenamiento de los diferentes insumos. Agrega además que dependiendo de la zona y época de producción se debe contar con un invernadero.

FIGUEROA (2002), agrega que dentro de los costos, se encuentran los costos variables de producción, además de los costos de inversión mencionados anteriormente, y entre estos se encuentran semillas, soluciones nutritivas, espumas

plásticas, control de pagas, comercialización y distribución entre otros, todo dependiendo de la magnitud y forma de desarrollar la producción.

CARRASCO (1996), destaca que dependiendo del cultivo o los cultivos que se realicen, será la demanda por distintos insumos, y también dependiendo del sistema de hidroponía que se ejecute, así destaca que si se ocupa solo raíz flotante, tendrá un costo distinto a que si se realiza con el sistema NFT, así como también si se recurre al uso de sustratos, uso de columnas etc.

Luego que ya se ha decidido dentro del sistema de producción, la construcción de un invernadero, se debe determinar su tamaño, y también tener en cuenta el costo involucrado en la construcción de éste, considerando los materiales a utilizar, dependiendo si la decisión es un invernadero de vidrio, planchas de policarbonato o simplemente de polietileno, lo que lleva también consigo el material de la estructura de soporte del invernadero, la que puede ser de metal, madera entre otros (JENSEN, 2001).

### 3 MATERIAL Y METODO

#### 3.1 Material

Para el desarrollo del proyecto se contó con cierta información, la cual se obtuvo de diversas fuentes, las cuales fueron consultadas y analizadas.

**3.1.1 Fuentes de información.** El material utilizado correspondió tanto a fuentes de información primaria como secundaria, de las que se extrae la información obtenida de literatura consultada en la Biblioteca Central de la Universidad Austral de Chile, como libros y revistas, material audiovisual, proporcionado por el profesor Juan Fuentealba del Instituto de Producción y Sanidad Vegetal de la misma universidad, encuestas personales realizadas en distintos supermercados de las ciudades de Puerto Montt y Puerto Varas (Anexo 1), entrevistas con productores de cultivos hidropónicos de la ciudad de Puerto Montt, así como también con los jefes de sección vegetales de los distintos supermercados visitados y por último, material obtenido en Internet.

**3.1.2 Descripción física del proyecto.** En el análisis del proyecto se consideró una parcela de una hectárea de superficie, ubicada en el sector de San Rafael, distante a 4 km de la ciudad de Calbuco y a 45 km de la ciudad de Puerto Montt.

La ubicación de la parcela permite un buen acceso, ya que solo se encuentra a 2 km de la Ruta V-85, que une la ciudad de Calbuco con la Ruta 5, lo que permite una rápida y directa movilización de los productos, además se encuentra cerca de la ciudad de Puerto Montt, que es la capital regional, lo que se debe tener en cuenta ante una necesidad de servicios o trámites administrativos.

**3.1.3 Herramientas.** Para el procesamiento de datos y desarrollo escrito del proyecto se utilizaron programas computacionales como el *Microsoft Office* y *Microsoft Excel*, además de diversos materiales de escritorio.

### **3.2 Método.**

El siguiente estudio, por sus características y objetivos, corresponde a un estudio de tipo no inferencial de un caso y de tipo descriptivo.

**3.2.1 Forma de recolección de información.** Como se mencionó anteriormente, la información se obtuvo de fuentes primarias como secundarias, en base a encuestas y entrevistas semiestructuradas, las que se realizaron con jefes de la sección vegetales de los supermercados visitados.

La información secundaria proporcionó antecedentes relacionados con el tipo de producción, formas de producción, forma de comercialización, control de enfermedades, largo de los ciclos, manejo de factores climáticos, manejo del sistema productivo completo, desde siembra hasta manejo poscosecha. Además, se observó en visitas a productores hidropónicos de la zona detalles del manejo y la infraestructura involucrada.

Las encuestas fueron dirigidas a los jefes de la sección vegetales, o a la persona a cargo, en donde se tomaron en cuenta preguntas tales como, qué productos vende, lugar de procedencia, disposición a comprar productos de la zona etc. El detalle de dicha encuesta se encuentra en el Anexo 1.

**3.2.2 Procesamiento de la información.** Este se basó en la Guía de Preparación y Evaluación de Proyectos, LERDON (2004), en donde se analizó los siguientes puntos.

**3.2.2.1 Estudio de mercado.** En este punto se realiza una definición y descripción general del producto, como la forma de presentación de éste a los consumidores, se evalúa los principales compradores de hortalizas hidropónicas, como los supermercados de las ciudades de Puerto Montt y Puerto Varas, por medio de entrevistas y encuestas personales. Este método es más flexible, lo que permite interactuar mejor con el informante, teniendo así, la posibilidad de obtener resultados reales.

El método anteriormente señalado, permitió estimar el consumo del producto en las ciudades mencionadas, y también se podrá realizar una estimación de precios del mismo.

3.2.2.2 Estudio técnico. En este punto se analizó aspectos como la construcción del invernadero, teniendo previamente determinado su tamaño, los materiales y tipo de invernadero escogido. Se determinó también el proceso de producción para el sistema elegido (sistema de contenedores a raíz flotante), así como los materiales involucrados en el sistema entero, considerando aquí los contenedores, semilleros, sistema de riego, etc.

También en este punto se definió la localización del proyecto, la descripción del lugar físico, de los bienes existentes, si es que los hubiese y la justificación de la inversión a realizar.

3.2.2.3 Estudio financiero. En este punto se trataron temas, como el análisis de costos, en donde se involucró todo lo concerniente a la inversión total realizada, también se analizan los ingresos existentes, costos de producción, gastos generales, depreciaciones y reinversiones.

Se realizó una evaluación económica y financiera, lo que incluye un cuadro de fuentes y usos, análisis de riesgo, además de los puntos que a continuación se describen:

- Flujo de caja. En donde están involucrados los indicadores VAN y TIR.

VAN: Con este indicador se obtuvo una base de comparación de los costos y beneficios generados por la inversión, para lo cual es necesario conocer la tasa de descuento y las características del perfil del proyecto a lo largo de su ejecución. Se utiliza para ello la siguiente fórmula:

$$VABN = \sum_{t=1}^n \left[ \frac{B_t}{(1+i)^t} \right] - I \quad (3.1)$$

Donde:

I = inversión inicial en el año 0

i = tasa de descuento

$B_t$  = Beneficios netos del período t

t = tiempo (años)

n = número total de años (períodos)

Este criterio plantea que el proyecto debe aceptarse si su valor actual de los beneficios netos (VABN), es igual o superior a cero, donde el VABN es la diferencia entre todos sus ingresos y egresos expresados en moneda actual.

TIR: Esta es la tasa de descuento que hace que el valor presente de los beneficios sea exactamente igual al valor de los costos. O sea es la tasa de descuento que hace que el valor presente de los beneficios netos (VABN) sea igual a cero. La TIR se representa de la siguiente forma.

$$TIR = i_1 + (i_2 - i_1) \times \left[ \frac{Bi1}{|Bi1| + |Bi2|} \right] \quad (3.2)$$

Donde:

i = tasa de interés del período

B = Beneficios netos del período

La tasa así calculada se compara con la tasa de interés (tasa de descuento) de la empresa. Si la TIR es igual o mayor que ésta, el proyecto debe aceptarse y si es menor, debe rechazarse. Cuando la TIR es mayor que cero nos dirá que el proyecto es rentable hasta dicha tasa.

– Criterio de la relación beneficio – costo. Esta es una relación en la cual se dividen los beneficios actualizados por los costos actualizados del proyecto (considerando una tasa de actualización dada y el número total de años que dura el proyecto). Esta relación es complementaria a las anteriores y ayuda a decidir si emprender o no el proyecto, puesto que a mayor relación B/C, el proyecto es más rentable. Para actualizar los beneficios y costos se utilizará las fórmulas:

$$B_0 = \frac{B_n}{(1+i)^n} \quad C_0 = \frac{C_n}{(1+i)^n} \quad (3.3)$$

Donde:

$B_n$  = Beneficios netos totales para el período de tiempo  $n$

$C_0$  = Costos totales para el período de tiempo  $n$

$n$  = número de períodos que dura el proyecto (años)

$i$  = Tasa de actualización del proyecto

Entonces se tiene como regla, que un proyecto es económicamente factible, si la razón beneficio – costo es mayor que uno, es decir, si los beneficios actualizados son mayores que los costos actualizados.

– Período de recuperación de capital. El período de recuperación representa el lapso de tiempo requerido para que el flujo de caja cubra el monto total de la inversión. Esto se puede representar con la siguiente expresión:

$$PRC = \sum_{t=1}^n \frac{Flujosdecaja}{n} = I \quad (3.4)$$

Donde:

$I$  = Inversión total del proyecto.

$n$  = Número de años (períodos de duración del proyecto).

Entonces se tiene que:

$$PRC = I$$

– Punto de equilibrio. Es el punto en el cual los ingresos brutos permiten cubrir los costos totales involucrados; o sea es el punto donde no se gana ni se pierde, y a partir del cual se generan utilidades. Se define PE con la siguiente fórmula:

$$PE = \frac{\left[ \frac{CF}{1 - \left( \frac{CV}{IB} \right)} \right]}{IB} \times 100 \quad (3.5)$$

Donde:

PE = Punto de equilibrio

CF = Costos Fijos

CV = Costos Variables

IB = Ingresos Brutos

3.2.2.4 Estudio de factibilidad legal y normativas. En este punto se tratan temas relacionados con la normativa sanitaria de este tipo de instalaciones, como por ejemplo las condiciones mínimas del agua de uso, permisos necesarios para el funcionamiento de la empresa, aspectos legales relacionados con el tipo de sociedad de que se trate, entre otros.

## 4 PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

### 4.1 Estudio de mercado.

Basado en fuentes de información primaria y secundaria, se buscaron datos de producción y consumo de lechugas hidropónicas a nivel nacional y local, pero al no existir información oficial, se estimó una producción, en base a la información recolectada.

**4.1.1 Definición del producto.** Lechuga, *Lactuca sativa* L. La lechuga pertenece a la familia Asteraceae o Compuestas, y es originaria del Asia menor. Es la planta más importante dentro de las hortalizas de hoja, con el fin de consumo, siendo ampliamente conocida en todo el mundo. Las variedades de lechuga Capitata “Butterhead” o “Mantecosas” son las más cultivadas en sistemas hidropónicos, porque son precoces, lo que permite obtener varias cosechas al año y de gran calidad culinaria (GIACONI y ESCAFF, 1999)

En Chile existen 5.400 hectáreas dedicadas a esta hortaliza (promedio 1995 a 2000), superficie que se concentra principalmente en las regiones V y Metropolitana con un 74%. Existe una producción anual de 300 millones de unidades y existen 32 hectáreas de cultivo bajo invernadero (CHILE, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLITICAS AGRARIAS (ODEPA), 2002).

Las lechugas hidropónicas se producen principalmente en medios inertes y es un sistema que ha comenzado a utilizarse a principios de los años '90 en Chile, y que ha adquirido un mayor uso con el tiempo, principalmente por su producción limpia y libre de plagas y enfermedades comunes en el suelo.

Además, las lechugas hidropónicas aparecen por primera vez en el mercado en 1995, como respuesta a los brotes de cólera que se detectaron, los que

contaminaron las aguas de riego del cinturón hortícola de Santiago (OLAVARRIA *et al.*, 2003)

4.1.1.1 Descripción general del producto. Según ODEPA (2002), en el principal mercado nacional, que son los mercados mayoristas de Santiago, la variedad más comercializada es la Milanesa con cerca del 70% seguida de la variedad Conconina con cerca del 20%, sin embargo el producto a comercializar corresponde a lechugas de variedad Española producidas en forma hidropónica, debido a lo observado en los supermercados analizados, donde esta variedad es la predominante en este tipo de producto.

Estas lechugas presentan un ciclo aproximado de 55 a 75 días desde siembra a cosecha, requieren entre 18 y 21 °C de temperatura para germinación y una temperatura de 22°C para su óptimo desarrollo (GIACONI y ESCAFF, 1999)

Estas lechugas se comercializarán en supermercados de las ciudades de Puerto Montt y Puerto Varas. Se venderán en bolsas plásticas transparentes con indicaciones del productor y forma de cultivo. Irán a raíz descubierta, como una forma de indicar que son producidas en forma hidropónica, debido a que esta fue la forma observada en los supermercados de comercializar este producto, además como idea de los jefes de las secciones de vegetales, se mantendrá el cubo de poliuretano en sus raíces, como una manera de diferenciar el producto.

La forma de distribución a los supermercados será en cajas de 12 lechugas embolsadas. Estas cajas serán entregadas a los supermercados en forma directa, sin intermediarios y con locomoción propia de manera de cumplir lo requerido por los supermercados encuestados. La frecuencia de entrega será determinada por los supermercados. Se asumirá un mínimo de 260 lechugas, esto para tener una base de producción mínima diaria, determinada según la mitad de la demanda diaria de todos los supermercados donde se entregará el producto, la que se puede resumir en el siguiente cuadro obtenido de las encuestas realizadas.

**CUADRO 3 Demanda diaria estimada.**

Supermercado	Demanda diaria
Líder	110
Full Fresh Costanera	100
Full Fresh Centro	80
Las Brisas	50
Jumbo	100
Vhymeister	80
Total	520
Mitad demanda total	260

La idea de producir en forma hidropónica radica principalmente en la búsqueda de un nuevo producto y que además es de producción limpia, si bien existe la posibilidad de comprar lechugas producidas en forma convencional y que pueden llegar a tener un menor precio en el mercado, las tendencias actuales de los consumidores están asociadas a elegir productos con menores cargas de pesticidas, agua limpia y libre de plagas y enfermedades, lo que puede conseguirse de mejor forma con este tipo de cultivo.

4.1.1.2 Productos sustitutos y/o competidores. Los principales competidores de las lechugas hidropónicas son aquellas lechugas producidas en forma convencional, regadas con y sin agua de pozo, que se producen a gran escala o bien aquellas producidas en huertas o pequeñas superficies por particulares, y que por ende tienen un menor precio en el mercado, lo que puede provocar que tengan una mayor demanda, por lo cual es importante considerar la presentación antes mencionada y si es posible, según los encuestados en los supermercados, incorporar en el lugar de venta, gráficas explicativas sobre el producto con sus cualidades y ventajas.

4.1.2 Aspectos legales. Para el funcionamiento del proyecto, es necesario efectuar ciertos trámites legales y administrativos que lo autoricen.

4.1.2.1 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 Secretaria 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 \$56.139 más un 0,5% del capital total a invertir.<sup>1</sup>

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, serán susceptibles de ser inspeccionados en cualquier momento por los servicios de salud.

4.1.2.2 Constitución de la sociedad. Debido a que se trata de una Sociedad de Responsabilidad Limitada, por tratarse de una empresa de dos socios, ésta debe constituirse, lo cual se realiza ante notario y tiene un costo de 2 ‰ ( 2 por mil ) del

---

<sup>1</sup> BARRIL, A. (2005). Tecnólogo Médico del Departamento de Salud del Ambiente de la SEREMI de Salud X Región de Los Lagos. Comunicación personal.

capital total a invertir, con previa entrega de una Minuta realizada por un abogado lo que tiene un costo de \$100.000 aproximadamente. Luego se procede a inscribir la sociedad en el registro de comercio y la publicación en Diario Oficial, lo que tiene un costo de \$5.500 más 2 ‰ (2 por mil) del capital total a invertir y \$200.000 respectivamente.<sup>2</sup> Los puntos anteriormente tratados están resumidos en el Anexo 11.

4.1.2.3 Contribuciones. En este caso por ser un predio Agrícola, cuyo avalúo fiscal es menor que la Exención Agrícola del segundo semestre, queda exento del pago de contribuciones.

Según un funcionario del Servicio de Impuestos Internos<sup>3</sup>, el invernadero no queda afecto a tasación, siempre y cuando, no se exija cambio de uso de suelo, situación que no corresponde, ya que este cambio sería para una actividad de tipo habitacional, industrial, equipamiento, turístico, extracción de áridos y otros, lo que no sucede en este caso<sup>4</sup>, por lo tanto no existe el pago de contribuciones por la construcción del invernadero.

4.1.2.4 Aspectos tributarios. Por tratarse de una Sociedad con Responsabilidad Limitada, se consideró solo el pago de Impuesto a la Renta, que consiste en un 17% de las utilidades anuales. El detalle de todos los cálculos antes mencionados se encuentran en el Anexo 13.

**4.1.3 Comportamiento del mercado.** Debido a que la información existente, en cuanto a oferta y demanda de lechugas hidropónicas es nula, se realizó una estimación del consumo mostrada en el Cuadro 3. A partir de esta información se estableció la demanda de lechugas, la que se mantendrá constante durante los años de evaluación,

---

<sup>2</sup> BARRIENTOS, H. (2005), Notario Público, Notaría Barrientos, Puerto Montt. Comunicación personal.

<sup>3</sup> SOLIS, J. (2005). Ing. Agrónomo, Tasador del Servicio de Impuestos Internos. Comunicación personal

<sup>4</sup> CASTRO, M. (2005). Ing. Agrónomo, Profesional de apoyo SEREMI de Agricultura, X Región de Los Lagos. Comunicación personal.

a pesar de que según las personas encargadas de las secciones de vegetales de los supermercados visitados, coincidieron que la demanda de estos productos sigue una tendencia al aumento, a pesar de tener un precio superior a los producidos en forma convencional. Además comentaron la preferencia de los supermercados, como también de los consumidores, de preferir productos de la zona, y considerando que existe un productor de lechugas hidropónicas, que no cubre la demanda, según lo comentado por los encuestados, es factible el acceso a este mercado.

También algunos supermercados están implementando formas de hacer más atractivo este producto, colocándolos sobre piscinas, en donde el consumidor puede apreciar el producto con sus raíces suspendidas en el agua.

4.1.3.1 Definición del mercado de destino. Las lechugas producidas, serán vendidas a supermercados de las ciudades de Puerto Montt y Puerto Varas, debido a la cercanía de estas ciudades y los posibles mercados no satisfechos.

En Puerto Montt se entregarán a los supermercados Líder, Jumbo, Full-Fresh Costanera, Full-Fresh Centro y supermercado Las Brisas, en Puerto Varas se entregarán al supermercado Vhymeister.

En estos supermercados ya se venden productos hidropónicos, como tomates, pepinos, berros y lechugas, pero no producidos en la zona, con excepción del supermercado Líder y ocasionalmente los supermercados Full-Fresh, lo que permite que esta empresa se posicione de mejor forma.

Las lechugas se mantendrán en las góndolas refrigeradas de los supermercados, de no tener éstos la implementación de piscinas.

## **4.2 Estudio técnico.**

Se ha considerado la posibilidad de producción de lechugas hidropónicas, debido al cambio en el comportamiento en el consumo de las personas, que cada vez están tendiendo a exigir productos que sean producidos de la forma más limpia y natural posible, es por eso que se realizaron encuestas en los supermercados de las

ciudades de Puerto Montt y Puerto Varas, para conocer el comportamiento actual de estos productos en el mercado, concluyendo que el producto tiene una importante demanda, la cual según los encuestados ha ido en aumento en los últimos años, y que se mantendrá esta tendencia. Actualmente, la mayoría de los productos son de origen de la zona central, y una pequeña cantidad proviene de la zona, es por eso que es una buena oportunidad ingresar a este mercado con una producción local, lo que se ve apoyado por los encuestados que estarían dispuestos a comercializar productos de la zona. Por lo anterior, hace justificable la inversión a realizar.

**4.2.1 Determinación del tamaño del invernadero.** El tamaño del invernadero será determinado según la producción esperada, por lo tanto, la producción de este invernadero será de 288 lechugas diarias, considerando un 10% de pérdida desde el transplante a cosecha, la producción diaria total será de 260 lechugas.

**CUADRO 4 Detalle de la producción esperada.**

Item	Descripción
Densidad en contenedores	24 plantas/m <sup>2</sup>
Transplante después del almácigo	288 plantas
Pérdida estimada hasta la cosecha	10%
Cosecha	260 plantas

Se utilizarán cuatro contenedores unidos entre si, con una diferencia de altura de 10 cm. entre cada uno, los que conforman una sola gran fila de contenedor de 1,6 m. de ancho x 40,5 m. de largo en total, teniendo una superficie efectiva cubierta con poliestireno (planchas de 1,0 m. x 0,5 m.) de 60 m<sup>2</sup> (1,5 x 40 m), y considerando una densidad de plantas de 24 lechugas/ m<sup>2</sup> se tiene un total de 1440 lechugas por cada contenedor. La densidad establecida es un poco menor a las propuestas por ALBRIGHT (2004) de 38 lechugas/ m<sup>2</sup>, ALVARADO *et al.* (2001) de 25 a 30 lechugas/ m<sup>2</sup> y MARULANDA (2003) de 31 lechugas/ m<sup>2</sup>, y coincide con el ejemplo descrito por OLAVARRIA *et al.* (2003), y además considerando la zona de producción del proyecto, en donde las condiciones medioambientales son menos favorables que en la zona central, se evitaría así un factor de competencia que sería el espacio.

La distribución será en dos filas de contenedores separados entre ellas por 10 cm. y de 1,0 m. entre cada par de filas. Por lo tanto se tiene una distribución de cuatro pares de filas en un invernadero, con lo que se tiene un invernadero de superficie  $19 \text{ m.} \times 45 \text{ m.} = 855 \text{ m}^2$ , donde se incluyen los pasillos, y en el otro invernadero de dimensiones  $16,5 \times 45 = 742,5 \text{ m}^2$  en donde se encuentran tres pares de filas más, la preparación de almácigos, preparación de soluciones y la ubicación del inicio del sistema de riego, además de los pasillos. Las almacigueras serán de  $1,5 \text{ m}^2$ , para la producción de 300 plántulas diarias, y se consideraran un total de 20 almacigueras determinada según el número de días desde siembra a transplante (20 días).

**4.2.2 Localización.** La parcela de 1 hectárea de superficie, donde se construirá el invernadero, se encuentra ubicada en el sector de San Rafael, distante a 4 km. de la ciudad de Calbuco, y a 45 km de la ciudad de Puerto Montt, además se encuentra ubicado a 2 km de la ruta V-85, que une a la ciudad de Calbuco y la Ruta 5, teniendo ésta fácil acceso.

La localización obedece según LERDON (2004), a un criterio de factor preferencial, no dando prioridad a otros factores económicos, debido a que la parcela forma parte de la inversión ya que es propiedad de uno de los integrantes de la sociedad.

Sin embargo, esta localización responde a otros criterios señalados por LERDON (2004) y OLAVARRIA *et al.* (2003) como son, vías de comunicación y transporte, cercanía de los mercados, facilidad de provisión de insumos, mano de obra cercana, presencia de elementos para la producción como la luz y el agua, entre otros.

**4.2.2.1 Descripción de la parcela.** La parcela cuenta con accesos a agua potable y energía eléctrica, las cuales deben ser habilitadas para que el invernadero entre en producción, costo que debe ser considerado en la inversión inicial. En este caso, la parcela se encuentra ubicada dentro de un proyecto de Agua Potable Rural del Gobierno Regional, por lo cual no tiene costo alguno la instalación de agua, sólo la

distribución de ésta, y un pago mensual acordado por el comité a cargo de la mantención del proyecto y que dependerá del volumen a ocupar.

En cuanto a la luz, la empresa local SAESA realiza la instalación de la energía eléctrica en la parcela con medidor, lo que tiene un costo de \$450.000<sup>5</sup>.

Además, a la parcela considerada en la inversión, se le ha asignado un valor comercial de \$4.000.000.

4.2.2.2 Mano de obra. La mano de obra requerida es factible de obtener en la ciudad de Calbuco, y sería de preferencia femenina, por la delicadeza de éstas, en las labores que se requieren.

4.2.2.3 Provisión de insumos. Estos son posibles de obtener en las ciudades de Calbuco o Puerto Montt de distintas empresas del rubro agrícola tales como, Cooprinsem y Covepa, y materiales de construcción en tiendas como Homecenter Sodimac o Ferreterías Weitzler, entre otras empresas que se encuentren en la zona.

4.2.2.4 Servicios. La ubicación de la parcela permite un buen acceso, ya que solo se encuentra a dos km de la Ruta V-85, que une la ciudad de Calbuco con la Ruta 5, lo que permite una rápida y directa movilización de los productos, facilitando su comercialización, y además por encontrarse cerca de la ciudad de Puerto Montt, que es la capital regional, lo que se debe tener en cuenta ante una necesidad de servicios o trámites administrativos que sea necesarios.

4.2.2.5 Clima. Como no se encontraron datos sobre este punto para la localidad de Calbuco, se tomaron en cuenta los de la ciudad de Puerto Montt, que por su cercanía y condiciones geográficas muy similares, son muy representativos. Entonces se tiene que la región presenta un clima oceánico, fresco y húmedo, con temperaturas anuales entre 10 y 13 °C de promedio y precipitaciones de 1.200 a 3.000 mm anuales, debido a

---

<sup>5</sup> MANCILLA, J. (2005). Jefe oficina SAESA en la ciudad de Calbuco. Comunicación personal.

la especial influencia del mar, y como referencia se tiene el siguiente cuadro de temperaturas.

**CUADRO 5 Temperaturas promedios máximas y mínimas en °C de Puerto Montt.**

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Máxima	20	21	19	15	13	11	10	11	13	14	17	18
Mínima	9	8	9	7	6	4	4	4	4	5	7	9

FUENTE: UNIVERSIDAD DE CHILE (2004).

4.2.2.6 Bienes existentes. Además de la parcela, se cuenta con una camioneta avaluada en \$4.000.000.

**4.2.3 Descripción del proceso de producción.** El sistema a utilizar en esta empresa es a raíz flotante. Este sistema consiste principalmente en realizar almácigos con sustratos inertes en mezcla o puros. En estos almácigos se siembran las semillas de lechuga y están por alrededor de 20 días, tiempo en el cual las plántulas tienen aproximadamente 4 hojas verdaderas y son retirada de los almácigos. Esta labor se debe realizar de la manera más cuidadosa posible para no dañarlas tanto en su parte aérea como radicular, una vez retiradas se introducen en cubos de poliuretano de 3 cm de arista que cubren el cuello de la plántula y la parte proximal de las raíces.

Tal como lo describe MARULANDA (2003), una vez que se tienen las plántulas en los cubos de poliuretano, éstas se colocan en bandejas de poliestireno, que tienen orificios de un tamaño levemente menor que el de los cubos, de manera que se sostengan, y queden las raíces flotando y con la densidad antes mencionada.

Una vez realizada esta labor, se procede a colocar las bandejas en contenedores de madera de 1,6 m de ancho, 40,5 m de largo (total de las cuatro partes) y 0,2 m de alto. Las filas de contenedores están formados por cuatro partes, con una diferencia de 10 cm de altura una de la otra estando la más baja a 1,0 m de

altura y la cuarta parte a 1,3 m Estos contenedores están forrados por un Nylon negro de 0,1 cm de espesor, esto para poder llenarlos con agua y con la mezcla de nutrientes (macro y micro) requeridos por el cultivo.

Las plantas permanecen en este medio por cerca de 65 días, luego de los cuales son cosechadas y comercializadas. La solución nutritiva a utilizar será la propuesta por MARULANDA (2003) en su manual técnico, cuyas concentraciones y compuestos son los siguientes.

**CUADRO 6 Solución nutritiva.**

Solución A		Solución B	
Fertilizante	Dosis (g)	Fertilizante	Dosis (g)
Fosfato Monoamónico	340	Sulfato de Mg	492
Nitrato de Calcio	2080	Sulfato Cu	0,48
Nitrato de Potasio	1100	Sulfato de Mn	2,48
		Sulfato Zn	1,2
		Acido Bórico	6,2
		Molibdato de Amonio	0,02
		Quelato de Fe	50

FUENTE: MARULANDA (2003).

### 4.3 Estudio financiero.

En este punto tiene como objetivo determinar la estructura óptima de financiamiento, para lo cual se consideraron todos los ingresos y egresos que presentó el estudio analizado.

**4.3.1 Análisis de costos.** Uno de los primeros pasos en la evaluación, fue la determinación de todos los costos involucrados, en donde se encuentran, los costos de inversión, los de producción, gastos generales y las depreciaciones, puntos que se asemejan en gran parte al ejemplo mostrado por OLAVARRIA *et al.* (2003) y en lo que se refiere a la estructura del invernadero, coincide mayoritariamente con lo señalado por BARRIOS (2004).

4.3.1.1 Inversión. A continuación se detallan todos los costos, para el establecimiento del invernadero y su funcionamiento, los que consisten en:

Invernadero, formado por dos naves de dos aguas cada una, instalación de luz, los contenedores y almacigueras, sistema de riego y drenaje, sistema eléctrico, sistema de calefacción, bodega externa más un baño, una fosa y todos los gastos administrativos que son necesarios. Además se consideró un costo de \$530.000 por concepto de instrumentos de trabajo, como una balanza de precisión, un medidor de pH y conductividad eléctrica, un refrigerador, y herramientas varias como regaderas, cuchillos, guantes para los trabajadores, entre otras cosas.

A continuación se presenta un cuadro en donde se resumen todos los costos involucrados en la inversión excluyendo el aporte de capital, que para efectos del proyecto y el flujo de caja también es una inversión, la que se detalla en el Cuadro 10.

**CUADRO 7 Resumen total de inversiones.**

Item	Costo total \$	%
Invernadero	\$ 3.800.697	24%
Contenedores y almacigueras	\$ 3.827.486	24%
Sistema de riego	\$ 542.058	3%
Sistema de drenaje	\$ 1.001.345	6%
Sistema de electricidad	\$ 717.749	4%
Sistema de calefacción	\$ 641.908	4%
Bodega y baño	\$ 572.820	4%
Instrumentos de trabajo	\$ 530.000	3%
Fosa	\$ 227.680	1%
Gastos administrativos de inversión	\$ 663.990	4%
Mano de obra total	\$ 3.450.000	22%
<b>Total costos de inversión</b>	<b>\$ 15.975.733</b>	<b>100%</b>

4.3.1.1.1 Invernadero. Esta construcción consta de una superficie total de 1597,5 m<sup>2</sup>, la cual se encuentra conformada por dos naves de dos aguas cada una, sin separación interna entre ellas. Las naves tienen superficies diferentes, una de 855 m<sup>2</sup> y la otra de 742,5 m<sup>2</sup>, determinadas por distribución de los contenedores. Ambas naves cuentan con una lucarna y con ventanas laterales par permitir la ventilación de estas, además de las puertas de acceso, también se considera dentro de esta estructura, malla Raschel para efectos de sombreamiento y protección externa contra los vientos. El detalle de los costos de esta estructura se encuentra en el Anexo 2.

4.3.1.1.2 Contenedores. Para el proceso productivo se necesitan 13 filas de contenedores de dimensiones, 1,6 m x 40,5 m x 0,2 m, lo que resulta que cada contenedor tiene 64,8 m<sup>2</sup>, y una capacidad máxima de volumen de agua de 12,96 m<sup>3</sup>, pero sólo se ocupará como máximo 0,10 m de altura de agua. Cada contenedor esta recubierto con nylon negro 0,10 cm para que estos se puedan llenar de agua, y tener el sistema de raíz flotante. La altura máxima de una de las partes del contenedor es de 1,3 m, la siguiente de 1,2 m, la subsiguiente de 1,1 m y la última a 1,0 m con el fin de provocar movimiento por gravedad, cuando el sistema de recirculación del agua entre en funcionamiento, y facilitar el manejo por parte de los trabajadores, también se considera el poliestireno, el cual se tiene que reinvertir cada 2 años. El detalle de los costos de esta estructura se encuentra en el Anexo 3.

4.3.1.1.3 Almacigueras. Las almacigueras son de madera con dimensiones de 1,5 m x 1,0 m x 0,1m, las cuales se llenarán con sustrato (arena lavada y cascarillas de arroz, entre otros), con el fin de producir las plántulas. El detalle de los costos de esta estructura se encuentra en el Anexo 3.

4.3.1.1.4 Sistema de conducción de agua y sistema de drenaje. Este sistema consiste en una distribución de sólo agua por medio de cañerías de PVC hidráulico, por todo el invernadero, proporcionando agua a todas las filas de contenedores, con cuatro llaves cada uno. La fuente de agua, es de un proyecto de Agua Potable Rural del sector, lo que no tiene costo alguno de instalación<sup>6</sup>, sólo el uso de ella, lo que se calcula en proporción al uso lo que sería aproximadamente \$130.000 anuales<sup>7</sup>. El detalle de los costos de este sistema se encuentra en el Anexo 4.

El sistema de drenaje consiste en cañerías de PVC sanitario, en donde existen cuatro drenajes en cada contenedor, los que llegan a una tubería común para

---

<sup>6</sup> MUÑOZ, M. (2005). Jefe de la oficina del Sistema de Información Geográfica, Gobierno Regional de Los Lagos. Comunicación personal.

<sup>7</sup> BAHAMONDE, E. (2005). Encargado del Departamento de Agua Potable Rural de la Municipalidad de Calbuco. Comunicación personal.

dos filas de contenedores, y luego ésta llega a una tubería final que evacua hacia la fosa existente. El detalle de los costos de este sistema se encuentra en el Anexo 5.

Además, para distribuir y oxigenar el agua se empleó otro sistema de distribución, que consiste en una recirculación de agua la que es impulsada por una bomba hasta el extremo más lejano y más alto de cada fila de contenedores y el agua vuelve por gravedad debido a que cada fila consta de cuatro partes estando cada una 10 cm. más alta que la siguiente, por lo que al caer el agua por rebalse a la siguiente, provoca burbujas y movimiento del agua, obteniendo así la oxigenación. Al final de cada fila son recibidas las aguas excedentes y son devueltas al estanque para que vuelva a recircular. Este proceso se realiza durante el día los 15 primeros minutos de cada hora.

4.3.1.1.5 Sistema eléctrico. Sistema necesario para el trabajo cuando existe poca luz natural, y para proporcionar luz a las lechugas en los meses de invierno, en donde e la luz natural es escasa durante el día. Además se necesita para iluminar la bodega y el baño. La energía se obtiene de la red eléctrica que pasa por el sector, la que tiene un costo de instalación de aproximadamente \$450.000. El detalle de los costos de este sistema se encuentra en el Anexo 6.

4.3.1.1.6 Sistema de calefacción. Este sistema consistirá en dos estufas de fierro ubicadas entre los dos invernaderos, llenadas con aserrín, las cuales por una lenta combustión producirá calor. Este será distribuido por medio de ventiladores que harán circular el aire caliente, un ventilador será ubicado por encima de las estufas para impulsar el aire hacia abajo, y a un costado de cada estufa se ubicarán dos ventiladores que impulsarán el aire hacia todo el invernadero. La calefacción es ayudada también por la doble cubierta de polietileno, el que forma una capa de aire aislante que permite retener el calor. El detalle de los costos de este sistema se encuentra en el Anexo 7.

4.3.1.1.7 Bodega y baño. A un costado del invernadero se construirá una bodega para el almacenaje de los insumos, herramientas y distintos utensilios que se requieran ocupar, más un baño para el personal y un espacio para descanso y alimentación. El detalle de los costos de esta estructura se encuentra en el Anexo 8.

4.3.1.1.8 Fosa. Esta fosa ubicada a 20 m del invernadero, es para recibir todos aquellos desechos que se produzcan del baño, de la manipulación y preparación de las soluciones nutritivas y la captación de toda el agua de drenaje de los contenedores. El detalle de los costos de esta estructura se encuentra en el Anexo 9.

4.3.1.2 Costos de producción. Estos costos son los necesarios para que el sistema funcione durante el año, y son estimativos ante los posibles eventos establecidos, que se definen para el proceso productivo.

#### **CUADRO 8 Costos de producción.**

Item	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Total
Agua potable	m <sup>3</sup>		550	\$ 130.000
Energía eléctrica	kw/h	\$ 93	1.000	\$ 93.000
Semillas	g	\$ 111	120	\$ 13.320
Solución nutritiva	L	\$ 137	10.652	\$ 1.463.202
Esponja de poliuretano	m <sup>2</sup>	\$ 667	95	\$ 63.365
Sustrato	m <sup>3</sup>	\$ 21.605	9	\$ 194.444
Combustible	L	\$ 450	4.000	\$ 1.800.000
Cajas	caja	\$ 30	7.908	\$ 237.250
Bolsas	bolsa	\$ 8	94.900	\$ 759.200
<b>Total</b>				<b>\$ 4.753.782</b>

4.3.1.3 Gastos generales y aporte de capital. Se mencionan a continuación aquellos gastos, que tienen una relación indirecta, ya que no dependen del proceso productivo, además del aporte de capital existente que forma parte de la inversión.

**CUADRO 9 Gastos generales.**

Item	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor anual
Mano de obra	JH/día	3	\$ 170.000	\$ 6.120.000
Contador	Anual	1	\$ 250.000	\$ 250.000
Mantenimiento camioneta	Estimada anual	1	\$ 300.000	\$ 300.000
Teléfono celular	Mensual	1	\$ 42.000	\$ 504.000
Depreciaciones	Anual	1	\$ 1.031.351	\$ 1.031.351
Contribuciones	Exento			\$ 0
<b>Total</b>				<b>\$ 8.205.351</b>

**CUADRO 10 Aporte de capital.**

Item	Valor
Camioneta	\$ 4.000.000
Suelo (Parcela)	\$ 4.000.000
<b>Total</b>	<b>\$ 8.000.000</b>

4.3.1.4 Depreciación anual y valor residual. En el siguiente cuadro se indican los valores de depreciación de los bienes y el valor residual considerando una evaluación del proyecto de ocho años.

**CUADRO 11 Depreciación anual y valor residual.**

Bien	Valor (M\$)	Vida útil (años)	Depreciación anual (M\$)	Valor residual a 8 años (M\$)
Invernadero				
Radier	194	50	4	163
Estructura madera	1373	20	69	824
Almaciguera				
20 Almacigueras	81	10	8	16
Contenedores				
Estructura madera	2400	20	120	1440
Sistema de riego y drenaje				
Red de riego	333	10	33	67
Red de drenaje	995	10	99	199
Sistema de calefacción	642	10	64	128
Fosa	124	10	12	25
Camioneta	4000	8	500	0
Sistema de electricidad	268	10	27	54
Bodega	573	20	29	344
<b>Total (M\$)</b>			<b>965</b>	<b>3259</b>

El valor residual será sumado al ingreso neto del octavo año en el flujo de caja.

4.3.1.5 **Reinversión.** A lo largo de la evaluación del proyecto, existen bienes que se deben reponer, para lo cual es necesario hacer una reinversión cada determinado tiempo, según se detalla en el cuadro siguiente. Esta reinversión se realiza en el año cero en el flujo de caja, con el valor actualizado al mismo año.

**CUADRO 12 Reinversión de bienes y aporte de capital.**

Bien	Cada cuantos años	Valor (M\$)	Sumatoria actualizada año cero (M\$)
Polietileno 0,15 mm.	2	958	\$ 2.537
Polietileno 0,10 mm.	2	402	\$ 1.065
Poliestireno	1	799	\$ 4.423
Malla Raschel	2	470	\$ 1.243
Poliuretano	1	63	\$ 351
<b>Total</b>			<b>\$ 9.619</b>

El detalle de la reinversión, realizada mediante un flujo durante los ocho años utilizando una tasa de descuento de 9%, se encuentra en el Anexo 10

**4.3.2 Evaluación económica.** A continuación se presentarán los resultados obtenidos luego de la evaluación del proyecto.

4.3.2.1 **Flujo de caja.** Este procedimiento se lleva a cabo para determinar el comportamiento de la empresa, a través de los años evaluados. El crédito a solicitar tendrá una tasa de descuento de 9%. La entidad bancaria es el Banco Estado, y será a 8 años de plazo, sin año de gracia.

Los ingresos brutos, que son los ingresos por venta de las lechugas, se obtienen de la venta diaria de 260 lechugas a un valor de \$260 la unidad, con lo que se obtiene un ingreso anual de \$24.674.000. El precio de la unidad fue calculado en base al valor más bajo encontrado en los supermercados analizados (\$312), y al mayor margen de ganancia encontrado (20%), según la información entregada.

**CUADRO 13 Flujo de caja durante los 8 años.**

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Ingresos brutos		24.674	24.674	24.674	24.674	24.674	24.674	24.674	24.674
Costos totales producción		4.754	4.754	4.754	4.754	4.754	4.754	4.754	4.754
Gastos generales		8.205	8.205	8.205	8.205	8.205	8.205	8.205	8.205
Impuesto a la renta		291	326	365	407	453	503	558	618
Ingreso neto		11.424	11.388	11.350	11.308	11.262	11.211	11.157	11.097
Depreciación		1.031	1.031	1.031	1.031	1.031	1.031	1.031	1.031
Inversión	-15.976								
Reinversión	-9.619								
Aporte de capital	-8.000								
Valor residual									3.390
Flujo anual (M\$)	-33.595	12.455	12.420	12.381	12.339	12.293	12.243	12.188	15.519
VAN (M\$)	36.333								
TIR (%)	33,51								

El valor de la inversión viene del Cuadro 7, el de la reinversión del Cuadro 12 y el aporte de capital del Cuadro 10.

Esto implica que el proyecto es rentable, ya que el VAN es superior a 0, en tanto que la TIR indica que el proyecto soporta una tasa de descuento de hasta un 33,51%, valores que son superiores al ejemplo descrito por OLAVARRIA (2003), con un sistema similar, pero con la diferencia que dicho ejemplo contempla una inversión mayor.

Se destaca del Cuadro 13, que el impuesto a la renta es distinto durante los años evaluados, debido a que el interés por el crédito solicitado varía, como se detalla en el Anexo 12, por lo tanto influye en el cálculo del impuesto, detallado en el Anexo 13.

4.3.2.2 Período de recuperación de la inversión. Este cálculo permite determinar en cuanto tiempo se va a recuperar el capital invertido.

**CUADRO 14 Período de recuperación de la inversión descontando.**

Año	Ingreso neto	Ingreso actualizado (9%)	Valor actual acumulado
0	-33.595	-33.595	-33.595
1	12.455	11.427	-22.168
2	12.420	10.453	-11.714
3	12.381	9.560	-2.154
4	12.339	8.741	6.587
5	12.293	7.990	14.577
6	12.243	7.300	21.877
7	12.188	6.667	28.544
8	15.519	7.788	36.333

Según los cálculos realizados se determinó que la inversión se recupera al cuarto año de producción.

4.3.2.3 Criterio relación beneficio costo. Se utiliza para conocer el monto de dinero ganado o perdido por cada peso invertido en el proyecto.

**CUADRO 15 Criterio relación beneficio costo.**

Año	Item	Ingreso y costos totales	Ingresos y costos actualizados (9%)
0	Inversión	33.595	33.595
1	Ingreso	24.674	22.637
	Costo	12.959	11.889
2	Ingreso	24.674	20.768
	Costo	12.959	10.907
3	Ingreso	24.674	19.053
	Costo	12.959	10.007
4	Ingreso	24.674	17.480
	Costo	12.959	9.181
5	Ingreso	24.674	16.036
	Costo	12.959	8.423
6	Ingreso	24.674	14.712
	Costo	12.959	7.727
7	Ingreso	24.674	13.498
	Costo	12.959	7.089
8	Ingreso	28.064	14.085
	Costo	12.959	6.504
Total beneficios actualizados		138.268	
Total costos actualizados		105.321	
Relación B/C		1,31	

De acuerdo al cuadro se puede afirmar que por cada peso invertido en el proyecto, se está ganando \$0,31.

4.3.2.4 Punto de equilibrio. Este cálculo permite determinar el punto en el cual los ingresos brutos permiten cubrir los costos totales involucrados, o sea es el punto donde no se gana ni se pierde, y a partir del cual se generan utilidades. Se consideraron dos instancias, una sin considerar la amortización del crédito y la otra si.

**CUADRO 16 Punto de equilibrio.**

CF (M\$)	8.205	
CV (M\$)	4.754	
IB (M\$)	24.674	
Año	Con interés	Con interés y amortización
1	51,7%	62,2%
2	50,7%	62,2%
3	49,7%	62,2%
4	48,6%	62,2%
5	47,3%	62,2%
6	46,0%	62,2%
7	44,5%	62,2%
8	42,9%	62,2%

Entonces se puede concluir del cuadro, que cuando no se incluye la amortización, el punto de equilibrio es menor a medida que transcurren los años, en cambio al considerar la amortización, este punto es fijo y significa que con el 62,2 % de los ingresos brutos están cubiertos los costos involucrados.

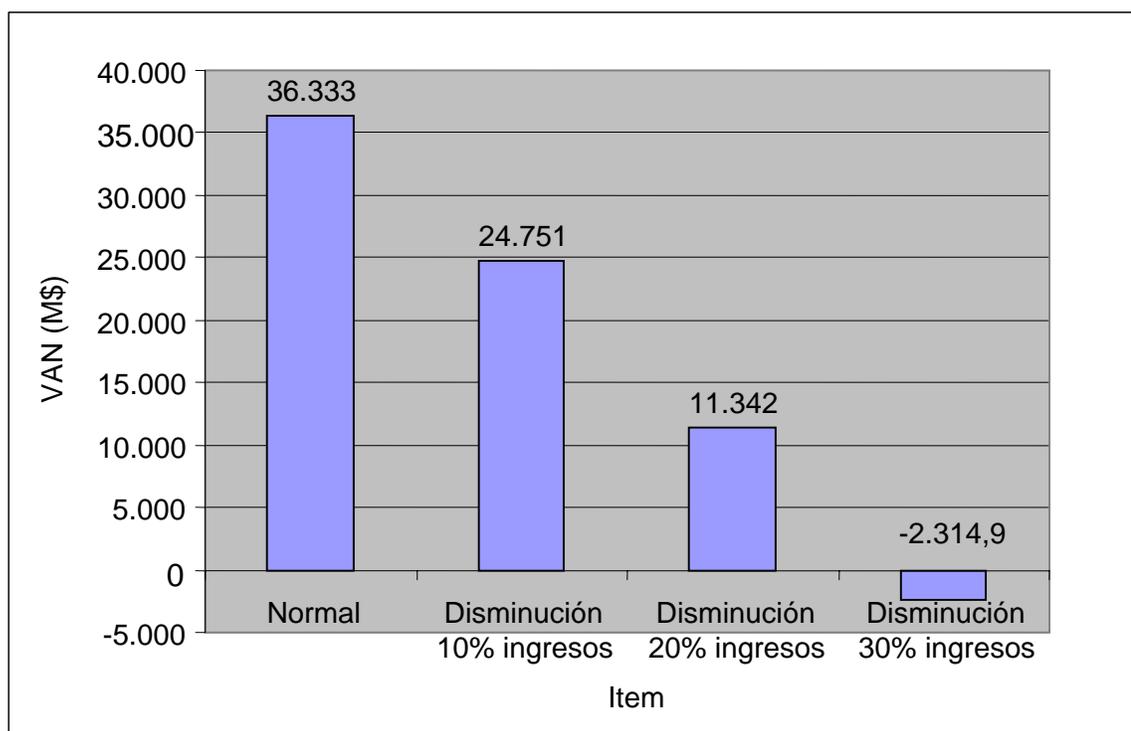
4.3.2.5 Análisis de riesgo. Este sirve para ver el comportamiento de la empresa ante un eventual aumento o disminución de algún parámetro involucrado. Para este caso se consideró una disminución porcentual de los ingresos hasta que el proyecto dejó de ser rentable, siguiendo los criterios señalados por LERDON (2004), en donde se considera un grado de riesgo alto, si el proyecto deja de ser rentable ante una disminución de hasta un 10% de los ingresos por venta, de riesgo medio con una disminución entre 10 y 30%, y de bajo riesgo con una disminución mayor a 30%.

**CUADRO 17 Comportamiento del VAN en diferentes situaciones de los Ingresos por venta.**

Disminución Ingresos por venta (%)	VAN
0	36.333
10	24.751
20	11.342
30	-2.315

Del Cuadro 17, se deduce que el proyecto es de riesgo medio, debido a que deja de ser rentable ante una disminución de los ingresos por venta entre 20 y 30%.

A continuación se presenta un gráfico en donde se resumen las diferentes situaciones.



**FIGURA 6 Variación del VAN en distintas situaciones.**

4.3.2.6 Fuentes y usos. Mediante el cuadro de fuentes y usos se puede determinar el flujo de todo el dinero durante todos los años de evaluación del proyecto, por lo tanto ver la capacidad de pago de la empresa.

**CUADRO 18 Cuadro de fuentes y usos.**

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>FUENTES</b>									
Ingreso neto		11.424	11.388	11.350	11.308	11.262	11.211	11.157	14.488
Depreciación		1.031	1.031	1.031	1.031	1.031	1.031	1.031	1.031
Crédito LP	25.595								
Aporte de capital	8.000								
Otros ingresos									
Crédito operativo									
Saldo anterior		0	131	226	283	298	266	185	49
<b>TOTAL FUENTES</b>	<b>33.595</b>	<b>12.455</b>	<b>12.551</b>	<b>12.608</b>	<b>12.622</b>	<b>12.591</b>	<b>12.509</b>	<b>12.373</b>	<b>15.568</b>
<b>USOS</b>									
Inversión y activo fijo	33.595								
Reinversión									
Amortización LP		2.321	2.530	2.757	3.005	3.276	3.571	3.892	4.242
Interés LP		2.304	2.095	1.867	1.619	1.348	1.053	732	382
Amortización CP									
Interés CP									
Retiros personales		7.700	7.700	7.700	7.700	7.700	7.700	7.700	7.700
Otros									
<b>TOTAL USOS</b>	<b>33.595</b>	<b>12.324</b>							
<b>SALDO ANUAL (M\$)</b>	<b>0</b>	<b>131</b>	<b>226</b>	<b>283</b>	<b>298</b>	<b>266</b>	<b>185</b>	<b>49</b>	<b>3.243</b>

Del Cuadro 18, se concluye que para las condiciones dadas, y considerando \$7.700.000 en retiros personales al año, la empresa posee capacidad de pago.

El detalle del cálculo de la cuota, que incluye intereses y amortización, se encuentra en el Anexo 12.

Los ingresos netos provienen del Flujo de caja, y el ingreso neto del octavo año es diferente debido a que está considerado el valor residual.

El valor del crédito, es la suma de las inversiones del Cuadro 7 y la reinversión calculada en el Cuadro 12, el aporte de capital viene del Cuadro 10.

## 5 CONCLUSIONES

- La producción de lechugas hidropónicas bajo invernadero, es técnica y económicamente factible.
- El sistema hidropónico de cultivo de lechuga posee un manejo similar a uno convencional en suelo, pero se diferencian algunos procedimientos, en el sistema de almácigo y trasplante, sustratos utilizados, aplicación de fertilizantes entre otros, por lo tanto, se debe proporcionar todos los medios para este sistema, lo que involucra diversos costos, dependiendo del sistema de hidroponía que se utilice.
- El cultivo hidropónico de lechugas bajo invernadero implica una inversión elevada debido a que dentro de los principales costos iniciales se encuentran, el invernadero, los contenedores, el sistema de drenaje y el sistema de electricidad, sin dejar de lado, la importante incidencia que adquiere la mano de obra que alcanza cerca del 22% del total de la inversión.
- Los costos de producción, más importantes son la solución nutritiva y el combustible utilizado en la distribución del producto.
- Las encuestas realizadas, más las entrevistas personales, mostraron que el mercado de la lechuga hidropónica, manifiesta un comportamiento creciente.
- El proyecto al analizarlo técnica y económicamente, resultó factible para ambos casos, por lo cual se concluye que es posible llevarlo a cabo.
- En efecto, el proyecto es económicamente rentable con un VAN de \$36.332.732 y una TIR de 33,51% bajo un escenario realista.

- El proyecto mostró ser de riesgo medio al evaluarlo bajo tres situaciones de disminución de los ingresos por venta, en donde dejó de ser rentable con una disminución entre 20 y 30%.
  
- De los resultados obtenidos se observa que el capital invertido se recupera en un plazo de cuatro años, considerado bueno, ya que el proyecto es evaluado a ocho años.
  
- También se puede decir que el proyecto arroja una ganancia de \$0,31 por cada peso invertido en él.
  
- Se pudo determinar que para las condiciones planteadas, el proyecto demuestra tener capacidad de pago, detallada en el cuadro de fuentes y usos de fondos.

## 6 RESUMEN

Los cultivos hidropónicos son una alternativa de producción de hortalizas, entre otros productos, los que tienen algunas diferencias con el cultivo convencional, como la ausencia de suelo, menor uso de pesticidas, mayor eficiencia de los fertilizantes, al aplicar las cantidades solamente necesarias. Además, se tiene la opción del sistema recirculante, que permite la reutilización de la solución aprovechando al máximo los nutrientes, teniendo también una mayor eficiencia en el uso del agua.

Sin embargo, al existir un constante movimiento del agua, se requiere que ésta sea en forma mecánica o manual, en donde en la primera se requieren de sistemas de cañerías y bombas, o un sistema de movimiento de agua por gravedad, y en la segunda, una demanda mayor de mano de obra. En la forma mecánica existen altos costos y en la forma manual una alta demanda de mano de obra, que depende de la magnitud de la producción.

Agregando a todo lo anterior, se debe contar con la infraestructura necesaria para la producción así como también de los insumos requeridos para la producción, con lo que con todo lo anterior se hace bastante alta la inversión de este tipo de sistemas, pero con un buen estudio de mercado es posible llevarlo a cabo, debido a que son productos que tienen un mayor precio en el mercado, con lo que la inversión se recupera a corto o mediano plazo, dependiendo de la magnitud.

Los productos, pueden obtener una buena aceptación por parte del consumidor, debido a que son diferentes desde su manejo en producción, considerando la ausencia de suelo, bajo uso de pesticidas, solo uso de agua, hasta el producto final con sus características organolépticas, en donde se puede consumir todo el producto, y además posee una percepción diferente al consumirla.

En las ciudades de Puerto Montt y Puerto Varas, existe una demanda insatisfecha de lechugas hidropónicas, entonces se abre una buena oportunidad de mercado por lo cual la producción de lechugas hidropónicas en la comuna de Calbuco, a pesar de tener un elevado costo inicial y costos de producción, resulta ser técnica y económicamente factible, por lo tanto representa una posibilidad viable de inversión.

## SUMMARY

The hydroponics crops are an alternative of production of vegetables, among other products, which have some differences with the conventional cultivation, as the absence of soil, minor use of pesticides, major efficiency of the fertilizers, on having applied the quantities only necessary. Besides there is had the option of the recirculation system, which allows the reutilization of the solution taking advantage to the maximum of the nutrients, having also a major efficiency in the use of the water.

Nevertheless when a constant movement of the water exists, there is needed that this one is in mechanical or manual form, where in the first one they are needed of systems of pipings and bombs, or a system of water movement for gravity, and in the second one, a major demand of manpower. In the mechanical form high costs exist and in the manual form discharge demands of manpower, who depends on the magnitude of the production.

Adding to everything previous, it is necessary to rely on the infrastructure necessary for the production, this way like also of the inputs, with what with everything previous there becomes high enough the investment of this type of systems, but with a good market study it is possible to carry out it, because they are products that have a bigger price in the market, with what the investment recovers to short or medium term, depending on the magnitude.

The products, they can obtain a good acceptance on the part of the consumer, because they are different from their handling in production, considering the floor absence, under pesticides use, single use of water, until the final product with their physical characteristics where it can eat up the whole product, and it also possesses a perception different to consuming it.

In the cities of Puerto Montt and Puerto Varas, exists a unsatisfied demand of hydroponics lettuces, then the production of hydroponics lettuces in the commune of Calbuco is opened to a good opportunity of market thus, in spite of having a high initial cost and production costs, turns out to be technical and economically feasible, therefore it represents a viable possibility of investment.

## 7 BIBLIOGRAFIA

- ALBRIGHT, L. 2004. Lettuce Handbook. Controlled Environment Agriculture. <[http://www.cornellcea.com/Lettuce\\_Handbook/introduction.htm](http://www.cornellcea.com/Lettuce_Handbook/introduction.htm)>. (7 abr. 2005).
- ALVARADO, D., CHAVEZ, F. y ANNA, K. 2001. Seminario de Agronegocios: Lechugas Hidropónicas. Universidad del Pacífico. <<http://www.upbusiness.net/upbusiness/docs/mercados/11.pdf>>. (15 abr. 2005).
- BARRIOS, O. 2004. Construcción de un invernadero. <[www.fucoa.gob.cl/pdf\\_zip/capacitacion/manual\\_invernadero.pdf](http://www.fucoa.gob.cl/pdf_zip/capacitacion/manual_invernadero.pdf)>. (23 abr. 2005).
- CARRASCO, G. 1996. La empresa hidropónica de mediana escala: La técnica de la solución nutritiva recirculante ("NFT"). Talca, Chile. Universidad de Talca. 105 p.
- CASTAÑEDA, F. 1997. Manual de Cultivos Hidropónicos Populares: Producción de Verduras sin usar la tierra. Guatemala. INCAP. 36 p.
- CHILE, DECRETO CON FUERZA DE LEY No. 725. 1967. Código sanitario. <<http://www.sso.cl/legislacion.htm>>. (12 oct. 2005).
- CHILE, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLITICAS AGRARIAS (ODEPA). 2002. El cultivo de la lechuga en Chile. <<http://www.odepa.cl>>. (23 jun. 2005).
- DEVIA, J. 1991. Cultivo Hidropónico. Chile Hortofrutícola (Chile) 4 (23): 8-10.
- DIRECCION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGROPECUARIA (DICTA). 2002. Innovación tecnológica. Guía de producción de lechuga: Sistema raíz flotante. <[http://www.sag.gob.hn/dicta/Paginas/lechuga\\_hidroponica.html](http://www.sag.gob.hn/dicta/Paginas/lechuga_hidroponica.html)>. (9 abr. 2005).

- DURAN, J. 2000. El Proyecto Aeroponía. Aeroponic Research. <<http://www.aeroponic.it/esp/progetto.htm>>. (15 abr. 2005).
- FIGUEROA, J. 2002. Agricultura Urbana en la Región Metropolitana de Santiago de Chile: Situación de las Empresas Familiares Hidropónicas - Estudio de casos. Santiago, Chile. 31 p.
- GIACONI, V y ESCAFF, M. 1999. Cultivos de Hortalizas. 14ª ed. Santiago, Chile. Universitaria. 337 p.
- HUTERWAL, G. 1952. Hidroponía. Buenos Aires, Argentina. Hobby. 192 p.
- JENSEN, M. 2001. Producción hidropónica en invernaderos. **In:** Red hidroponía, La Molina. <<http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/boletin12.htm>>. (7 abr. 2005).
- 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.
- MARULANDA, C. 1992. La hidroponía popular. Investigación y Progreso Agropecuario La Platina (Chile) (72): 3-11.
- MARULANDA, C. 2003. Manual técnico: La Huerta Hidropónica Popular. 3ª ed. Santiago, Chile. 132 p.
- MORGAN, L. 1999. Lechuga, éxito germinación y desarrollo de la plántula. **In:** Red hidroponía, La Molina. <[http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/ciencias/hidroponia/boletin1\\_5/boletin5.htm#articulos](http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/ciencias/hidroponia/boletin1_5/boletin5.htm#articulos)>. (7 abr. 2005).
- MORGAN, L. 2000. El gran debate: Amonio vs Nitrato. **In:** Red hidroponía, La Molina. <<http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/boletin9.htm>>. (7 abr. 2005).

MORGAN, L. 2001. ¿Se están sofocando las plantas? **In:** Red hidroponía, La Molina. <<http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/boletin11.htm>>. (7 abr. 2005).

OFICINA REGIONAL DE LA FAO PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE (FAO-RLC). 2000. Cuadernos de Hidroponía Escolar. FAO-RLC (On line). <<http://www.rlc.fao.org/prior/segalim/prodalim/prodveg/hidro.htm>>. (07 oct. 2004).

OLAVARRIA, J., JARA, C. y TRONCOSO, J. 2003. Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Agropecuarios, Tópico VI. Universidad de Talca. **In:** Fundamentos de Gestión para Productores Agropecuarios: Tópicos y Estudios de casos consensuados por universidades chilenas. Universidad Católica de Valparaíso, Universidad Austral de Chile, Universidad de Concepción, Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de Talca y Universidad Adolfo Ibáñez. Programa de Gestión Agropecuaria de Fundación Chile. pp: 329-406.

PENNIGSFELD, F. y KURZMANN, P. 1983. Cultivos hidropónicos y en turba. 2ª ed. Madrid, España. Mundi-Prensa. 343 p.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DEASARRLLO (FAO-PNUD). 1996a. Huerta hidropónica popular: Los contenedores. Chile Agrícola (Chile) 21 (214): 88-91.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DEASARRLLO (FAO-PNUD). 1996b. Huerta hidropónica popular: Sustratos o medios de cultivo. Chile Agrícola (Chile) 21 (215): 137-139.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DEASARRLLO (FAO-PNUD). 1996c. Huerta hidropónica popular: Preparación, siembra y manejo de los almácigos. Chile Agrícola (Chile) 21 (216): 224-226.

- RODRIGUEZ, A., HOYOS, M. y CHANG, M. 1999. Sistema de Cultivo en Columnas. **In:** Red hidroponía, La Molina. <[http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/ciencias/hidroponia/boletin1\\_5/boletin4.htm#articulos](http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/ciencias/hidroponia/boletin1_5/boletin4.htm#articulos)>. (7 abr. 2005).
- TAPIA, M. 1993. Cultivos Hidropónicos. **In:** Barriga, P. y Neira, M. Cultivos no Tradicionales. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. pp: 181-190.
- TURNER, W y HENRY, V. 1946. Horticultura y Floricultura sin Tierra. Traducido por De la Loma, J. México. Hispano-Americana. 162 p.
- UNIVERSIDAD DE CHILE. 2004. Clima. Cuadro de temperaturas de Puerto Montt. <[http://www.puertomonttchile.cl/Turismo.asp?Seccion=tur\\_informaciones\\_clima.htm&Titulo=7](http://www.puertomonttchile.cl/Turismo.asp?Seccion=tur_informaciones_clima.htm&Titulo=7)>. (23 jun. 2005).

**ANEXOS**

**ANEXO 1 Encuesta realizada a los jefes de sección vegetales de supermercados.**

	Fecha ___/___/___												
Empresa _____													
Encuestado _____													
Cargo _____													
1. ¿Vende productos hidropónicos?	SI _____ NO _____												
2. ¿Que productos?													
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">Producto</th> <th>Tipo o Variedad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	Producto	Tipo o Variedad											
Producto	Tipo o Variedad												
3. Lugar de procedencia													
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">Producto</th> <th>Procedencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	Producto	Procedencia											
Producto	Procedencia												
4. ¿Estaría dispuesto a comprar productos de la zona?	SI _____ NO _____												
5. Precio pagado por producto	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">Producto</th> <th>Precio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>_____</td><td>_____</td></tr> <tr><td>_____</td><td>_____</td></tr> <tr><td>_____</td><td>_____</td></tr> <tr><td>_____</td><td>_____</td></tr> </tbody> </table>	Producto	Precio	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____		
Producto	Precio												
_____	_____												
_____	_____												
_____	_____												
_____	_____												
6. Forma de pago													
Inmediato _____ 15 Días _____ Al mes _____ Más de un mes _____													

(Continúa)

## Continuación Anexo 1.

7. ¿Cuál es la demanda por los productos?

Producto	Demanda (Día/Semana/15 Días/Mes)
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

9. ¿Cómo realizan la comercialización del producto con el productor?

---

---

10. ¿Qué hacen con lo que no se vende?

---

En caso de que no comercialice productos

11. ¿Estaría dispuesto a comercializarlos?

---

---

---

---

**ANEXO 2 Detalle costos de construcción de los invernaderos.**

CERCHAS DE PINO		
Cantidad		56
Piezas/cercha		18
Total piezas		1.008
Pieza		1' x 4"
Total pulgadas		403,2
Valor pulgada		\$ 1.800
Valor total		725.760
SOLERAS		
Cantidad		112
Dimensión		2 x 3" x 3,6m
Total pulgada		67
Valor Pulgada		\$ 1.800
Valor total		\$ 120.960
RADIER		
Item	Cantidad	Valor
Integral	8 m <sup>3</sup>	\$ 24.000
Bolsas cemento	40	\$ 169.600
Fierro espárrago 6mm (kg)	5	\$ 100
Valor total		\$ 193.700
VENTANAS		
Piezas totales		200
Pieza		2 x 2"
Total pulgadas		80
Valor Pulgada		\$ 1.800
Valor total		\$ 144.000
PIES DERECHOS		
Cantidad		140
Dimensión		3 x 3" x 2
Total pulgada		70,56
Valor Pulgada		\$ 1.800
Valor total		\$ 127.008
CADENETAS		
Cantidad		56
Dimensión		2 x 3" x 3,6m
Total pulgada		33,6
Valor Pulgada		\$ 1.800
Valor total		\$ 60.480
COSTANERAS		
Cantidad		180
Dimensión		2 x 3" x 3,6 m
Total pulgada		108
Valor Pulgada		\$ 1.800
Valor total		\$ 194.400

(Continúa)

**Continuación Anexo 2.**

CANALETAS DE INVERNADERO			
Item	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Canaleta PVC blanco x 4m	34	\$ 4.378	\$ 148.852
Bajada de agua	8	\$ 3.366	\$ 26.928
Copla bajada de agua	8	\$ 1.724	\$ 13.792
Codo	8	\$ 1.622	\$ 12.976
Ganchos	46	\$ 908	\$ 41.768
Tubo bajada de agua	8	\$ 3.560	\$ 28.480
Valor Total			\$ 272.796
POLIETILENO 0,15			
Total m <sup>2</sup>			2.177
Valor m <sup>2</sup>			\$ 440
Valor total			\$ 957.880
POLIETILENO 0,1 (capa interna)			
Total m <sup>2</sup>			1.621
Valor m <sup>2</sup>			\$ 248
Valor total			\$ 402.008
Malla Raschel (80%)			
Total m <sup>2</sup>			1.500
Valor m <sup>2</sup>			\$ 313
Valor total			\$ 469.500
CLAVOS			
Tipo	Cantidad (Kg)	Valor (Kg)	Valor total
2 1/2"	50	\$ 935	\$ 46.750
3"	25	\$ 935	\$ 23.375
4"	50	\$ 935	\$ 46.750
Valor total			\$ 116.875
ALAMBRE			
Tipo	Cantidad (m)	Valor (m)	Valor total
Galvanizado N°18	420	\$ 37	\$ 15.330
Valor total			\$ 15.330
TOTAL ESTRUCTURA			\$ 3.800.697
MANO OBRA			\$ 1.500.000
<b>TOTAL INVERNADERO</b>			<b>\$ 5.300.697</b>

**ANEXO 3 Detalle costos de construcción de contenedores y almacigueras.**

CONTENEDORES					
13 Contenedores de 1,6 m x 40,5 m x 0,2 m					
	Total piezas	Pieza	Total pulgadas	Valor pulgada	Valor total
		1 x 10" x 3,6			
Base	936	m	936,00	\$ 1.800	\$ 1.684.800
Laterales	322	1 x 8" x 3,6 m	257,60	\$ 1.800	\$ 463.680
Tablas	330	1 x 4" x 1,6 m	58,08	\$ 1.800	\$ 104.544
Postes	600	2 x 2" x 1,2 m	81,60	\$ 1.800	\$ 146.880
Total					\$ 2.399.904
Nylon negro 0,1 cm.					
Total m <sup>2</sup>					1281
Valor m <sup>2</sup>					\$ 410
Valor total					\$ 525.210
Poliestireno 30 mm.					
Total m <sup>2</sup>					1080
Valor m <sup>2</sup>					\$ 740
Valor total					\$ 799.200
Total Contenedores					
					\$ 3.724.314
ALMACIGUERAS					
20 almacigueras de 1,5m x 1,0 m x 0,10 m					
	Total piezas	Pieza	Total pulgadas	Valor pulgada	Valor total
		1 x 10" x 3,6			
Base	34	m	34	\$ 1.800	\$ 61.200
Laterales	28	1 x 4" x 3,6 m	11,2	\$ 1.800	\$ 20.160
Subtotal					\$ 81.360
Nylon negro 0,1 cm.					
Total m <sup>2</sup>					53,2
Valor m <sup>2</sup>					\$ 410
Subtotal					\$ 21.812
Valor total					\$ 103.172
Total almacigueras y contenedores					
					\$ 3.827.486
Mano de obra total					
					\$ 500.000
Valor total					
					\$ 4.327.486

**ANEXO 4 Detalle costos del sistema de conducción y recirculación de agua.**

Conducción de agua			
Item	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Llave 3/4"	52	\$ 2.149	\$ 111.748
Codos 3/4"	53	\$ 120	\$ 6.360
Codos 3/4" HI	52	\$ 232	\$ 12.064
Codo 1"	1	\$ 193	\$ 193
Copla 32 mm. x 25 mm.	1	\$ 244	\$ 244
Copla 32 mm.	28	\$ 135	\$ 3.780
Tee (1x3/4")	6	\$ 459	\$ 2.754
Tee 3/4"	6	\$ 194	\$ 1.164
Cruz 3/4"	18	\$ 196	\$ 3.528
Abrazaderas	104	\$ 266	\$ 27.664
Tubo PVC 1" x 6m	12	\$ 1.544	\$ 18.528
Tubo PVC 3/4" x 6m	128	\$ 971	\$ 124.288
Collar de arranque	1	\$ 1.037	\$ 1.037
Llave de paso 1" HI	1	\$ 2.720	\$ 2.720
Terminales 1" HE	2	\$ 145	\$ 290
Terminales 1" HI	2	\$ 382	\$ 764
Tornillos madera x12	35	\$ 226	\$ 7.910
Adhesivo 60 cc.	5	\$ 580	\$ 2.900
Teflón 3/4"	2	\$ 160	\$ 320
Filtro	1	\$ 8.590	\$ 8.590
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 336.846</b>
Recirculación de agua			
Item	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Cañería polietileno (rollo 50m)	12	\$ 4.400	\$ 52.800
Tubo PVC 1" x 6m	1	\$ 1.544	\$ 1.544
Tubo PVC 3/4" x 6m	6	\$ 971	\$ 5.826
Codos 3/4"	8	\$ 120	\$ 960
Terminal 1" CEM/HE	3	\$ 145	\$ 435
Buje red larga 32x25 CE	2	\$ 244	\$ 488
Terminal 25x3/4" CEM/HE	1	\$ 135	\$ 135
Tee plansa 1/2" (3 unidades)	9	\$ 608	\$ 5.472
Codos plansa 1/2" (3 unidades)	9	\$ 411	\$ 3.699
Reducción plansa 3/4x1/2	1	\$ 159	\$ 159
Unión plansa 3/4"	1	\$ 185	\$ 185
Bomba 1/2 HP	1	\$ 17.000	\$ 17.000
Interruptor automático 32 A	1	\$ 2.800	\$ 2.800
Válvula de pie filtro acero inox 1"	1	\$ 4.309	\$ 4.309
Estanque 1200lt Polietileno	1	\$ 94.400	\$ 94.400
Timer	1	\$ 15.000	\$ 15.000
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 205.212</b>
<b>Mano de obra</b>			<b>\$ 300.000</b>
<b>Total</b>			<b>\$ 842.058</b>

**ANEXO 5 Detalle costos del sistema de drenaje.**

Item	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Llave de paso 40 mm.	52	\$ 4.482	\$ 233.064
Codo PVC san 40 mm.	42	\$ 247	\$ 10.374
Tee PVC san 40 mm.	24	\$ 509	\$ 12.216
Tee PVC san 40x100 mm	21	\$ 1.551	\$ 32.571
Reductor 50 - 40 mm.	1	\$ 278	\$ 278
Reductor 100 - 50 mm.	1	\$ 917	\$ 917
Copla PVC san	25	\$ 256	\$ 6.400
Codo PVC san 110 mm.	1	\$ 1.792	\$ 1.792
Tee PVC san 110 mm.	7	\$ 2.330	\$ 16.310
Tubo PVC san 40 mm. x 3 m	19	\$ 1.862	\$ 35.378
Tubo PVC san 110 mm. x 6 m	55	\$ 11.772	\$ 647.460
Adhesivo 60 cc.	5	\$ 917	\$ 4.585
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 1.001.345</b>
<b>Mano de obra</b>			<b>\$ 200.000</b>
<b>Total</b>			<b>\$ 1.201.345</b>

**ANEXO 6 Detalle costos del sistema eléctrico.**

Item	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Tubo conducto (m)	620	\$ 80	\$ 49.414
Automáticos	2	\$ 2.150	\$ 4.300
Diferencial	1	\$ 14.154	\$ 14.154
Calota plástica	1	\$ 1.998	\$ 1.998
Caja Chuj	9	\$ 367	\$ 3.303
Barra coperware	1	\$ 1.848	\$ 1.848
Enchufes triples	10	\$ 947	\$ 9.470
Interruptores	6	\$ 1.000	\$ 6.000
Tubos	45	\$ 879	\$ 39.555
Canoas	45	\$ 1.965	\$ 88.425
Cable 1,5	328	\$ 63	\$ 20.664
Cable 2,5	245	\$ 117	\$ 28.618
<b>SubTotal</b>			<b>\$ 267.749</b>
<b>Instalación de luz en el campo por parte de SAESA</b>			<b>\$ 450.000</b>
<b>Mano de obra</b>			<b>\$ 300.000</b>
<b>Total</b>			<b>\$ 1.017.749</b>

**ANEXO 7 Detalle costos del sistema de calefacción.**

Item	Cantidad	Descripción	Valor unitario	Total
Planchas de fierro 4mm	4	1 x 3 m	\$ 96.829	\$ 387.316
Cajas de ladrillo	6	Refractante	\$ 8.110	\$ 48.660
Bolsas de cemento para ladrillo	6		\$ 4.022	\$ 24.132
Tiras de caño de acero inoxidable	10	1 m x 6"	\$ 7.700	\$ 77.000
Sombreros	2	6"	\$ 2.500	\$ 5.000
Ventilador	1	Colgante	\$ 21.000	\$ 21.000
Ventilador	4	Pedestal	\$ 17.000	\$ 68.000
Planchas de Zinc lata lisa	2	1,2 x 2,42 m	\$ 5.400	\$ 10.800
<b>Sub total</b>				<b>\$ 641.908</b>
<b>Mano de obra</b>				<b>\$ 250.000</b>
<b>Total</b>				<b>\$ 891.908</b>

**ANEXO 8 Detalle costos de construcción de la bodega y baño.**

Item	Cantidad	Descripción	Valor unitario	Total
Maderos	54	2 x 3" x 3,6 m	\$ 1.800	\$ 97.200
Tijeral	8	2 x 4" x 3,6 m	\$ 1.800	\$ 14.400
Costaneras	8	2 x 3" x 3,6 m	\$ 1.800	\$ 14.400
Puertas	3	0,7 x 2 m	\$ 6.000	\$ 18.000
Plancha internit	6	3,5 mm. x 1,2 x 4 m	\$ 8.200	\$ 49.200
Plancha zinc acanalado	9	3,5 m	\$ 7.800	\$ 70.200
Plancha zinc 5 V	26	2,5 m	\$ 6.300	\$ 163.800
Integral	5	(m3)	\$ 3.000	\$ 15.000
Cemento	20	(bolsa 50 Kg.)	\$ 4.250	\$ 85.000
Tubo PVC sanitario 6 m	1	110 mm.	\$ 11.772	\$ 11.772
Codo PVC	4	Codos	\$ 1.792	\$ 7.168
WC	1		\$ 15.980	\$ 15.980
Estanque	1		\$ 7.990	\$ 7.990
Llave de bola	2		\$ 1.355	\$ 2.710
<b>Sub total</b>				<b>\$ 572.820</b>
<b>Mano de obra</b>				<b>\$ 300.000</b>
<b>Total</b>				<b>\$ 872.820</b>

**ANEXO 9 Detalle costos de construcción de la fosa.**

Item	Cantidad	Descripción	Valor unitario	Total
Integral	1	m <sup>3</sup>	\$ 3.000	\$ 3.000
Bolsa de cemento	4	Bolsa 50 Kg.	\$ 4.240	\$ 16.960
PVC Sanitario 3 m	5	110 mm.	\$ 6.150	\$ 30.750
Tee PVC sanitario	3	110 mm.	\$ 2.330	\$ 6.990
Fosa séptica PVC	1	1200 l	\$ 169.980	\$ 169.980
Sub total				\$ 227.680
Mano de obra				\$ 100.000
Total				\$ 327.680

**ANEXO 10 Flujo de las reinversiones durante los ocho años y actualizados al año cero con una tasa de descuento de 9%.**

Bien	Sumatoria actualizada año 0 (M\$)	Años							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Polietileno 0,15 mm.	2.537	-	958	-	958	-	958	-	958
Polietileno 0,10 mm.	1.065	-	402	-	402	-	402	-	402
Poliestireno	4.423	799	799	799	799	799	799	799	799
Malla Raschel	1.243	-	470	-	470	-	470	-	470
Poliuretano	351	63	63	63	63	63	63	63	63
Total (M\$)	9.619								

**ANEXO 11 Detalle de los gastos administrativos de inversión.**

Item	Valor
Resolución sanitaria	\$ 224.112
Constitución de sociedad	
Escritura ante notario	\$ 67.189
Inscripción en el Diario Oficial	\$ 200.000
Minuta Abogado	\$ 100.000
Inscripción en el conservador	\$ 72.689
Total	\$ 663.990

**ANEXO 12 Tabla de amortización de crédito.**

N = 8 períodos de pago i = 9,0% anual Crédito = 25.595 M\$				
AÑO	Saldo adeudado (M\$)	Cuota (M\$)	Intereses (M\$)	Amortización (M\$)
0	25595			
1	23274	4624	2304	2321
2	20744	4624	2095	2530
3	17987	4624	1867	2757
4	14981	4624	1619	3005
5	11705	4624	1348	3276
6	8134	4624	1053	3571
7	4242	4624	732	3892
8	0	4624	382	4242
<b>Total (M\$)</b>		<b>36.994</b>	<b>11.400</b>	<b>25.595</b>

**ANEXO 13 Estados de resultados para cada año para el cálculo de impuesto.**

Año 1

Ingreso bruto	\$24.674.000
Costos de producción	\$ 4.753.782
Margen bruto	\$19.920.218
Gastos generales	\$ 8.205.351
Otros gastos	\$10.003.508
Resultado operacional	\$ 1.711.360
Resultado no operacional	
Utilidad antes de impuestos	\$ 1.711.360
Impuestos (17%)	\$ 290.931
Utilidad después de impuestos	\$ 1.420.429

Año 2

Ingreso bruto	\$24.674.000
Costos de producción	\$ 4.753.782
Margen bruto	\$19.920.218
Gastos generales	\$ 8.205.351
Otros gastos	\$ 9.794.636
Resultado operacional	\$ 1.920.231
Resultado no operacional	
Utilidad antes de impuestos	\$ 1.920.231
Impuestos (17%)	\$ 326.439
Utilidad después de impuestos	\$ 1.593.792

Año 3

Ingreso bruto	\$24.674.000
Costos de producción	\$ 4.753.782
Margen bruto	\$19.920.218
Gastos generales	\$ 8.205.351
Otros gastos	\$ 9.566.967
Resultado operacional	\$ 2.147.901
Resultado no operacional	
Utilidad antes de impuestos	\$ 2.147.901
Impuestos (17%)	\$ 365.143
Utilidad después de impuestos	\$ 1.782.758

Año 4

Ingreso bruto	\$24.674.000
Costos de producción	\$ 4.753.782
Margen bruto	\$19.920.218
Gastos generales	\$ 8.205.351
Otros gastos	\$ 9.318.807
Resultado operacional	\$ 2.396.061
Resultado no operacional	
Utilidad antes de impuestos	\$ 2.396.061
Impuestos (17%)	\$ 407.330
Utilidad después de impuestos	\$ 1.988.731

Año 5

Ingreso bruto	\$24.674.000
Costos de producción	\$ 4.753.782
Margen bruto	\$19.920.218
Gastos generales	\$ 8.205.351
Otros gastos	\$ 9.048.312
Resultado operacional	\$ 2.666.555
Resultado no operacional	
Utilidad antes de impuestos	\$ 2.666.555
Impuestos (17%)	\$ 453.314
Utilidad después de impuestos	\$ 2.213.241

Año 6

Ingreso bruto	\$24.674.000
Costos de producción	\$ 4.753.782
Margen bruto	\$19.920.218
Gastos generales	\$ 8.205.351
Otros gastos	\$ 8.753.473
Resultado operacional	\$ 2.961.394
Resultado no operacional	
Utilidad antes de impuestos	\$ 2.961.394
Impuestos (17%)	\$ 503.437
Utilidad después de impuestos	\$ 2.457.957

(Continúa)

**Continuación Anexo 13.**

Año 7

Ingreso bruto	\$24.674.000
Costos de producción	\$ 4.753.782
Margen bruto	\$19.920.218
Gastos generales	\$ 8.205.351
Otros gastos	\$ 8.432.099
Resultado operacional	\$ 3.282.769
Resultado no operacional	
Utilidad antes de impuestos	\$ 3.282.769
Impuestos (17%)	\$ 558.071
Utilidad después de impuestos	\$ 2.724.698

Año 8

Ingreso bruto	\$24.674.000
Costos de producción	\$ 4.753.782
Margen bruto	\$19.920.218
Gastos generales	\$ 8.205.351
Otros gastos	\$ 8.081.801
Resultado operacional	\$ 3.633.067
Resultado no operacional	
Utilidad antes de impuestos	\$ 3.633.067
Impuestos (17%)	\$ 617.621
Utilidad después de impuestos	\$ 3.015.445

- Ingreso bruto considera los ingresos por venta
- Costos de producción consideran los costos asociados al proceso de producción
- Gastos generales considera la mano de obra, contador, estimación de mantención de la camioneta, celular depreciaciones y las contribuciones
- Otros gastos considera los intereses del año por el crédito solicitado y los retiros personales