



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**FACTIBILIDAD TECNICO ECONOMICA DE PRODUCCION DE ASTAXANTINA A
PARTIR DEL CULTIVO DE HAEMATOCOCCUS PLUVIALIS**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER EN GESTION Y DIRECCION DE
EMPRESAS**

PATRICIO GODOY RIVAS

**PROFESOR GUIA:
GASTÓN L'HULLIER TRONCOSO**

**MIEMBROS DE LA COMISION:
DANIEL ESPARZA CARRASCO
OSCAR COFRE ESPINOZA**

**SANTIAGO DE CHILE
NOVIEMBRE 2007**

RESUMEN

Desarrollo de una estrategia de negocio para la producción de Astaxantina (que es un pigmento de alto valor comercial) a partir del cultivo de la microalga *Haematococcus Pluviales* (la cual tiene un costo de producción bajo), para su uso en la industria del Salmón. Dado que la tecnología usada es nueva, no existen estudios acabados del mercado por lo cual el estudio se delimitará a la factibilidad de producción y comercialización de Astaxantina a partir de *Haematococcus pluvialis*. Los objetivos planteados para el estudio son:

1. Identificar las tecnologías de producción de Astaxantina, con el objeto de cuantificar la inversión necesaria y los costos de producción.
2. Desarrollar un estudio de mercado, que nos permita conocer la oferta y demanda actual de este pigmento, tanto nacional como extranjera.
3. Evaluar la factibilidad de producir Astaxantina a partir de *Haematococcus pluvialis*.

La metodología a usar consistirá en desarrollar un análisis FODA., analizando el entorno, las fuerzas competitivas, organización Industrial, sistema del valor, ciclo de vida y medio ambiente.

Los resultados esperados serían: determinar el proceso de producción, cuantificar la inversión y ver la factibilidad económica del cultivo, para definir un proyecto rentable, que sea atractivo a posibles inversionistas, lo cual le permita obtener el financiamiento.

Hoy en día la industria de los Alimentos y Cosmética está usando en forma más intensiva pigmentos, ya sean artificiales o naturales. El pigmento más usado para pigmentar cosméticos y más importantes para la coloración de salmónidos es la Astaxantina, la cual, en Chile, es un 95% es de origen importado y un 75% de esta es sintética.

El estudio se enfocará en la industria del Salmón, dado que el mercado Nutraséutico y de Cosmética exige otro tipo de calidades, tecnologías, certificaciones y su estudio tomaría un tiempo no disponible. *Haematococcus Pluvialis* es una microalga de agua dulce y de la cual podemos obtener el pigmento rojizo denominado *Astaxantina*.

Se estima que el mercado global para la Astaxantina (natural y sintética), asociada a la salmicultura, asciende a US\$ 370 millones y en términos de volumen, la oferta de productos ricos en Astaxantina a escala mundial está situada en el orden de las 4.645 toneladas por año.

En Chile las importaciones de Astaxantina fueron de US\$ 101 millones el año 2006, lo que equivale a 1.268 toneladas al año de productos con concentraciones entre 3% a 8% de Astaxantina. El precio de la Astaxantina importada pura puede estar entre US\$ 1.428 y US\$ 1.748 (FOB) por Kilogramo, con un precio de venta estimado de 2.000 a 2.500 dólares el Kg.

Podemos concluir que la rentabilidad del proyecto a 10 años debería interesar a los inversionistas, ya que presenta una TIR bastante alta de 36,7%, y un VAN interesante de US\$ 3,0 millones (con un costo de capital de 15%), considerando una inversión de US\$ 1,2 millones y captando sólo el 5% del mercado.

Los aspectos financieros nos dicen que es un negocio rentable, por lo cual se deben asegurar los aspectos técnicos, para poder obtener la producción descrita. Se deben realizar visitas a los fabricantes de alimentos y centros de cultivos de salmónidos, para conocer en detalle los estudios necesarios y las restricciones que pondrían cada uno de ellos al uso de nuestro producto. Actualmente existen al menos uno o dos centros que lo han logrado, por lo cual es fundamental crear sinergias con los actuales actores nacionales para lograr desplazar los productos importados.

AGRADECIMIENTOS

En este momento no me queda más que agradecer a mi esposa Vanessa y a mi hija Valentina por su paciencia y confianza en que todo resultaría bien. Antes de comenzar me invadió la duda de poder estar a la altura de este desafío, pero las palabras de aliento de mi valiente Vanessa me ayudaron a dar este paso.

Ellas tuvieron que estar largos fines de semana sin poder compartir conmigo, y lo que es peor, estar al lado de ellas pero no poder hablarles ni compartir palabras por estar concentrado en el estudio.

Aunque el trabajo de estudio ya terminó, todavía nos queda como familia afrontar la apretura económica que significa este postgrado. Aquí es donde más sufre mi pequeña Valentina, ya que no podré darle algunas cosas por un par de años, a menos que este proyecto de sus frutos en el corto plazo.

Mis padres desde lejos me apoyaron con su conversación y oraciones. Debo también reconocer que mi querido suegro Martín, es el que confió más en mi capacidad y me ha seguido apoyando.

A mi querido hermano Hugo, quién con su tiempo y conocimientos me ayudó en poder concretar mi proyecto de tesis. Espero que en el corto plazo este tome vida y podamos compartir nuestro sueño de ser empresarios.

Por último un saludo de cariño a todo el equipo de la universidad que estuvo soportando este proyecto, a los profesores y oraciones por los que ya nos están.

INDICE

1. INTRODUCCION	5
2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	5
3. RESULTADOS ESPERADOS	6
4. DESARROLLO DEL PROYECTO	6
4.1 Industria de los Alimentos, Cosmética y Nutraséutico	6
4.2 Características de Haematococcus y Astaxantina	8
5. MERCADO DE LA ASTAXANTINA	10
5.1 Fabricantes de Alimentos para Salmónidos	10
5.2 Producción de Salmón y mercado de la Astaxantina	12
6. ANALISIS FODA	16
6.1 Análisis del Entorno	16
6.1.1 Fuerzas Competitivas	16
6.1.2 Organización Industrial	19
6.1.3 Sistema de Valor	20
6.1.4 Ciclo de vida	20
6.1.5 Medio Ambiente	20
6.1.6 Conclusiones Análisis del Entorno	21
6.3 Análisis Interno	23
7. PROYECCIONES DEL MERCADO	24
8. RESUMEN EVALUACION ECONOMICA	25
8.1 Descripción del cultivo de microalgas	25
8.2 Localización del centro de cultivo	26
8.3 Etapas del Proyecto	26
8.4 Tamaño del centro de cultivo y Sensibilización	26
8.5 Inversión, Financiamiento y Resultados Financieros	27
9. Conclusiones	28
Bibliografía	29
Anexo A: QUE ES LA ASTAXANTINA	31
Anexo B: ASPECTOS TECNICOS	33
Anexo C: ASPECTOS FINANCIEROS	55

1. INTRODUCCIÓN

Motivado por desarrollar un negocio, he emprendido con mi hermano (Ing. Acuicultor) el desarrollo de una estrategia de negocio para la producción de Astaxantina a partir del cultivo de la microalga *Haematococcus Pluviales*, para su uso en la industria del Salmón. Producto que la tecnología usada es nueva y no existen estudios acabados del mercado y el tiempo de este postgrado, delimitaré mi tesis al estudio de factibilidad de un centro de cultivos de *Haematococcus pluviales* para la producción y comercialización de Astaxantina, dejando el desarrollo de la Estrategia para mi vida particular.

4 años atrás ya hicimos un estudio de una microalga para producir Betacaroteno, pero por diferentes circunstancias no se concretó, principalmente la razón fue por falta de decisión y coraje.

El porque de nuestro interés de desarrollar un nuevo estudio, radican en el mercado y en la decisión de no dejarme vencer por el temor del fracaso.

2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

Bajo el prisma de esta oportunidad de negocio y el deseo personal de crear una empresa propia, los objetivos planteados son los siguientes:

- Identificar las tecnologías de producción de Astaxantina, desde el cultivo de la microalga hasta los procesos de emvasado del pigmento. Con el objeto de cuantificar la inversión necesaria y los costos de producción.
- Desarrollar un estudio de mercado, que nos permita conocer la oferta y demanda actual de este pigmento, tanto nacional como extranjera.
- Análisis FODA del proyecto.

3. RESULTADOS ESPERADOS

- Determinar el proceso de producción, cuantificar la inversión y cuantificar la factibilidad económica de un cultivo de *Haematococcus Pluvialis*.
- Tener en las manos un proyecto rentable, de nuestro interés, que sea atractivo a posibles inversionistas y que nos permita obtener el financiamiento necesario para concretarlo.

4. DESARROLLO DEL PROYECTO

A continuación realizo una breve introducción al mercado de interés.

4.1 Industria de los Alimentos, Cosmética y Nutraséutico

Hoy en día la industria de los Alimentos y Cosmética, está usando en forma más intensiva pigmentos, ya sean artificiales o naturales. Los pigmentos artificiales o sintéticos corresponden a aquellos fabricados en plantas químicas, en algunos casos usando como materia prima hidrocarburos, obtenidos a través de complejos procesos industriales e intensivos en capital y tecnología. En cambio los naturales son obtenidos o sintetizados a partir de productos naturales, usando como materia prima principalmente algas.

En la industria del Salmón, la coloración anaranjada rojiza de la musculatura y ovas de salmónidos se debe a la presencia de pigmentos carotenoides que deben estar presentes en el alimento, debido a que estos peces son incapaces de sintetizarlo por ellos mismos al estar en cautiverio. Los carotenoides más importantes para la coloración de salmónidos son la astaxantina y la cantaxantina. De ellos, la astaxantina se absorbe más rápidamente y también se deposita más eficientemente en la musculatura.

En la formulación de las dietas se utilizan diversas fuentes de astaxantina y cantaxantina: los carotenoides sintéticos, (permitidos por la Comunidad Económica Europea, CEE y en forma restringida bajo ciertas regulaciones por la Agencia de Alimentos y Drogas, FDA en los EE.UU.) y, por otro lado, los extractos oleosos naturales de estos colorantes a partir de crustáceos, hongos, bacterias, algas, flores, tunicados, etc. De todos estos organismos, el alga verde unicelular flagelada, *Haematococcus pluvialis* Flotow, es aquél que acumula astaxantina en mayor cantidad (hasta un 5% del peso seco) y es, por lo tanto, la fuente potencial natural más eficiente para la producción comercial de este pigmento.

La Astaxantina además de ser usado como colorante en alimento para peces, también es un poderoso anti-oxidante cada vez más conocido por sus propiedades para combatir enfermedades. Es usado como complemento dietético y también en cosmética a causa de su habilidad para proteger contra la radiación UV (Ref. 24, 30).

Se ha demostrado que la Astaxantina limita el desarrollo de las células cancerosas, y juega un papel importante en el desarrollo del sistema inmunológico, actúa como agente anti-inflamatorio, inhibe el crecimiento del colesterol malo y evita las arrugas.

Nosotros nos enfocaremos a la producción de Astaxantina para la industria del Salmón, dado que el mercado Nutraséutico y de Cosmética exige otro tipo de calidades, tecnologías, certificaciones y su estudio tomaría un tiempo no disponible.

En Chile y el mundo, las ventajas que están obteniendo los pigmentos naturales sobre los artificiales, radica en los siguientes aspectos:

- Exigencias de los mercados internacionales que cada vez se tornan más restrictivos en el uso de insumos artificiales para la elaboración de alimentos, de medicamentos y cosméticos. (Ref. 8, 21, 9 y 22)
- Estudios científicos que dan razones fisiológicas y/o metabólicas que privilegian la utilización de compuestos naturales. (Ref. 3, 18)

- Políticas nacionales de disminución de importaciones (el 99% de los pigmentos artificiales que se utilizan en esta industria son importados), de modo de favorecer a empresas e instituciones nacionales, que han desarrollado, o bien, han participado en la creación de metodologías de cultivo de las algas productoras de estos compuestos y su procesamiento para el uso en la alimentación de peces. (Ref. 21)

Observando lo anterior y considerando que estos pigmentos se pueden obtener de microalgas, las cuales se pueden cultivar en piscinas y el proceso de cosecha de estas, es intensivo en energía solar, podemos asegurar que Chile y en especial su zona norte cuenta con ventajas comparativas en estos aspectos, las que podemos enumerar en:

- Proceso producción intensiva en conocimiento y no en capital o tecnología.
- Alta radiación solar
- Disponibilidad de terrenos
- Aguas no contaminadas. Al interior de Iquique existe disponibilidad de napas subterráneas y dado que no hay plantas industriales en el sector, no hay posibilidad de contaminación por derrames de terceros.

4.2 Características de *Haematococcus* y *Astaxantina*

Las microalgas se pueden definir como vegetales microscópicos que se cultivan en agua (dulce o salobre) y que desarrollan el proceso de fotosíntesis, es decir utilizan la luz solar para sintetizar su alimento, el que es entregado a través de fertilizantes específicos.

Las algas han vivido sobre el planeta por más de 3,6 billones de años, y han sido fuente de alimento para algunas culturas por siglos. Grandes centros biotecnológicos de microalgas en Estados Unidos, Europa, Israel y Japón han hecho estudios exploratorios desde la década del 70.

Una de las microalga con mayor potencial, es la ***Haematococcus Pluvialis***, que es de agua dulce, y de la cual podemos obtener el pigmento rojizo denominado ***Astaxantina***. La producción de esta microalga verde, se efectúa en reactores convencionales

Comentario: ENB ESTA MATERIA, CREO QUE HABRÍA QUE REVISAR BIEN EL CONCEPTO DE "NO CONTAMINADA". LAS AGUAS DEL NORTE SON DE MUY MALA CALIDAD ..PARA LA AGRICULTURA, CREO QUE DEBIERAS ESPECIFICAR A QUE TE REFIERES CON AGUA NO CONTAMINADA. O TAL VEZ TE REFIERAS A AGUA TRATADA..NO SE...ES UNA SUGERENCIA. Originalmente evaluamos el proyecto instalandonos en el sector de la Huaica al interior de Iquique.

(piscinas), para posteriormente inducir el cambio de color mediante un estrés salino lográndose la coloración roja, y que tiene aplicación en la coloración de la carne de salmón en cautiverio.

La Astaxantina es un pigmento que da el característico color rojo-naranja a los crustáceos marinos (camarones, cangrejos, etc.). Existen peces como los salmones y truchas que no pueden sintetizar la Astaxantina y sólo la obtienen a través de sus fuentes de alimento. Cuando estos peces son criados en granjas acuícola, la pigmentación en la carne es nula debido a la falta del pigmento. Esta es una de las motivaciones para producir Astaxantina.

En condiciones naturales, los salmónidos obtienen estos compuestos de sus presas: pequeños crustáceos, krill, pequeños peces, etc., no así en cautiverio, donde los pigmentos son incorporados a la dieta artificial, en cantidades necesarias para la obtención de una coloración adecuada. Estos pigmentos juegan un rol importante, dado que el valor de mercado de los salmónidos está en relación directa con la calidad e intensidad de la coloración de la musculatura. Más detalles sobre la astaxantina se encuentran en el Anexo A “Que es la Astaxantina”.

Las aplicaciones de la Astaxantina, como suplemento alimenticio humano, farmacéutica y cosmética, son conocida hace años, pero sólo hace alrededor de 10 años atrás ha tomado relevancia dada la aparición de producción de Astaxantina natural, a medida que el precio de ésta a disminuido y a los estudios que se han realizado en estas áreas (Ref. 24, 30). Entrar en este segmento de la aplicación de la Astaxantina, estimamos que es de mayor complejidad que el de colorante para alimento de peces, ya que el producto final debe ser más refinado y debe cumplir con muchas más exigencias. Este mercado lo abordaremos una vez que el proyecto este funcionando y pagadas gran parte de la inversión. Pero estimamos que el mercado de los suplementos alimenticios y el farmacéutico son mucho mayores que el de los colorantes.

En el informe Prospectiva Chile 2010 “La industria de la Acuicultura” (2001) (Ref. 21), se detalla que insumos se deberían desarrollar en Chile para sustituir de manera ventajosa

aquellos que actualmente se están utilizando y que son importados. Se calificó a la Astaxantina con un índice de importancia de 5 (en una escala de 1 a 7).

Consecuente con lo anterior, hasta la fecha, el Gobierno ha apoyado 1 proyecto de cultivo de Haematococcus Pluvialis (Fontec), una investigación sobre la Astaxantina natural a través de Fondef (estadísticas Innova Chile y Fondef) y además se han desarrollado decenas de Tesis de titulación en diferentes universidades asociadas a la Astaxantina obtenida de Haematococcus Pluvialis.

A continuación presento una pequeña reseña del mercado de la Astaxantina asociada a la industria del Salmón.

5. MERCADO DE LA ASTAXANTINA

5.1 Fabricantes de Alimentos para Salmónidos:

Como dijimos, en este momento, para nuestro proyecto definiremos como mercado objetivo a la industria nacional productora de alimentos para la acuicultura (salmones y truchas).

Según el Directorio de Acuicultura y Pesca del 2003 (Ref. 13), existían 10 empresas que ofrecían alimento para peces, en forma de pelletizados, extruído y/o medicado, de las cuales 8 se ubicaban en la X Región con al menos una sucursal.

Antecedentes antiguos (1997) entregaban la siguiente participación de mercado en la producción de alimentos.

Comentario: SI UNA DE LOS REQUERIMIENTOS ES INSTALAR LO REACTORES EN ZONAS DE ALTA CONCENTRACIÓN SOLAR...POR QUE EXISTEN 8 DE LOS PRODUCTORES EN ZONAS DONDE NO HAY MUCHA RADIACIÓN SOLAR?... Estos son productores de alimentos, no de productores de astaxantina.

Tabla 1: Capacidad empresas elaboradoras de alimentos para peces.

Comentario: ESTA TABLA ES PRODUCCIÓN DE ASTAXANTINA?... O INCLUYE OTROS PRODUCTOS. Esta tabla es de producción de alimentos, no de Astaxantina. El alimento incluye varios insumos, dentro de los cuales esta el pigmento astaxantina

Empresa	Producción estimada 1997 (ton.)	Tipo de alimento
Skretting (Nutreco)	140.000	Extruído-Pelletizado
Ewos	95.000	Extruído-Pelletizado
Biomaster	75.000	Extruído-Pelletizado
Alitec	32.000	Extruído-Pelletizado
Salmofood	32.000	Extruído-Pelletizado
Ecofeed	22.000	Extruído
Cultivos Marinos Chiloé	14.000	Extruído
Salmonera Antártica	12.000	Pelletizado
Alimentos Rauco	10.000	Pelletizado
Salmoalimentos	8.000	Alimento húmedo
Epigea	3.000	Pelletizado extruído.
Champion	3.000	Extruído-Pelletizado
TOTAL	446.000	

FUENTE: Ref. 2

Aunque la información es antigua, hoy continúan liderando el mercado Skretting, Ewos y Biomaster; Alitec y Salmofood también mantienen sus posiciones

Comentario: NO SERÁN DATOS MUY ANTIGUOS?...SON DE HACE 10 AÑOS!!! Lamentablemente no puede acceder a información de cantidades producidas, pero se reconoce en el mercado, hoy, la misma importancia relativa entre los fabricantes mencionados.

De la tabla anterior se concluye que la principal empresa productora de alimentos para salmones es Skritting, abarcando un mercado cercano al 32%. Le siguen en importancia Ewos (22%) y Biomaster (16%). No se tiene información más actualizada de la producción estimada de alimento para salmones, debido a lo restringido de la información en el mercado nacional, esto debido a que hoy en día existe una fuerte competencia por obtener mayores cuotas de mercado.

El sector también se ha integrado verticalmente, expandiéndose hacia la producción de alimentos para peces con el fin de controlar costos y obtener el máximo valor. En el 2003, Skretting, que es parte del grupo Nutreco, instaló una gran planta de alimento para salmones en el sur de Chile, la que fue diseñada para abastecer las necesidades de Marine Harvest y otros productores de salmón (ref. 16).

Existen Además otras empresas que se dedican a la comercialización de químicos, vitaminas, medicamentos, pigmentos y pre mezclas (mezcla de todos los anteriores). Dentro de estas se encuentra Kemifar y Veterquímica.

5.2 Producción de Salmón y mercado de la Astaxantina

A nivel nacional la industria de alimentos para salmón mueve al año cerca de US\$ 700 millones, requiriendo insumos de diversos rubros económicos (como pesca, agricultura, pigmentos, etc.). Si se considera que para producir 1 kg. de salmón se requieren 1,25 kg de alimento (aprox.), podemos decir que el año 2006 la producción de Salmón fue de 1.400 millones de dólares (355.000 ton.), y por lo tanto se necesitaron alrededor de 479.625 toneladas de alimento. (Ref. 19, 8, 12 y 29).

El suministro de Astaxantina principalmente es importado (aprox. 95%), existiendo una pequeña producción nacional. Las importaciones de colorantes (principalmente Betacaroteno y Astaxantina) fue de US\$ 101 millones el año 2006 (FOB, Ref. 27). Lo que equivalen a 1.268 toneladas al año de productos con concentraciones entre 3% a 8% de Astaxantina. La Astaxantina representa aproximadamente el 99,8% del total.

El costo de los pigmentos puede llegar a constituir el 5% del costo de producción y hasta el 15% del costo del alimento, el cual a su vez, constituye aproximadamente el 60% del costo total de la producción de salmónidos (ref. 15). El precio de la Astaxantina pura puede estar entre \$ 1.428 y \$1748 dólares por Kilogramo (Ref. 27). Lo anterior lo podemos comprobar revisando las tablas N° 2, 3, 4 y 5 siguientes.

Basado en lo anterior se estima que el mercado global para la Astaxantina (natural y sintética), asociada a la salmonicultura, asciende a US\$ 370 millones y en términos de volumen, la oferta de productos ricos en Astaxantina a escala mundial está situada en el orden de las 4.645 toneladas por año. Esto lo resumimos en la Tabla N° 2:

Tabla Nº 2: Consumo interno de Astaxantina y estimación del mercado global.

Producción de Salmón	US\$ MM	Ton	Consumo de Astaxantina	US\$ MM	Ton
	Nacional	1.400	355.000	Importación Chile	101
Mundial	6.447 *	1.635.000	Resto del Mundo	370 **	4.645 ***

Fuente: Ref. 6

(*) Datos estimados linealmente a partir de los datos conocidos asociados a la producción de Salmón.

(**) Datos estimados como el 5% del valor de la producción mundial.

(***) Datos estimados linealmente a partir de los datos conocidos y estimados asociados al consumo nacional de Astaxantina

En la siguiente tabla resumimos los principales actores que importan Astaxantina al mercado chileno, presentándose una estimación de las cantidades importadas, participación de mercado, el contenido equivalente de Astaxantina pura y su precio equivalente FOB:

Tabla Nº 3: Estimación Importaciones de Astaxantina durante el 2006 (US\$ FOB)

Fabricante	Pais de Origen	Importador	Nombre Producto	Total 2006 Kg	Total 2006 US\$	% del Total Kg	% del Total US\$	Cont. Astax. Kg	% del Total Kg	Precio US\$/Kg (Pura)
ADM	EEUU	Pesquera Los Fiordos - Nutreco Chile	ECOTONE, Astaxantina natural (Phaffia) en polvo al 0,5%	630.000	5.506.200	49,7%	5,4%	3.150	5,0%	1.748
BASF	Alemania	Basf Chile S.A.	LUCANTIN PINK; Cantaxantina en polvo al 10%	148.597	21.512.596	11,7%	21,3%	14.860	23,7%	1.448
DSM NUTRITIONAL	Francia	DSM Nutritional Products Chile S.A.	CAROFIL AMARILLO, Astaxantina sintética en polvo al 10%	4.228	196.141	0,3%	0,2%	423	0,7%	464
			CAROPHYLL PINK, Astaxantina sintética en polvo al 8%	137.785	19.003.980	10,9%	18,8%	11.023	17,6%	1.724
			CAROPHYLL PINK, Astaxantina sintética en polvo al 10%	330.372	54.191.037	26,0%	53,6%	33.037	52,8%	1.640
PANAFERD	Japón	KEMIFAR S.A.	PANAFERD, colorante natural en polvo 1%	13.508	429.828	1,1%	0,4%	135,1	0,2%	3.182
OTROS	Brasil -Suiza	Coca-Cola; DSM; Basf	BETACAROTENO	3.954	213.289	0,3%	0,2%		0,0%	
TOTALES				1.268.444	101.053.070	100%	100%	62.628	100%	

Fuente: Ref. 27

Nota: A partir de los valores mensuales y anuales de los kilos y US\$ importados por origen, más el análisis de los fabricantes e importadores en detalle de uno de los meses más representativos del año, se estimó la estructura de la importación por fabricante, país de origen e importador de todo el año. Todos los precios son FOB.

De la tabla anterior podemos ver que en términos de utilización (Kg de Astaxantina contenida) los productos más importantes son Ecotone con un 49,7% que es un producto natural y Carophyll Pink con un 36,9% (al 10% y 8%) que es un producto sintético y luego los sigue Lucantin Pink con un 11,7% el cual es natural.

A continuación analizaremos el desarrollo de las importaciones de los últimos 4 años, ya que sólo estos contenían información desagregada para este producto. En la Tabla N°4 podemos ver las importaciones de Astaxantina, por origen para los años 2003 al 2006 y el porcentaje de variación de los montos en US\$ y en Kg.

Además apoyándonos en las estimaciones reflejadas en la Tabla N° 3 estimaremos que fabricante esta asociado al país de origen de la importación.

Esta tabla es fundamental para ver que porcentaje representan los productos de origen natural respecto de los sintéticos. Podremos ver también las diferencias de precio entre estos productos.

En este punto veremos sólo los aspectos económicos. Un análisis más detallado de las características de estos productos se realizará en la sección V, donde veremos el origen de cada producto, sus procesos de producción, el fabricante y su eficiencia como alimento.

Tabla N°4: Estimación importaciones por fabricante período 2003-2006 (US\$ FOB)

Fabricante	Pais de Origen	Cantidad Kg 2006	Cantidad Kg 2005	Cantidad Kg 2004	Cantidad Kg 2003	Valor (US\$) 2006	Valor (US\$) 2005	Valor (US\$) 2004	Valor (US\$) 2003
ADM (Natural)	EEUU	630.000	792.101	990.700	869.005	5.506.200	6.793.346	8.561.959	6.512.732
BASF (Natural)	Alemania	148.597	103.127	212.930	152.649	21.512.596	14.334.970	32.636.117	22.700.728
DSM NUTRITIONAL (Sintético)	Francia	472.385	377.011	300.013	340.400	73.391.157	65.063.471	49.926.478	51.215.795
OTROS	Brasil -Suiza	17.462	2.536	2.155	35.432	643.117	150.512	224.484	5.231.431
TOTALES		1.268.444	1.274.775	1.505.798	1.397.486	101.053.070	86.342.299	91.349.038	85.660.686
ADM (Natural)	EEUU	49,7%	62,1%	66%	62%	5,4%	7,9%	9,4%	7,6%
BASF (Natural)	Alemania	11,7%	8,1%	14%	11%	21%	17%	36%	27%
DSM NUTRITIONAL (Sintético)	Francia	37%	30%	20%	24%	73%	75%	55%	60%
OTROS	Brasil -Suiza	1,4%	0,2%	0,1%	2,5%	0,6%	0,2%	0,2%	6,1%
TOTALES		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Aquí podemos ver que el producto sintético de DSM ha recuperado su participación de mercado en cuanto a Kilos vendidos, pasando de un 24% a un 37%, y la participación en dólares aumentó de un 60% a un 73%. Esto puede deberse a una disminución de su precio entre el 2005 y 2006.

Tabla N°5: Estimación Precios FOB productos importados puro período 2003 – 2006 en US\$/kg

Fabricante	Pais de Origen	2006	2005	2004	2003	2002
ADM (Natural al 0,5%)	EEUU	1.748	1.715	1.728	1.499	1.466
BASF (Natural al 0,01%)	Alemania	1.448	1.390	1.533	1.487	1.456
DSM NUTRITIONAL (Sintético al 9,4%)	Francia	1.653	1.836	1.770	1.601	1.428

Aparentemente los productos de ADM y BASF aunque tienen un precio menor, no han sido bien recibidos por los fabricantes de alimentos para salmones, ya que no ofrecen las mismas cualidades que el producto sintético. Aunque este es más caro (por unidad) es más eficiente en su desempeño, lo cual hace que este producto se mantenga como preferido en el mercado. En conversaciones sostenidas con un fabricante de alimentos este nos señala que dado el bajo porcentaje de concentración de Astaxantina que contienen se debe utilizar una cantidad mucho mayor lo cual molesta al productor de salmones.

ADM comenzó penetrando el mercado fuertemente gracias a sus menores precios. Pero el 2006 bajó su participación en Kg vendidos desde 62,1% a 49,7% y en U\$ desde 7,9% a un 5,4%. Esto producto de la comprobación de no tener un buen desempeño y la reducción de precios de DSM

BASF ha tenido una tendencia variable, pero en el período a mantenido su participación en Kg pasando 11% a 11,7% y disminuido en U\$ pasando de 27% a 21%.

DSM disminuyó su precio, esto producto de la competencia que le han presentado ADM y BASF.

La producción nacional está representada por Igene Biotechnology Inc. que produce Astaxantina a partir de la fermentación de carbohidratos y por la empresa Atacama Bionatural quien produce Astaxantina a partir de microalgas *Haematococcus Pluvialis*.

6. ANÁLISIS FODA

Comentario: AQUÍ SE PLANTEA UN ANÁLISIS FODA... Y NO SE DESARROLLA MAS ABAJO ... SUGIERO QUE . Esto lo modifique completamente, por favor revisar.

6.1 Análisis del Entorno

6.1.1 Fuerzas Competitivas

En este punto analizaremos la competencia de nuestro producto, identificaremos los productos similares y sustitutos y cuales son sus características.

Astaxantina Sintética:

El principal productor de Astaxantina sintética es holding holandés DSM Nutritional Products que adquirió el año 2002 la División Vitamins and Fine Chemicals de la compañía suiza Roche. Tiene presencia en el mercado nacional a través de la comercialización de su producto Carophyll® Pink CWD (al 5%, 8% y 10%) destinado para su aplicación en la industria acuícola en la pigmentación de peces y crustáceos. Este representa uno de los principales productos importado a Chile, actualmente representa el 75% de las importaciones en términos monetarios, pero un 30% en términos físicos (Ref. 27, 14).

Analizando lo anterior podemos decir que este producto es uno de los más antiguos en el mercado y que ha comenzado ha ser reemplazado por los productos naturales sistemáticamente. En la Tabla N°4 podemos ver esto más claramente.

El uso de la Astaxantina en su forma sintética, en Chile, no está regulado, a pesar de su asociación con problemas de retina en el ser humano. La autoridad aún no se plantea claramente ante este problema. (Ref 20, 21). Que no este regulado es una desventaja para nosotros, ya que esto permite que se continúe usando la Astaxantina Sintética. Que se regule quiere decir que no se pueda usar o se limite su uso.

Comentario: ESTO ES UNA AMENAZA?... LA NO REGULACIÓN... ENTENDIEND O QUE SI SE REGULA PUEDE SER UN PROBLEMA PARA LA PRODUCCIÓN!!... O NO? Nos referimos a regular el consumo de Astaxantina Sintetica no la nuestra (natural). Nos ayudaria que no se permitiera su uso o estuviera restringido.

Lo anterior más el alto precio del producto ha presionado a su reemplazo, aunque su reemplazo ha sido lento se espera que siga disminuyendo su consumo.

Astaxantina Natural (Haematococcus Pluviales)

Actualmente uno de los principales productores de Astaxantina de origen natural proveniente de la microalga *Haematococcus pluvialis*, es la empresa estadounidense Cyanotech Corporation localizada en Kailua-Kona, Hawai (<http://www.cyanotech.com/>), la cual lleva operando casi 20 años. Esta empresa tiene dos líneas de productos a partir de la Astaxantina natural, la línea nutracéutica para consumo humano y la línea destinada a consumo animal con el producto Nature Rose® empleado mayormente en la preparación de pellets para la acuicultura. Cyanotech no realiza exportaciones hacia Chile, hasta ahora. Cyanotech ha centrado sus operaciones hacia Estados Unidos y mercados asiáticos, proveyendo principalmente a centros de cultivos de Salmones, la actividad en estos mercados ha estado retrayéndose estos últimos años, además que la actividad climática ha sido negativa para la operación de Cyanotech y la de sus clientes (tornados) estos últimos años. Según sus proyecciones destinará su producción de Astaxantina principalmente para consumo humano (Ref. 11). Es importante destacar que Cyanotech comenzó cultivando *Espirulina* y el 2005 decidió cambiar todos sus cultivos a *Haematococcus*.

Otra empresa que ha incursionado en el segmento nutracéutico es la empresa israelí AlgaTechnologies (Ref. 1) la cual provee de biomasa de *Haematococcus Pluvialis* a la empresa US Nutra (Ref 28) la que realiza la extracción de Astaxantina y la comercializa bajo la marca Zanthin®.

En el mercado nutracéutico, la compañía Mera Pharmaceutical, ubicada en Kona en la costa de la Isla grande de Hawai, en un área de 3 acres, comercializa diversos productos en base a Astaxantina obtenida de cultivos de *Haematococcus* (Ref. 20).

Parry Nutaceuticals, ubicada en la zona sur de India, en la ciudad de Oonaiyur, realiza cultivos de *espirulina*, *haematococcus pluviales* y otras algas. Su producción está orientada al segmento nutracéutico (Ref 31). Parry forma parte del conglomerado Murugappa, uno de los más grandes de India.

En Chile, al interior de Iquique comenzó sus operaciones, hace aproximadamente 7 años, Atacama Bionatural, en manos de empresarios Chilenos, produciendo en un inicio Espirulina. Hace 3 años comenzaron con la producción de Astaxantina y sus mercados objetivos son los productores de alimentos para salmones y la exportación de productos nutracéuticos. (Ref. 5).

En esta misma región, la empresa Astax S.A., fue apoyada por un proyecto Fontec, para desarrollar hace ocho años el cultivo de la microalga *Haematococcus pluvialis*, para ofrecerlo a la acuicultura nacional.

Comentario: QUE ANTECEDENTES DE LA PRODUCCIÓN DE ESTAS EMPRESAS TENEMOS?...CREO QUE ES MUY IMPORTANTE SABER CON QUIEN ESTARÍAMOS COMPITIENDO.! Por el tamaño del mercado no deberíamos ser competencia, mas bien deberíamos apoyarnos

Según conversaciones mantenidas con un profesional de Atacama Bionatural ellos tienen alrededor de 40 reactores de producción, con lo cual podrían producir alrededor de 5.000 kg mensuales de microalga seca con una concentración entre 1 al 3%. Pero de acuerdo a información entregada por un fabricante de alimentos para salmones, habrían probado el pigmento de Atacama Bionatural, pero tenía una concentración muy baja, lo cual fue molesto para sus clientes (centro cultivo salmones), por lo cual no lo siguieron usando.

Desde el punto de vista del volumen de producción de estos productores, esta no superaría el 5% del mercado nacional, por lo cual no es una amenaza, más bien deberíamos buscar la forma de asociarnos para compartir experiencias, enfocar las investigaciones, en conjunto, en problemas no resueltos y unir fuerzas.

Astaxantina Natural (fermentación de carbohidratos)

Archer Daniels Midland Company (ADM) comercializa el producto ADM Ecotone® Phaffia Astaxanthin, el cual se obtiene por fermentación. Actualmente representa cerca de un 5,4% (US\$) de las importaciones nacionales (Ref. 4).

Igene Biotechnology Inc. produce Astaxantina a partir de la fermentación de carbohidratos y lo comercializa bajo el nombre Aquasta®. Ha sido aprobado como ingrediente para el alimento en Chile, Canadá, Estados Unidos y Japón (Ref. 17) no presenta importaciones importantes.

Cantaxantina Natural

La Cantaxantina es otro carotenoide usado como pigmento para salmones. BASF comercializa el producto Lucantin Rosado, el que representa aproximadamente el 21,3 % (US\$) de las importaciones. (Ref. 7)

Resumen análisis fuerzas competitivas

De lo señalado anteriormente podemos decir que las fuerzas competitivas están representadas prácticamente por 3 empresas (3 productos), las cuales representan el 99% del mercado. Estas empresas son todas transnacionales con gran capital y una cartera muy amplia de productos. Según lo detallado en el capítulo V los productos Ecoton (ADM), Lucantin Pink (BASF) y Carophill Pink (DSM) son los más importantes, de estos el Carophill Pink acapara el 75% de las ventas (US\$), esto se ha mantenido en forma similar por más de 4 años. Esto nos dice que en este mercado pueden existir barreras fuertes, que no permiten la entrada de nuevos actores a nivel local.

Atacama Bionatural es el principal y directo competidor de nuestro producto, su capacidad de producción es similar a la que se proyecta para nuestra planta. Para nosotros nos será útil conocer su experiencia, ya que nos ayudará a evitar errores.

6.1.2 Organización Industrial

La industria del Salmón ha formado un Cluster dentro del cual se encuentran las empresas de fabricación de alimentos, químicos y de pre mezclas. Esto implica que se deben cumplir con diferentes exigencias para pertenecer a este cluster. Directamente no seríamos parte de este, pero estaríamos sujetos a sus exigencias ya que seríamos proveedor de estas empresas. Por lo anterior se debe considerar en los costos los gastos por certificaciones.

Debemos entender que los pigmentos son introducidos en el alimento de acuerdo a los requerimientos del productor de salmones. Es decir que el productor de salmones indica cual es la cantidad de cada componente y el tipo y marca del componente, por lo tanto

Comentario: RECOMIENDO QUE EST PARTE SEA ENUMERADA... ES DECIR, SEÑALAR PUNTO A PUNTO CUALES SON LAS BARRERAS DE ENTRADA POR EJEMPLO Y EXPLICARLAS... MAS QUE REDACTAR UN GRAN PÁRRAFO. Esto se realizó, por los cambios realizados quedó fuera de contexto este comentario. Mantuve el comentario para que se pudiera revisar.

para efectos de introducción de nuestro producto se deben realizar las pruebas de campo directamente con este, y una vez que este esté convencido le indicará al fabricante de alimentos con el cual trabaja que utilice nuestro producto.

6.1.3 Sistema de valor

El pigmento crea valor para el cliente de acuerdo a su efectividad en conseguir la pigmentación adecuada, tener costos competitivos, no tener efectos secundarios y tener una baja variabilidad de sus características en el tiempo.

6.1.4 Ciclo de vida

Podemos decir que respecto del ciclo de vida de los productos mencionados anteriormente, el producto sintético ha pasado su etapa de madurez.

6.1.5 Medio Ambiente

El impacto al medio ambiente se analizará desde 3 aspectos, que son los siguientes:

- **Gases:** Como todo vegetal producto de la fotosíntesis sería "eliminado" oxígeno a la atmósfera y se absorbería CO₂ (dióxido de carbono). Habría que averiguar si esto nos permitiría cobrar "bonos de carbono".

Respecto a la utilización de un grupo electrógeno, este eliminaría los típicos gases de combustión, los cuales no tienen mayor impacto al medio ambiente. Existe la posibilidad de utilizar otros métodos para producir electricidad (celdas solares y/o generadores eólicos) lo cual se puede evaluar en una etapa posterior.

- **Líquidos:** El principal impacto sería la extracción de agua de la napa subterránea lo que podría afectar los salares del interior en una medida que se debe determinar con un estudio más profundo del tema. Pero dado los volúmenes de agua inicial de llenado de pozos y piscinas, alrededor de 13.400 m³

y los 0,2 mt³ al mes por perdidas, estimamos que no produciríamos un gran impacto

El agua de la cosecha se puede reutilizar en la etapa IX de producción ya que sería agua con un relativo alto contenido de NaCl lo cual intensifica el stress que genera Astaxantina, lo que por otra parte disminuye la necesidad del vital elemento lo que sería ideal dada la escasez local.

Aguas residuales humanas, se debe contemplar una mini planta procesadora, la que nos daría agua para regadío, gases secundarios (que dependiendo del diseño pueden ser reciclados) y fertilizante.

- **Sólidos:** Probablemente en un principio habría mucho polvo dado el movimiento de tierra pero eso se controla regando el terreno como se hace en una minera, posteriormente sería solo el movimiento vehicular. Como alternativa se podría añadir sal al terreno, lo que genera una corteza a manera de pavimento.

6.1.6 Conclusiones Análisis del Entorno

Fortalezas y Oportunidades:

- Los productores prefieren el producto natural sobre el sintético, dado que el consumidor final ve con mejores ojos los productos que no presentan riesgos para la salud humana. Además se ha comprobado que tiene mejor comportamiento biológico.
- Haematococcus posee una mayor concentración de Astaxantina que sus competidores naturales.

El costo de producción de un centro de cultivo de microalgas es inferior a todos los demás procesos. Analizando la estructura de costos de nuestro proyecto, el cual nos da un costo de producción de 41 US\$/Kg para los dos primeros años y de 20 US\$/kg del 3 año en adelante, podemos asegurar que con un precio de 1.800 US\$/Kg, se tendrán las utilidades señaladas en el estudio económico que se encuentra en el Anexo N° 4.

Comentario: Y ESTE PRECIO COMO ESTA CON RELACIÓN A LOS COMPETIDORES?..TIENES ALGUN CUADRO COMPARATIVO EN ESTA INFORMACIÓN? se agregaron comparaciones de precio. Ver además tabla N°5

Este precio es menor que el presentado en la Tabla N° 5, si tomamos el precio FOB de la Astaxantina sintética para el año 2006 que fue de 1.653 US\$/kg y podremos estimar un precio de venta de 2.000 a 2.500 dólares el Kg.

- Producción dentro del país por lo no existen costos de fletes, demora en entrega por problemas logísticos, no existe costo importación.
- Aprovechar la experiencia de Atacama Bionatural. No gastaremos esfuerzos en abrir el mercado.
- El conocimiento actual del proceso de producción de Astaxantina a partir de Haematococcus Pluviales es un proceso conocido y estudiado ampliamente en universidades. Existe un grupo de profesionales que se ha formado en plantas pilotos y cultivos de Espirulina y Dunaliella Salina, los cuales están preparados para trabajar en un cultivo de Haematococcus Pluviales. Esto nos da la seguridad, que en el plazo de un año, un equipo de profesionales Chilenos podrá controlar y obtener los mismos rendimientos que se han obtenido en forma práctica en universidades y en especial en cultivos industriales.

Debilidades y Amenazas:

- Atacama Bionatural tiene alrededor de 4 años en este mercado, ha realizado pruebas de campo y actualmente está trabajando en mejorar los problemas de concentración, por lo cual nos llevan ventaja.
- DSM posee una gama amplia de productos químicos, además de pigmento, lo cual le permite negociar de mejor manera con los fabricantes de alimentos.
- El producto sintético es preferido principalmente por su mayor concentración, ya que esto permite usar un menor volumen de producto para alcanzar las dosis solicitadas. Además de lograr la coloración solicitada por el productor de salmones.

- Seremos nuevos en el mercado, por lo cual tendremos que invertir en este proceso. De acuerdo a conversaciones sostenidas con un ejecutivo de una empresa de alimentos, el aspecto más importante en la introducción de un producto son las pruebas del pigmento a nivel de cultivos de salmones. Es necesario realizar largas pruebas, las que pueden durar un año, antes de lograr obtener la aceptación de los fabricantes de alimentos y de los productores de salmones. Es necesario certificar la calidad y rendimientos obtenidos con un colorante antes de que este sea aceptado en el mercado. La introducción de un producto nuevo puede llevar de 2 a 3 años, dentro de los cuales se debe invertir en pruebas de campo en diferentes centros de cultivo, pruebas de laboratorio, personal a cargo de monitorear las pruebas y desarrollar la mercadotecnia adecuada.
- La legislación también tiene gran relevancia ya que esta es débil y permite el uso de productos derivados de hidrocarburos. Esto no se espera que cambie en el corto plazo 1 o 2 años, es posible que se produzcan cambios en el mediano o largo plazo. Se estima así, ya que este cambio implica dictar nuevas leyes por parte del gobierno, lo cual sabemos es lento. |
- La efectividad del producto natural, como pigmento, no es superior a la del producto sintético, es muy similar.
- Se estima que la inversión necesaria para instalar un centro de cultivos para esta microalga es de alrededor de 3 millones de dólares, lo cual no está al acceso de un pequeño ni mediano empresario, sino mas bien al alcance de un gran empresario que esté dispuesto a invertir en este sector económico.

Comentario: POR QUE?...DONDE ESTA LA LENTITUD DEL CAMBIO?... HAY ALGUNA RAZÓN? Los legisladores chilenos son lentos

6.3 Análisis Interno

Dado que es un proyecto nuevo, el análisis de aspectos tales como, Cadena del Valor, Enfoque de Procesos, Costos de Oportunidad, Costos de Transacción y Benchmarking es difícil de realizar ya que no se está operando y no tenemos una referencia inicial que mejorar.

Comentario: ESTA BARRERA ESTA ASOCIADA A LOS ALTOS NIVELES DE INVERSIÓN QUE SE REQUIERE PARA HECHAR A ANDAR UNA NUEVA PLANTA...dado que se presentó de otra manera las amenazas y fortalezas, se eliminó este punto. Se separó en varios puntos más detallados

7. PROYECCIONES DEL MERCADO

La industria salmonera nacional, consumidor y usuario final de la Astaxantina, ha mostrado un impresionante crecimiento durante los últimos 18 años, al pasar de 11.675 ton en 1989 a 383.700 ton cosechadas en el año 2005. En la década transcurrida entre 1992-2005 el crecimiento promedio anual bordeó el 14%. La Salmonicultura es una industria madura que se ha desarrollado en una escala eminentemente industrial. (Ref. 29, 6).

Actualmente la industria salmonera es una industria consolidada, cuyas proyecciones futuras se orientan al perfeccionamiento del proceso productivo, conquista de nuevos mercados, aumento del valor agregado de los productos y mantención de las condiciones ambientales y sanitarias de las zonas geográficas donde se desarrolla la actividad. De acuerdo a SalmónChile y la literatura usada, se proyecta un avance anual de entre un 7,5% a un 10% para la industria de salmónes y truchas, basándose en un crecimiento de la demanda mundial de esa magnitud, lo que implica que las ventas de industria de alimentos deberían crecer a ese ritmo, en los próximos cinco años (Ref. 8, 29 y 6).

Estimaciones:

- Existe un mercado maduro creciente de un 7,5 a 10% anual (consumo humano).
- Los productores de pigmentos naturales (Astaxantina) tienen poca competencia entre ellos. Pero tienen una fuerte competencia de productos sintéticos.
- Hay una fuerte necesidad en el ámbito nacional para reemplazar importaciones.
- Estimamos que producto de la actual competencia, el precio de la Astaxantina sintética no deberían subir y por el contrario es posible que bajen, tal como ocurrió el 2006 cuando bajó su precio en un 10%. Dentro de los próximos 2 años no se espera que este precio baje más haya de los 1.800 dólares el kilo (precio bruto internado)

8. RESUMEN EVALUACION ECONOMICA

8.1 Descripción del cultivo de microalgas:

Las microalgas, como la Haematococcus, se cultivan normalmente en piscinas abiertas (reactores) al aire libre. En estas se logra tener un medio ambiente controlado, lo cual permite actuar sobre las temperaturas y los nutrientes adicionados. Esto permite manejar el crecimiento y reproducción de las microalgas.



Esta fotografía corresponde a un reactor de inducción de la empresa Atacama Bionatural

El proceso de producción comienza con la compra de las muestras de la microalga, las cuales serán llevadas al laboratorio del centro de cultivo. El objetivo de esta etapa es tener una "semilla" en reproducción permanente para alimentar los reactores intermedios y finales del cultivo. Luego se pasa a reactores de 1.000 a 15.000 lt, a la intemperie cubiertos, para evitar el exceso de irradiación y la consecuente "palmetización" de las células y reducción de la tasa de reproducción, en esta etapa se desarrollaría la mayor cantidad posible e biomasa. Luego se pasa a reactores grandes de inducción a la intemperie descubiertos de 90.000 a 200.000 lt. En esta etapa se produciría la concentración de astaxantina

Una vez que la microalga se ha reproducido y se ha alcanzado el máximo permitido por la piscina, la solución se pasa a través de una centrifuga, para separar el agua de la

pulpa. De aquí vendrá la etapa de secado de la microalga y molienda para generar el polvo concentrado.

Una vez que tenemos el polvo concentrado, pasamos a la etapa de envase y posterior comercialización. En el Anexo B “Aspectos Técnicos” se encuentra el detalle del proceso de producción.

8.2 Localización del centro de cultivo

El centro de cultivos se encontraría al interior de Iquique en la zona denominada La Huayca. En este sector existen terrenos disponibles y con acceso a napas de agua dulce. En este sector ya existen otros centros de cultivos por lo cual nos da la seguridad que las condiciones de climáticas y calidad de agua son aceptable para el uso en este tipo de cultivo. De todas maneras se ha considerado en la evaluación una planta de filtros para el agua.

8.3 Etapas del Proyecto

Para el proceso de inversión se ha considerado desarrollar el proyecto en 2 etapas, la primera considera instalar sólo 8 reactores de inducción, los cuales se usarán durante los primeros dos años, durante el período de puesta en marcha, pruebas y certificaciones de nuestros productos, por parte de nuestros clientes. El tercer año una vez obtenidas las certificaciones se completará la construcción de 56 (determinado en punto 8.4) reactores de inducción y los intermedios, la cual se paga con los ingresos del segundo y tercer año (ver Anexo C).

8.4 Tamaño del centro de cultivo y Sensibilización Precio-Capacidad de Planta

El tamaño se ha definido mediante la sensibilización del precio de la astaxantina y el tamaño de planta, esto se detalla en el Anexo C. En resumen se analizó los resultados financieros considerando 3 precios, esperado (100%), optimista (120%) y pesimista (80%) y 6 tamaños de producción. En la tabla siguiente resumimos los resultados.

Tabla N° 6: Definición del tamaño del cultivo

PRODUCCION (Kg)	PRECIO US\$/KG									INVERSION US\$	
	1440 (-20%)			1800			2160 (+20%)			Año 0	Año 3
	VAN	TIR	RECUP	VAN	TIR	RECUP	VAN	TIR	RECUP		
1.034 (24 reactores)	3.766.803	ND	ND	2.530.202	ND	ND	1.318.040	0,8%	ND	1.295.198	1.125.229
1.380 (32 reactores)	2.810.744	ND	ND	1.235.794	2,0%	ND	99.259	15,9%	10	1.253.374	1.235.647
1.724 (40 reactores)	1.860.307	-6,4%	ND	158.636	13,5%	ND	1.459.676	26,6%	7	1.226.785	1.336.533
2.069 (48 reactores)	981.334	5,4%	ND	1.003.868	23,2%	7	2.904.292	36,0%	5	1.211.022	1.435.638
2.413 (56 reactores)	207.380	13,1%	ND	1.988.931	30,0%	6	4.347.771	44,0%	5	1.199.804	1.531.013
2.758 (64 reactores)	527.957	19,4%	8	3.097.027	36,7%	5	5.620.213	49,8%	4	1.191.810	1.633.808

Nota: Costo de capital de un 15%.

La inversión del año 3 se paga con los ingresos del 2^{do} y 3^{er} año.

Observando los resultados, podemos decir que tendremos un VAN positivo (US\$ 527.957), aún con una disminución del precio esperado de un 20% (1.440 US\$/Kg Astaxantina pura), y a un volumen de producción de 2.758 Kg de Astaxantina pura anual, lo que equivale a 91.943 kg de polvo de microalga seco al 3%.

Comentario: POR QUE ¿...SI EL VAN DE 498.267 ESTA ASOCIADO A UNA PRODUCCION DE 2.413 KG. Se modifico

De acuerdo a lo anterior la superficie del centro de cultivos mínima, en una etapa de producción, debería tener alrededor de 70.000 metros cuadrados de piscinas, con 64 reactores de inducción. Esto nos permitiría producir alrededor de 2,7 ton/año de Astaxantina pura, lo que equivale a un 4,3 % del mercado de un total de 62 ton (ver tabla N° 3).

8.5 Inversión, Financiamiento y Resultados financieros

Este proyecto se evaluará suponiendo que todo el financiamiento requerido para llevar este proyecto a la práctica, será aportado por un inversionista, esto se consideró así para simplificar el estudio de caso, además no sabemos si este proyecto pueda ser financiado a través de CORFO u otra entidad. Una evaluación considerando financiamiento externo se realizará después en forma privada.

Comentario: N SOLO INVERSIONISTA O GRUPO DE INVERSIONISTAS?... APORTES DEL ESTADO...SE CONSIDERAN?...Y CUAL ES LA INVERSIÓN TOTAL DEL PROYECTO... SUGIERO MENCIONARLA.

Para lograr la producción señalada en el punto 8.2 (2.758 kg anuales), deberíamos realizar una inversión inicial de alrededor de 1,2 millón de dólares.

Comentario: AQUIE ESTÁ...UN SOLO INVERSIONISTA?...PLOP!! NO SE!

Dado que el precio esperado para el kilo de concentrado (3% en peso) es de 54 dólares el kilo (que equivale a 1.800 dólares por kilo de astaxantina pura) podemos decir, que podríamos obtener un VAN de US\$ 3,0 millones, con una TIR de 36,7%, recuperar la inversión en 5 años (considerando un costo de capital del 15%). En el Anexo C “Aspectos Financieros” se encuentran todos los antecedentes asociados a la evaluación técnico-económica.

9 Conclusiones

Podemos concluir que este proyecto presenta una rentabilidad que interesaría a algunos inversionistas, ya que presenta una TIR bastante alta del 36,7%, y un VAN interesante de US\$ 3,0 millones. Los costos han sido considerados en forma aumentada, por lo cual el estudio financiero nos da la seguridad de estar ante un buen proyecto.

Para concretarlo sólo queda invertir en visitas a los fabricantes de alimentos y centros de cultivos de salmónes, para conocer en detalle los estudios necesarios y las restricciones que pondrían cada uno de ellos al uso de nuestro producto.

Los aspectos financieros nos dicen que es un negocio rentable, por lo cual se deben asegurar los aspectos técnicos, para poder obtener la producción descrita. Actualmente existen al menos un o dos centro que lo ha logrado, por lo cual es fundamental lograr sinergias con los actuales actores nacionales para lograr desplazar los productos importados.

Aquí podemos señalar que, además, existe una ventana por la cual no se ha mirado otras proyecciones, y esta es la exportación de nuestro producto a mercados internacionales, abasteciendo a fabricantes de alimentos fuera de Chile.

Comentario: HECHO DE MENOS LOS ASPECTOS RELACIONADOS A LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL. Se agregaron en el analisis foda

Comentario: ADEMAS HECHO DE MENOS LOS ESTUDIOS O INFORMACIÓN REFERIDA A LA UBICACIÓN DE LA PLANTA...SEGÚN ME ACUERDO ERA ENTRE ARICA E IQUIQUE...Se agregó en analisis Foda

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Algatechnologies. <http://www.algatech.com>
- 2) Aqvanoticias Internacional, N° 39, Noviembre-Diciembre 1997.
- 3) Archer Daniels Midland Company. Atlantic Salmon Field Trial in Chile, ADM Ecotone® Phaffia Astaxanthin, Trial Data And Studies of (2006).
- 4) Archer Daniels Midland Company ADM, Informe Anual de 2005.
- 5) Atacama Bionatural. <http://www.atacamabionatural>
- 6) Asociación de la Industria del Salmón de Chile A.G. Informe Económico Salmonicultura 2005.
- 7) BASF. <http://www.basf.cl>
- 8) CASTRO C., Emilio. La Nutrición y Alimentación en la acuicultura de América y el Caribe, Capitulo 3 “El estado actual de la acuicultura en Chile y perfiles de nutrición y alimentación”. Fundación Chile. Santiago, Chile. Depósito de documentos de la FAO, Departamento de Pesca.
- 9) CEPAL/OCDE. Evaluaciones del desempeño ambiental, capítulo 6 “Integración sectorial: minería, silvicultura, acuicultura”. 2005.
- 10) CEPAL/OCDE. Capítulo 6 “Integración Sectorial: Minería, Silvicultura, Acuicultura” Evaluaciones del desempeño ambiental”. 1990.
- 11) CYANOTECH, 2005 Annual report.
- 12) Diario ESTRATEGIA. Alimentos Para Salmón: Una Torta de US\$ 700 Mills. en la Mira de los Agricultores. 14 de junio de 2004.
- 13) Directorio de Acuicultura y Pesca del 2003.
- 14) DSM Nutritional Products. <http://www.dsm.com>
- 15) GONZÁLEZ SIERRA, Mariela, KLEMPAU MICHAELIS, Alfredo y RETAMALES NEGRETE, Ernesto. “Obtención de astaxantina en Chile a partir de cultivos de Haematococcus pluvialis, para la pigmentación de salmónidos”. Proyecto Fondef, Universidad de Concepción, Universidad de Antofagasta.
- 16) HARRIS, Paul. Salmón Chileno: Los Desafíos del Éxito, Revista Business Chile, N°233, Mayo 2006.
- 17) Igene Biotechnology, Inc. <http://www.igene.com>
- 18) Instituto Español de Oceanografía. Hoja Informativa N° 79, Noviembre 2003.

- 19) LAFUENTE BERRÍOS, Germán. Cosechando en el Desierto. Blogger. 30 de Junio 2005.
- 20) Mera Pharmaceutical. <http://www.aquasearch.com>
- 21) Ministerio de Economía, Informe Prospectiva Chile 2010 “La industria de la Acuicultura” (2001), realizado a través del Programa de Prospectiva Tecnológica.
- 22) Newsletter revista Aquafeed.com, 5 de marzo 2006. “Se les pagará a los productores coreanos para cambiarse a alimentos balanceados”.
- 23) Parry Nutraceuticals. <http://www.parrynutraceuticals.com>
- 24) Revista Panorama Acuícola (on line) “Israel cultiva algas rojas en el desierto para combatir enfermedades”.
- 25) ROMÁN, Carlos y SEGOVIA, Nelson. Aspectos biotecnológicos básicos para desarrollar el potencial cultivo de Haematococcus pluviales Flotow en el norte de Chile, Tallar 2001. Universidad Antofagasta, Facultad de Recursos del Mar.
- 26) SALAZAR GONZALEZ, Margarita La Astaxantina y su Biosíntesis, , Depto. de Biotecnología. UAM-I. Apdo. P. 55 -535. México. D.F. 09340.
- 27) Servicio Nacional de Aduanas, Departamento de Estudios, Gobierno de Chile. Importaciones 2000 – Junio 2006.
- 28) Valensa Internacional. <http://www.usnutra.com>
- 29) VILLARROEL ARIAS, Jaime Esteban. Análisis de la Competitividad de la Industria del Salmón en Chile. Proyecto de Título presentado en la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Departamento de Economía Agraria, Pontificia Universidad Católica de Chile, para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo. Junio 2003, Santiago, Chile
- 30) ZUBERBUHLER, Ricardo. Degeneración Macular, Prácticas Avanzadas en Medicina, Buenos Aires, Argentina, 1999.

ANEXO A: QUE ES LA ASTAXANTINA

1 INTRODUCCION

Comentario: RECOMIENDO DARLE FORMATO DE ANEXO A ESTE TEXTO..

Los carotenoides son tetraterpenos de 40 carbonos, que se encuentran como pigmentos fotosintéticos o complejos proteínicos en plantas superiores y bacterias fototróficas, incluyendo cianobacterias. Actualmente se han aislado más de 400 tipos en plantas, animales y hongos. En el caso de las plantas, el principal interés está dado por la función que desempeñan en la célula, como es el caso de la síntesis de astaxantina en las microalgas, la cual se sintetiza como una función de fotoprotección del aparato fotosintético bajo diferentes condiciones de stress (Borowitzka *et al.*, 1991; Boussiba y Vonshak, 1991; Kobayashi *et al.*, 1997).

Existen dos grandes grupos de carotenoides: los carotenos y las xantófilas, los primeros son hidrocarburos y se encuentran representados en forma minoritaria, en cambio las xantofilas contienen al menos un átomo de oxígeno en sus moléculas y representan la gran mayoría de los carotenoides.

El carotenoide astaxantina presenta un gran interés científico y comercial, ya que es una molécula activa de origen natural de alto valor agregado, que tiene grandes perspectivas de aplicación, en la industria farmacéutica como marcador en el seguimiento de células, como agente antioxidante y antitumoral; en la industria de cosméticos como colorante en diversos aspectos y antioxidante; en la industria alimenticia como suplemento y complemento en la coloración directa e indirecta de diversos productos, como en la dieta de las aves de corral con la finalidad de incrementar la coloración en la yema del huevo; en la acuicultura como fuente de pigmentación en la dieta de crustáceos (camarón, langosta), de peces en la fijación del colorante en el músculo de la trucha arcoiris y principalmente del salmón, dependiendo de la etapa de desarrollo del pez, así como del estado de maduración sexual y de la forma libre o esterificada del pigmento, lo que incrementa el valor comercial de los productos a través de la bioacumulación y metabolismo de las diferentes formas de astaxantina en los músculos, piel y exoesqueleto (Borowitzka, 1988; Boussiba, 1992; Quinio, 1993; Fan *et al.*, 1994).

1.1 Química de la astaxantina

La astaxantina libre es una xantofila roja de tipo carotenoide, su nombre se deriva del género del cangrejo *Astacus astacus*, químicamente se le conoce como 3,3'-dihidroxi- β , β '-caroteno-4,4'-diona, la cual es una molécula que presenta 40 carbonos ($C_{40}H_{52}O_4$), configurada con dos funciones alcohol y dos cetonas. En la naturaleza, puede existir bajo cuatro configuraciones debido al arreglo asimétrico de los carbonos 3 y 3'; en el reino vegetal, frecuentemente se presentan los isómeros 3S y 3S'.

La forma libre puede estar esterificada por ácidos grasos, formando monoésteres y diésteres de astaxantina, o bien puede estar asociada a una proteína, la carotenoproteína, modificando su coloración roja, como por ejemplo en la crustaceína de los crustáceos, la cual adquiere un color verde, azul o gris. La astaxantina también puede dar origen a la formación de hidrocarburos como consecuencia de la pérdida de las funciones oxigenadas y llegar a generar moléculas estables, que se han encontrado en sedimentos fósiles.

ANEXO B: ASPECTOS TECNICOS

Comentario: ESTE ES EL ANEXO 2?...O EL 3?...OJO CON EL ENCABEZADO!

1. PROCESO PRODUCTIVO

Eliminado: ¶

Eliminado: 1.

1.1 Tecnología

En Chile la mayoría de los cultivos masivos de Microalgas se realizan en sistemas tipo “raceway” con ruedas de paleta para impulsión del agua, las cuales son accionadas por motores eléctricos (ver punto 4).

Como todo vegetal cultivado por el ser humano, las microalgas necesitan que se les agregue los nutrientes necesarios para sus procesos vitales, los cuales van a variar en tipo y proporción de acuerdo a cada especie.

En el caso del cultivo de Haematococcus pluvialis se ha elegido las metodologías descrita por autores tales como Román y Segovia (2001) (Ref. N° 25), Retamales, Gonzalez y Klempau (1996) (Ref. 15), ambas referidas en lo fundamental a lo descrito más arriba y por otro lado ambas investigaciones realizadas en la U. de Antofagasta.

1.2 Proceso de Producción

Por proceso productivo se entiende las series de actividades que se realizan en una unidad de producción para asegurar que los organismos alcancen su fase comercial y con ello se obtenga una buena cosecha. El proceso productivo para un sistema de cultivo masivo de microalgas estará constituido por las etapas que se describen a continuación:

1.2.1 Etapas del Proceso de Cultivo de H. pluvialis

ETAPA I: Laboratorio cepario

Esta fase inicial del proceso productivo consiste en que a partir de un “stock” inicial de microalgas (cepa), se produzca un volumen mayor de las mismas a través de su micro cultivo en condiciones de laboratorio. Este nuevo “stock” duplicado se denomina inóculo que será utilizado en el reactor de incubación para la producción en masa de H. pluvialis. Ver anexo Cultivo.

Se utilizan los siguientes materiales:

Placas de Petri

Tubos de 10 mL

Matraces de 250 mL

Matraces 2000 mL

Botellones 20 L

ETAPA II: Botellones o Carboys

Esta etapa aumenta el volumen del cultivo para alcanzar la siguiente etapa.

Unidad de Cultivo:	Botellones de 20 L
Densidad de inicial:	15.000 cel/mL
Densidad de cosecha:	300.000 cel/mL
Tiempo Cultivo:	10 a 15 días
Tasa de crecimiento:	15 a 30 %

Eliminado: ¶

ETAPA III: Reactores verticales

Esta etapa prepara el volumen de cultivo para los raceway.

Unidad de Cultivo:	Bolsas estructuras fierro	1000 L
Densidad de inicial:	35.000 cel/mL	
Densidad de cosecha:	130.000 cel/mL	
Tiempo de Cultivo:	6 días	
Tasa de crecimiento:	10 a 20 %	

Eliminado: ¶

ETAPA IV: Reactores tipo raceways bajo invernaderos

Estos raceway son mantenidos cubiertos con plásticos que cumplen varias funciones, proteger del polvo, entrada de insectos, exceso de irradiación, entre otras.

Unidad de Cultivo:	Raceway de 15.000 L
Densidad de inicial:	20.000 a 25.000 cel/mL
Densidad de cosecha:	100.000 a 110.000 cel/mL
Tiempo:	4 a 5 días
Tasa de crecimiento:	Hasta 50%

ETAPA V: Raceways Crecimiento Masivo

Eliminado: ¶

Conservan el techado por las mismas razones arriba descritas.

Unidad de Cultivo: Raceway de 90.000 L
Densidad de inicial: 15.000 a 20.000 cel/mL
Densidad de cosecha: 100.000 cel/mL
Tiempo: 4 a 5 días
Tasa de crecimiento: 20 a 50%

Eliminado: ¶

ETAPA VI: Reactores de Inducción

Unidad de Cultivo: Raceway de 200.000 L
Densidad de inicial: 25.000 cel/mL
40 kg peso seco quistes (3% astaxantina) por reactor.
Tiempo de Cultivo: 9 a 10 días

ETAPA VII: Cosecha

Eliminado: ¶

Decantación primaria

Eliminado: ¶

Decantación / concentración (pulpa)

Centrifugación

Almacenaje a baja temperatura (2 °C)

ETAPA VIII: Secado

Spray dry

Eliminado: ¶

Embalaje (cajas al vacío)

Bodega

ETAPA IX: Producto final

Ruptura

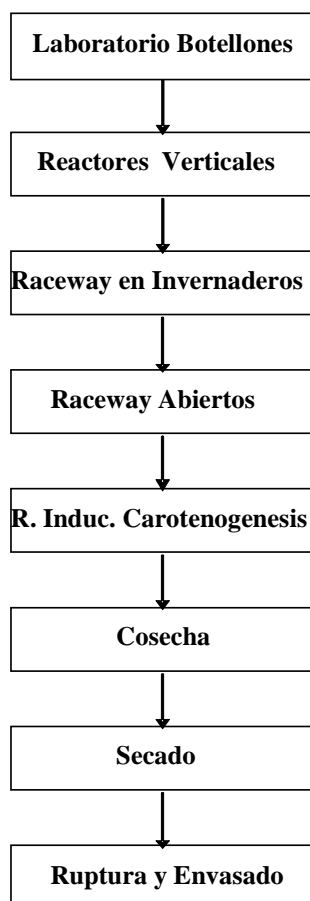
Eliminado: ¶

Mezcla cistos rotos + aceite de soya

Clarificación

Envasado final con N2

1.2.2 Diagrama de Flujo del Proceso Productivo



1.3. Indicadores Técnicos de la Producción

Especie a cultivar	: Haematococcus pluvialis
Tiempo desde cepario a cosecha	: 34 a 41 días.
Técnica de cultivo	: Sistema de cultivo mixto, cepario, botellones, reactores verticales, raceway cerrado a la atmósfera, raceway abiertos y raceway de inducción.
Concentración de la biomasa a cosechar	: 25000 cel/ml (aprox.) Retamales (comunicación directa) ó 40 kg quistes (peso seco).
Medio de crecimiento	: Calculado de acuerdo a la metodología de Román y Segovia (2001).
Temperatura óptima	: 21 °C en etapa de laboratorio (Román y Segovia, 2001), a 30 °C la carotenogénesis es 3 veces superior que a 20 °C.
PH óptimo	: A un ph de 7,5 se forman las células palmeloides no siendo relevante para la formación de asta xantina.
Salinidad	: 0,2 a 0,8 % (peso/volumen).
Luminosidad óptima	: 0,006 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{d}$ (crecimiento), 1750 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{d}$ generan una alta carotenogénesis.
Evaporación	: Esta dependerá del lugar seleccionado. En todo caso al aumentar la evaporación aumenta la salinidad lo que aumenta el stress sobre la microalga, aumentando la carotenogénesis. De todas maneras la máxima salinidad no debe superar el 1% (peso/volumen).

2. REQUERIMIENTOS DE MATERIA PRIMA

2.1 Fuente de carbono

Por tratarse del cultivo de un microorganismo fotosintético, la suplementación de la fuente de carbono toma un realce especial.

Trabajos experimentales han demostrado que *H. pluvialis* puede crecer en condiciones de oscuridad los mejores resultados en condiciones de iluminación (Kobayashi et al., 1992) y esta última dependerá del lugar seleccionado.

2.2 Diseño del medio de cultivo

2.2.1 Nutrientes

Las microalgas necesitan alrededor de 15 a 20 elementos nutritivos para su crecimiento. Básicamente, estos elementos nutritivos se dividen en macronutrientes y micronutrientes. La concentración óptima de cada uno de los elementos nutritivos, para esta alga verde, dependerá de la densidad poblacional y de condiciones de luz, temperatura y pH.

Macronutrientes: Se requieren en mayor proporción y se utilizan directa o indirectamente en la constitución de la estructura celular. Los macronutrientes principales son el carbono, nitrógeno, fósforo, oxígeno, azufre, sodio, potasio, cloro, calcio y magnesio.

Micronutrientes: Se requieren en concentraciones relativamente bajas en el rango de micro o miligramos. La mayoría de los micronutrientes actúan como catalizadores, mediadores o reguladores de reacciones enzimáticas y procesos fisiológicos, mientras que otros forman parte de moléculas específicas tales como pigmentos, moléculas electrotransportadoras, etc.

En términos generales se utilizará el medio de cultivo utilizado por Román y Segovia (2001) (Ref. N° 15), el cual consta de lo siguiente:

Elementos	g/l
NaNO ₃	1,5000
K ₂ HPO ₄	0,0040
MgSO ₄	0,0750
CaCl ₂	0,0360
Ac. Cítrico	0,0006
Ferro Amonio	
Citrato	0,0006
EDTA	0,0001
Na ₂ CO ₃	0,0200

Sol.	
Microelementos	En 1 litro

Microelementos

H ₂ BO ₃	2,8600
MnCl ₂	1,8100
ZnSO	0,2220
Na ₂ MoO ₄	0,3900
CuSO ₄	0,0790
Co(NO ₃) ₂	0,0494

3. CONTROL DE VARIABLES EN PROCESO PRODUCTIVO

3.1 Agua

El agua debe ser filtrada y permanentemente sometida a análisis químico, luego en los reactores se agregarán los nutrientes, lo cual también exige un control riguroso de componentes. La reposición de aguas evaporadas debe ser periódica y exenta de contaminantes, al igual que el agua que se utilice en la cosecha.

El agua en el sector de La Huayca tiene la calidad necesaria, ya que se utilizarían las mismas napas subterráneas con las que se abastece a Iquique de agua potable, las cuales presentan, en cuanto a metales pesados, los siguientes valores:

Parámetros	Unidad	Cantidad
Arqueológico	Mg/L As	0,009
Mercurio	Mg/L Cd	menos de 0,01
Cromo	Mg/L Mg	0,0005
Plomo	Mg/L Pb	menos de 0,05
Formas Totales	Colonias/100 ml	0,0

Estos valores están bajo lo exigido por la FDA. Actualmente existen dos centros de cultivo de microalgas que usan esta agua y según antecedentes recopilados de una de ellas, sólo tienen una planta de filtros.

Eliminado: ¶

3.2 Temperatura

Haematococcus pluvialis es un organismo que resiste un amplio rango de temperaturas. Esto permite su adaptación sin mayores inconvenientes a la zona norte del país donde es normal tener altas temperaturas durante el día y bajas T° durante la noche.

Eliminado: ¶

3.3 Movimiento

La más importante variable que afecta el crecimiento microalgal es la luz. Su principal efecto es sobre la fotosíntesis y sobre otros eventos fisiológicos que no se relacionan directamente con el proceso fotosintético. Cuando se analiza el efecto de la luz sobre la célula vegetal se debe considerar la cantidad y la calidad de la radiación luminosa. Bajo condiciones naturales, ambas características pueden mostrar grandes fluctuaciones, dependiendo del clima local (es decir, diaria, estacional o anualmente), del espacio (localización sobre la tierra y profundidad) y de las condiciones climáticas (nubosidad).

La eficiencia de un cultivo algal masivo depende de la capacidad del sistema para utilizar toda la energía disponible de la luz, por eso se utilizara un sistema de motor y aspas para generar un flujo constante de manera de evitar el “ensombrecimiento” celular.

Para conocer la dinámica de esta variable, con ayuda de un fotómetro, diariamente se realizará una medición de la intensidad de la luz solar, en la hora que el sol se encuentre en el cenit, es decir, cuando alcanza el máximo de su efecto lumínico sobre la superficie, y además la mínima en el amanecer y el atardecer. Todos estos datos servirán para efectuar una adecuada regulación de la cantidad de luz que se entregará a los reactores, esto es especialmente importante en las etapas III a la VI del cultivo.

3.4 PH

El pH al cual están expuestas las microalgas, ya sea en el medio natural o en medio artificial de cultivo, puede afectar varios procesos biológicos. Según Richmond (1986) las algas exhiben una clara dependencia del pH del medio en el cual crecen y las diferentes especies muestran grandes variaciones en su respuesta a esta variable ambiental; por lo que se realizarán 2 mediciones a diario, una antes de la cosecha (07:00) y otra antes de la puesta del sol (19:00). (Vargas, *com. pers.*).

3.5 Bicarbonato

El bicarbonato es utilizado para mantener el pH del medio de cultivo en valores cercanos a 7, para ello se adicionarán 12,6 (g/l) de bicarbonato, cantidad que experimentalmente ha sido determinada como apropiada.

4. DESCRIPCIÓN Y DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DE CULTIVO

4.1 Reactor tipo “Raceway”

4.1.1 Descripción

Estanque de forma elíptica, horizontal excavado en el suelo, impermeabilizado mediante una manta de P.V.C. denominada “Vinimanta”. Posee una división central que transforma el estanque en un canal sin fin, por el cual circula el medio de cultivo desplazando por la acción de una rueda de paletas que es accionado a través de un motor reductor.

En los extremos del estanque se localizan estructuras denominadas “deflectores”, las que evitan que se formen zonas sin circulación del medio de cultivo, los denominados “puertos muertos”.

Para evitar problemas de contaminación y minimizar la evaporación, sobre el reactor se instala una capa de polietileno con tratamiento ultravioleta.

4.1.2 Diseño

Tamaño de los reactores de Inducción: Se decide que el tamaño de los reactores de producción en línea será de 1000 m² aproximadamente, con los cuales se podrá obtener una cosecha promedio de 3,7 gr-peso seco/m²/día, con 30 días de trabajo en el mes, obteniendo 40 kg peso seco quistes (3% astaxantina) por reactor.

Para el dimensionamiento de los reactores, se utilizará la metodología empleada de acuerdo al estudio de los siguientes autores: Oswald (1988), Fox (1986), Richmond y Becker (1986) y Ayala (com pers.)

Eliminado: Como se dijo anteriormente la producción ideada para el proyecto es de 2,8 toneladas anuales de Astaxantina pura (91.943 kg de polvo de microalga seco al 3%). Para obtener este rendimiento se considera un área de cultivo de 8 Ha

Eliminado: ,

Eliminado: a partir de

Eliminado: Se decide que el tamaño de los reactores de producción en línea será de 1000 m² aproximadamente

Definiciones:

Área de mezcla: Es el área expuesta a la luz solar se utiliza la siguiente ecuación para el cálculo:

$$A = L * W$$

Donde;

A : área de mezcla.

L : Longitud máxima del canal.

W : Ancho del canal.

Ancho del canal: Para los "Raceway" en su versión simple coinciden aproximadamente en expresar la siguiente relación:

$$W = L / 40$$

Donde;

W : ancho del canal

L : Longitud máxima del canal.

40 : constante

Caudal: Cantidad de agua en movimiento, para un canal con ancho "W" y la profundidad "d" la cantidad de flujo esta dada por siguiente ecuación:

$$Q = w * d * v$$

Donde;

Q : cantidad de agua en movimiento m³/seg.

W : Ancho del canal.

D : profundidad del canal (la profundidad para este tipo de canal es de 40 cm).

V : velocidad del canal se asume una velocidad de 20 m/seg.

Cambio de profundidad (d):esta definida por la siguiente ecuación

$$\Delta d = (L * V^2 * n^2) / (d * w / (w + 2 * d)^{4/3})$$

Donde:

- Δd : cambio de profundidad (m)
- L : longitud máxima a cultivar
- V : velocidad del canal (0,2 m/seg)
- n : coeficiente de rugosidad (Para canales excavados con cubierta plástica se asume 0,008).
- d : profundidad del canal
- w : ancho del canal

Potencia de mezclador: se define como la potencia necesaria para hacer trabajar el mezclador, puede ser determinada sobre la base de d y esta dada por la siguiente relación.

$P = Q * W * \Delta d / e$, Donde;

- P : potencia del mezclador (kW), sin considerar torque inicial.
- W : peso específico del medio de cultivo (1020 kg/m³).
- Q : la cantidad de agua en movimiento (m³/seg)
- Δd : cambio de profundidad (m)
- e : eficiencia de rueda de paletas (se asume un valor de 0,5).

Ejemplo reactor tipo “ Raceway” de 1000 m²

Datos técnicos

- Area : 1000 m²
- Coeficiente de rugosidad (n) : 0,008
- Longitud máxima a cultivar (L) : 200 m
- Ancho de canal (W) : 5 m
- Caudal (Q) : 0,3 m³/seg
- Profundidad (d) : 0,4 m
- Altura de columna de agua (h) : 0,3 m
- Cambio de profundidad (Δd) : 0,0027 m
- Talud recomendado : 1/2:1 (Chow *op.cit*)
- Potencia requerida por el reactor : 1,63 kW (2,19 hp)

Eliminado: ¶
¶

Eliminado:

Eliminado: .

Eliminado: .

Eliminado: .

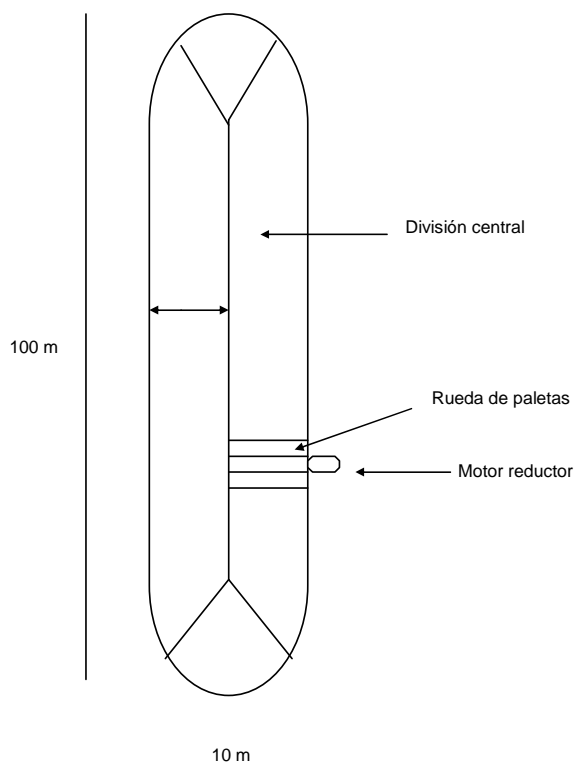
Eliminado: .

Datos accesorios del reactor 1000 m²

- a) Ruedas de paletas: estará constituida de 12 paletas de fibra de vidrio montados sobre un eje metálico.
- b) Deflectores: 10 planchas de fibra de vidrio de 35 x 20 cm.
- c) Motor 3 hp.
- d) 1200 m² de P.V.C "Vinimanta" de 0,5 mm.

Eliminado: ¶
¶
-----Salto de página-----

Reactor Raceway de 1000 m² de Superficie



5. CARACTERISTICA GENERALES DE CONSTRUCCION E INSTALACION

5.1 Terreno para instalación de planta

Corresponde a un bien raíz de 8 hectáreas ([se calcula en Anexo C, punto 3](#)) y se contemplan las siguientes actividades:

Preparación del terreno:

Movimiento de tierra

Preparar, compactar 80.000 m²

Para reactores, taludes, áreas de circulación y servicios

Para zona de construcciones y procesos.

[Construcción pozo y tranque de agua](#)

Construcciones en general

Son en total [543](#) m² de construcción

Caseta de vigilancia 3 m² (1,5 x 2) .

Laboratorio (3x5) 15 m².

Galpón de proceso (10 x 30) m².

Incluye etapas de tamizado, Centrifugado, Sistema de secado, Encapsulado, Envasado,

Bodega de productos finales.

Pañol de herramientas (3x6) 18 m².

Bodega de nutrientes e insumos varios (7x3) 21 m².

Sala de fuerza y control automático (3x6) 18 m²

Camarines para el personal de operaciones

Varones (3x7) 21 m²

Damas (3x7) 21 m²

Habitación personal de turno.

Supervisor: (4x4) 16 m²

Operarios: (4x8) 32 m²

Instalación y distribución de energía eléctrica

2 Grupo electrógeno de 80 KVA

Conexión al sistema Eléctrico de la zona

Eliminado: 429

Distribución de energía a reactores, sala de proceso y otras dependencias.

Iluminación externa de planta.

Equipos para casa de fuerza y control automático.

Red de distribución de líquidos y gases a reactores

Estanque de acumulación de agua, bombas de agua, "fitting", cañerías de metal y PVC.

Instalación de compresor y red de distribución de aire.

Red de líquidos de cosecha

Cañerías metálicas y de PVC.

Red de líquidos de cosecha: 750 m de cañería de 3 pulgadas para 7 ha.

Comentario: NO SERÁ COSECHA?...

Válvulas en reactores y accesorios

Bombas

Instalación sistema

Cerco perimetral

Pastelón, vigas e instalación.

Seguridad

Se requerirá al siguiente personal de seguridad:

- 1 guardia control acceso,
- 1 guardia control perímetro (principalmente de noche).

5.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS Y MÁQUINAS A UTILIZAR

Tamiz vibratorio

Cantidad de equipos : 02

Capacidad de trabajo : 150 m³/h

Tipo de energía : Trifásica

Centrifuga para proceso de alimentos

N° de centrifugas	:	01
RPM	:	1200
Capacidad de drenado	:	130 lb
Porcentaje sólidos totales:	:	20 a 24%
Malla	:	30 micra
Tipo de energía	:	Trifásica

Secador “spray”

Modelo	:	Galaxie modelo 4440
Secado por	:	Atomización
Temperatura Secado	:	60 °C
Intensidad Evaporación de agua:	:	380 Kg/h
Espacio requerido	:	6 x 6 m y altura 11 metros
Potencia	:	40 kW/h
Tipo de Energía	:	trifásicos

Planta de filtro para agua

Equipamiento 1	:	1 filtro de profundidad Mod. Q-95-F
Equipamiento 2	:	1 filtro de carbón activado Mod. C-105
Equipamiento 3	:	1 bomba dosificadora Mod. LD-54-SB

Motobombas

1 Motobomba 5 hp

Caudal	:	1000 lt/min
Consumo	:	3,73 kW
Descarga succiona	:	3”
Altura	:	sobre 1 m
Tipo de energía	:	trifásica

2 Motobombas 10 hp

Caudal	:	3000 L/m
Consumo	:	7,46 kW

Descarga succiona : 3"
Altura : sobre 1m
Tipo de energía : trifásica

Generador

2 Generadores de 80 KVA

Compresor

1 Compresor de 1000 cfm

Con formato: Numeración y viñetas

Vehículos

Camioneta doble cabina : 02
Furgón : 02

5.3 IMPLEMENTACIONES VARIAS, HERRAMIENTAS Y MUEBLES

5.3.1 Instrumentos y materiales de laboratorio

Equipo analítico

- Cámara de inoculación y transferencia (con 1 lámpara ultravioleta y mechero Bunsen)
- Microscopio: 400 x de aumento.
 - Termómetro: 0,5 grados de precisión. Con rango entre 10 y 50 °C.
 - Balanza: capacidad máxima 1000 g, sensibilidad 0,1 g. precisión 0,1 g.
 - Medidor digital de ph.
 - Medidor de intensidad de luz (Luxómetro)
 - Espectrofotómetro de luz
 - Kit de medición de nitrógeno y fósforo.

Equipo de laboratorio

Para la implementación de laboratorio se requieren mecheros tipo Bunsen, pinzas, tijeras, guantes y rejillas de asbesto, material de vidrio tales como; tubos de ensayos,

gradillas, matraces de tamaños entre 250 y 1000 cc vasos precipitados, pipetas, probetas, pisetas, buretas, materiales varios.

Pañol de herramientas

Se necesitarán elementos como alicates, destornilladores, sierra, serrucho, palas, llaves de boca y corona, martillo, compresor, torno, taladro y herramientas especiales para equipos.

Carretilla de mano, bandejas plásticas, baldes, paletas pequeñas, elementos de aseo.

Equipos y sistemas de comunicación

Equipo de oficina, teléfonos, fax, computador, impresora.

Equipos de Producción: radio de comunicación base, radios personales.

Implementos varios

Eliminado: ¶

Muebles: Para la implementación de galpón de procesos se requieren mesones de acero inoxidable, sillas. En las oficinas administrativas se requieren sillas, escritorios, estantes, archivadores. En laboratorio se requerirá 1 mesón lavable, 3 sillas, 1 mesa, estanterías de cepas. Para portería se requerirá 1 silla y 1 mesa.

Equipo de oficina: 1 computador de última generación, útiles menores de oficina.

5.4 ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

Galpón

Este edificio tendrá las siguientes dimensiones

Ancho : 10 m

Largo : 30 m

A. Pilar : 03 m

Superficie : 300 m²

Este galpón será de estructura metálica; construido sobre una base de losa afinada. Tendrá además divisiones interiores de plancha de "Durolac", montadas sobre perfiles de aluminio. El acceso a éste será por un portón manuable metálico.

Laboratorio

Esta construcción tendrá dimensiones de 3 x 5 m (superficie total 15 m²). Será una edificación de tipo prefabricada montada sobre una base de losa afinada cubierto con baldosas. Contará con un extractor de aire. Su cubierta interior será de terciado y una cubierta exterior de tinglado, cielo de maciza de 6 mm.

Bodega y Pañol

Tendrá dimensiones de 3 x 7 m (superficie total 21 m²) y el pañol de herramientas (3x6) 18 m². Construcción prefabricada con madera de cajón reutilizado, montado sobre base de losa afinada.

Sala de fuerza

Sus dimensiones de 3 x 6 m (superficie total 18 m²). Construcción prefabricada con madera de cajón reutilizado, montado sobre base de losa afinada.

Oficinas

Se proyecta una construcción de 6 x 6 m (superficie total 36 m²), que consistirá en una sala de recepción, oficina de administrativo, oficina de administrador, (área administración), oficina de operaciones (área de ingeniería), baños. Este edificio también es prefabricado en madera; con su interior terciado y exterior tinglado, posee cielo de maciza de 6 mm y el piso es de terciado. Todo montado sobre base de losa afinada cubierto con cerámica.

Baños Camarines

Será una edificación de dimensiones 6 x 3 m (superficie total 18 m²). Se distribuirá interiormente con 2 baños completos más vestidores. Este edificio también es prefabricado en madera; con su interior terciado y exterior tinglado, toda esta estructura montada sobre una base de losa afinada.

Caseta de vigilancia

Consistirá en un habitáculo de 2 x 1,5 m (superficie total 3 m²).

Vivienda

Consistirá en una prefabricada de madera de dimensiones 4 x 5 (total 20 m²), será montada sobre una loza de cemento afinada.

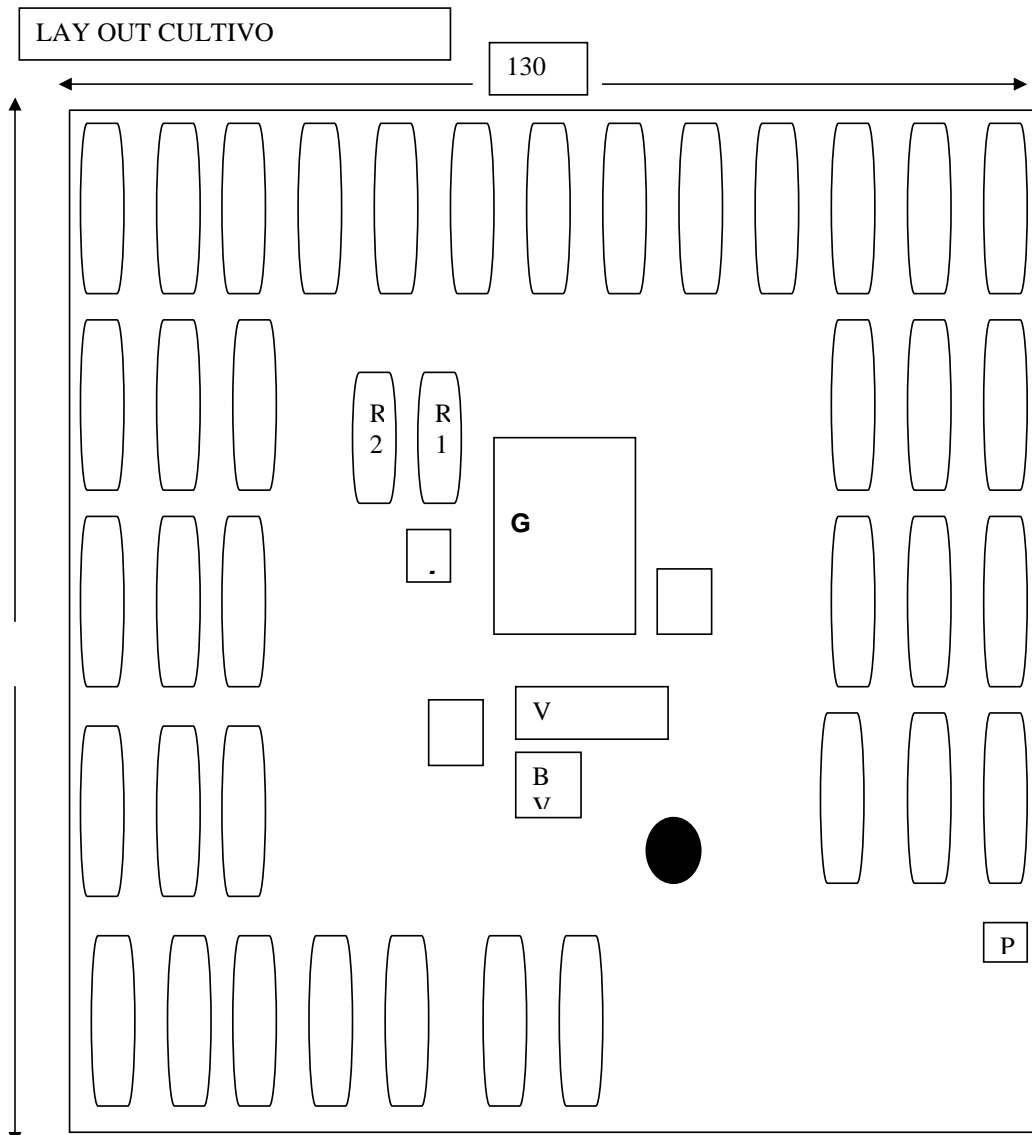
Cierre perimetral

Este tiene como objetivo 3 funciones básicas; delimitación del centro de cultivo, salvaguardar los bienes y tecnología de la empresa. Este cierre consistirá en una estructura formada por postes de cemento, pastelones y de una altura de 2,5 metros.

Terreno

La cantidad de terreno a utilizar se detalla de la siguiente manera:

Área de reactores	: 71.000 m ²	Eliminado: .
Área de edificaciones		Eliminado: Area
Galpón	: 300 m ²	Eliminado: :
Viviendas	: 90 m ²	
Portería	: 3 m ²	
Oficina	: 36 m ²	
Sala de fuerza	: 18 m ²	Eliminado: 6
Baños	: 42 m ²	Eliminado: 18
Pañol	: 18 m ²	
Bodega	: 21 m ²	Eliminado:
Laboratorio	: 15 m ²	
Subtotal	: 543 m ²	Eliminado: 499
Total superficie ocupada	: 71.543 m ²	Eliminado: 0
		Eliminado: 0



“layout” centro de cultivo de Spirulina (vista de planta)

- | | |
|------------------------------------|----------------------|
| O: oficinas | A: agua |
| S: Área de secado | B: bodega |
| P: portería | BV: baños-vestidores |
| G: galpón | V: Viviendas |
| R1 v R2 : reactores de inoculación | L: laboratorio |

6 ESTUDIO ORGANIZACIONAL

6.1 Personal Operación Centro Cultivo

Para el proyecto se considerarán los siguientes cargos ejecutivos y operativos necesarios para permitir el funcionamiento del centro de cultivo. La cantidad y especialización del personal es similar a la existente actualmente en centros de cultivos de la zona. Para conocer esto se entrevistó a un funcionario de una de estas empresas y profesionales que prestan servicios a estos centros. Dichos cargos se muestran a continuación en la siguiente tabla:

Tabla N° 7: Requerimientos de personal de Operaciones

CARGO O FUNCION	CANTIDAD DE PERSONAL x AÑO		
	1	2	3
Profesionales			
Jefe de Operaciones (Ing. Civil Industrial)	1	1	1
Jefe Centro (Ingeniero Acuicultor)	1	1	1
Microbiólogo	1	1	1
Sub Total Profesionales	3	3	3
Operarios			
Personal de mantención	1	1	2
Operadores de tamices y centrífuga	1	1	1
Operadores de secado	0	0	1
Operadores de envasado	1	1	1
Operadores envases y etiquetas	0	0	1
Operadores Reactores, Agua y Nutrientes	1	1	3
Sub Total Operarios	4	4	9
Total Personas	10	10	15

Eliminado: 11

Profesionales
Ingeniero Civi
Ingeniero Acu
Microbiólogo
Sub Total Prof
Operarios
Personal de m
Operadores d
Operadores d
Operadores d
Operadores e
Operadores R
Sub Total Ope
Total US\$

6.2 Personal Administrativo y de Ventas

Para ver los temas administrativos y de ventas se ha considerado la siguiente estructura organizativa:

Tabla N° 8: Requerimientos de personal Administrativo y de Ventas

CARGO O FUNCION	CANTIDAD DE PERSONAL x AÑO		
	1	2	3
Profesionales			
Gerente (Ing. Civil Industrial)	1	1	1
Vendedor Concepción (Ing. Acuicultor, biólogo)	1	1	1
Vendedor Puerto Montt (Ing. Acuicultor, biólogo)	0	0	1
Sub Total Profesionales	2	2	3
Técnicos Administrativos			
Secretaria	1	1	1
Chofer - Junior	1	1	1
Administrativo Logística	0	0	1
Administrativo Contable	0	0	1
Sub Total Operarios	2	2	4
Total Personas	4	4	7

Eliminado:

CARGO O FUNCION
Profesionales
Ingeniero Civil Industrial
Ingeniero Acuicultor
Microbiólogo
Total
Propietario*
Operarios
Personal de mantención
Operadores de tamices y
Operadores de secado
Operadores de encapsula
Operadores frascos y etic
Operadores Reacts. Agfua
Total

Eliminado: ¶

Con formato: Numeración y viñetas

Eliminado: ¶

Eliminado: ¶

ANEXO C: ASPECTOS FINANCIEROS

1. INTRODUCCION

A continuación abordaremos los aspectos financieros de este proyecto, donde veremos la estructura de costos, ingresos y los cálculos del tamaño de planta óptimo.

Para el proceso de inversión se ha considerado desarrollar el proyecto en 2 etapas, partiendo con un tamaño de planta pequeño durante 2 años, en el cual consideramos un período de puesta en marcha, pruebas y certificaciones de nuestros productos, por parte de nuestros clientes. Para luego aumentar la capacidad de producción a un nivel rentable.

En una primera etapa (2 años) se considera instalar sólo 8 reactores de inducción (etapa final del proceso) para lograr una producción de 958 Kg mensuales de polvo de microalga con un contenido de 3% de Astaxantina. Esta cantidad es suficiente para realizar pruebas de campo. Durante el primer año no se realizarán ventas, se considera producir y entregar muestras sin costo. Del segundo año en adelante se considera concretar ventas. En esta etapa se realizarán actividades de Marketing y de ventas por

Para decidir cual será el tamaño de planta óptimo que se considerará a partir del 3 año, una vez que se consigan las certificaciones de los clientes, se realizó una sensibilización de 2 parámetros: Precio del Kg. de producto y tamaño de planta, esta se encuentra en el punto 2.

De acuerdo a la sensibilización realizada en el punto 2, se encontró, que para un precio de venta del producto de 1.440 US\$/Kg de microalga al 3% el tamaño mínimo de planta con el cual se obtiene un VAN positivo (US\$ 527.957) es de 2.758 kg. anuales (Astaxantina pura), esto equivale a la construcción de 64 reactores de inducción, recuperado la inversión en 8 años y con una TIR de 19,4%. Esta posición es la más desfavorable desde el punto de vista del precio.

Este proyecto se evaluará suponiendo que todo el financiamiento requerido para llevar al estudio a la práctica, será aportado por un inversionista. |

Comentario: LA REDACCIÓN DE ESTE PUNTO ES MUY SIMILAR A LA DEL DOCUMENTO PRINCIPAL...SUGIERO CAMBIARLA UN POQUITO..Se modifíco

Esto se consideró así para simplificar el estudio de caso, además no sabemos si este proyecto pueda ser financiado a través de CORFO u otra entidad ni en que porcentaje. Una evaluación considerando financiamiento externo se realizará después en forma privada.

2. INVERSIONES DEL PROYECTO

La inversión total del proyecto comprende la inversión fija más el capital de trabajo. Consideraremos un tamaño de planta de 64 reactores de inducción par detallar las inversiones.

2.1 Inversión fija

Corresponde a la infraestructura necesaria para el desarrollo del proyecto, lo cual involucra el valor de las máquinas, equipos, obras físicas, instalaciones, terminaciones necesarias y un 5% de imprevistos. El valor total de la inversión fija en este proyecto en el primer año es de US\$ 1.191.810 y de US\$ 1.633.807 en el tercer año, la cual se paga con los ingresos del 2 y 3 año. El resumen lo podemos ver la tabla N° 9 que se muestra más abajo.

2.2 Capital de trabajo

El Capital de Trabajo se determinó considerando los sueldos y los costos variables de tres meses de operación. Se hizo un balance de IVA, considerando el IVA de las inversiones fijas como una manera de castigar el proyecto.

Se utilizo el método de déficit máximo acumulado en el presupuesto de caja tomando las consideraciones antes mencionadas.

Capital de trabajo a recuperar al final del proyecto asciende a US\$ 291.222

2.3 Inversión total del proyecto

La inversión total del proyecto se calculó en base a la sumatoria de la inversión más el capital de trabajo. El total se muestra en la Tabla N° 9 siguiente.

Tabla Nº 9: Resumen de Inversión

INVERSION	Año 0	3 ^{er} Año
Ítems	Total US\$	Total US\$
Construcción e instalaciones	358.620	959.607
Máquinas y equipos	312.092	596.400
Herramientas e implementos varios	39.000	
Otras inversiones	14.194	
Gastos de Organización y puesta en marcha	128.477	
SUBTOTAL	852.383	1.556.007
IMPREVISTO (5 %)	42.619	77.800
Capital de Trabajo	296.807	
Total US\$	1.191.810	1.633.808

Además de lo detallado en el Anexo B, la inversión considera dentro los puntos Otras inversiones y Gastos de Organización y puesta en marcha lo siguiente:

- Estudios básicos e ingeniería de detalle (aprox. 2% de la inversión fija).
- Compra materia prima (cepa haematococcus).
- Insumos iniciales (nutrientes, CO2) (2 meses).
- Autorización legales (municipales, derechos de agua, certificaciones, impuestos, etc.).
- Pruebas y ensayos previos a la producción.
- Servicios iniciales promoción y publicidad.
- Capacitación de personal.
- Sueldos durante construcción y puesta en marcha.
- Organización empresa, gestión bancaria e incentivos.

2.4 Flujo de caja del proyecto

2.4.1 Costos de Producción

Están conformados por los costos fijos y los costos variables. Los costos que se muestran a continuación fueron calculados considerando una producción con 64 raceway (2.758 Kg. de Astaxantina pura). A continuación se muestran los costos asociados a la producción de Astaxantina:

Costos fijos

Los costos fijos se subdividen en costos fijos directos y costos fijos indirectos

Comentario: CUAL ES LA MEDIDA DE LOS SUELDOS..?, EL ING. INDUSTRIAL GANARÁ \$ 4.310.000 MENSUALES? Los sueldos estan en dolares se arreglo la tabla y corresponden

Comentario: PORQUE EL PROPIETARIO TIENE UN SUELDO?. QUE ROL CUMPLE EN LA ORGANIZACIÓN... CONTABLEMENTE ESO ES UN RETIRO DE UTILIDADES...Error se sacó no estaba sumado

Costos fijos directos

Los C.F.D. son aquellos costos que son independientes del nivel de producción, pero si están relacionados directamente con la materia prima. Estos son: mano de obra directa (Jefe de Turno, operarios y mecánicos)

Costos fijos indirectos

Los C.F.I. son aquellos costos independientes del nivel de producción y no se encuentran relacionados directamente con la materia prima, estos son: materiales indirectos, mano de obra ajena a la producción y gastos de administración.

A continuación se presentan el detalle de los costos involucrados en la producción.

Tabla Nº 10: Resumen de Costos de Producción

COSTO CONSUMO DE NUTRIENTES Y MICRONUTRIENTES (US\$)

COSTOS POR AÑO	1	2	3
COSTO MENSUAL	475	475	3.592
COSTO ANUAL US\$	5.697	5.697	43.106

COSTO CONSUMO DE CO2 (US\$)

COSTOS POR AÑO	1	2	3
COSTO MENSUAL	3.421	3.421	27.366
COSTO ANUAL US\$	41.049	41.049	328.392

COSTO MENSUALES COMBUSTIBLES, INSUMOS SECUNDARIOS Y OTROS (US\$)

ITEMS	1	2	3
TRATAMIENTO DE AGUA	3.612	3.612	28.892
CONSUMO DE PETROLEO Y GAS, ARRIENDO SPRAY DRYING	12.887	12.887	36.429
PRODUCTOS QUIMICOS	500	500	2.500
CONSUMO DE LABORATORIO			
CONSUMO DE TRATAMIENTO DE AGUA			
REPARACIÓN Y MANTENCIÓN DE EQUIPOS	3.500	3.500	17.500
EQUIPOS DE PLANTA			
VEHICULOS			
LUBRICANTES Y ACCESORIOS			
ASESOR PREVISION, TRANSPORTE Y COLACIONES DE PERSONAL	5.507	5.507	17.507
TOTAL MENSUAL US\$	26.006	26.006	102.829
COSTO ANUAL US\$	312.068	312.068	1.233.943

REMUNERACIONES PRODUCCION (US\$)

CARGO O FUNCION	CANTIDAD DE PERSONAL x AÑO			SUELDO MENSUAL US\$
	1	2	3	
Profesionales				
Jefe de Operaciones (Ing. Civil Industrial)	1	1	1	4.310
Jefe Centro (Ingeniero Acuicultor)	1	1	1	2.845
Microbiólogo	1	1	1	2.558
Sub Total Profesionales	3	3	3	
Operarios				
Personal de mantención	1	1	2	1.910
Operadores de tamices y centrifuga	1	1	1	1.337
Operadores de secado	0	0	1	1.337
Operadores de envasado	1	1	1	1.337
Operadores envases y etiquetas	0	0	1	1.337
Operadores Reactores, Agua y Nutrientes	1	1	3	1.337
Sub Total Operarios	4	4	9	
Total Personas	10	10	15	

CARGO O FUNCION	CANTIDAD DE PERSONAL x AÑO		
	1	2	3
Profesionales			
Ingeniero Civil Industrial (Gerente)	4.310	4.310	4.310
Ingeniero Acuicultor (Jefe Centro)	2.845	2.845	2.845
Microbiólogo	2.558	2.558	2.558
Sub Total Profesionales	9.714	9.714	9.714
Operarios			
Personal de mantención	1.910	1.910	1.910
Operadores de tamices y centrifuga	1.337	1.337	1.337
Operadores de secado	-	-	1.337
Operadores de envasado	1.337	1.337	1.337
Operadores envases y etiquetas	-	-	1.337
Operadores Reactores, Agua y Nutrientes	1.337	1.337	4.010
Sub Total Operarios	5.920	5.920	11.267
TOTAL MENSUAL US\$	15.633	15.633	20.980
TOTAL ANUAL US\$	187.601	187.601	251.765

REMUNERACIONES PERSONAL ADMINISTRATIVO Y DE VENTAS (US\$)

CARGO O FUNCION	CANTIDAD DE PERSONAL x AÑO			SUELDO MENSUAL US\$
	1	2	3	
Profesionales				
Gerente (Ing. Civil Industrial)	1	1	1	5.172
Vendedor Concepción (Ing. Acuicultor, biologo)	1	1	1	2.845
Vendedor Puerto Montt (Ing. Acuicultor, biologo)	0	0	1	2.845
Sub Total Profesionales	2	2	3	
Técnicos Administrativos				
Secretaria	1	1	1	1.375
Chofer - Junior	1	1	1	1.375
Administrativo Logística	0	0	1	1.375
Administrativo Contable	0	0	1	1.375
Sub Total Operarios	2	2	4	
Total Personas	4	4	7	

CARGO O FUNCION	CANTIDAD DE PERSONAL x AÑO		
	1	2	3
Profesionales			
Gerente (Ing. Civil Industrial)	5.172	5.172	5.172
Vendedor Concepción (Ing. Acuicultor, biologo)	2.845	2.845	2.845
Vendedor Puerto Montt (Ing. Acuicultor, biologo)	-	-	2.845
Sub Total Profesionales	8.017	8.017	10.862
Técnicos Administrativos			
Secretaria	1.375	1.375	1.375
Chofer - Junior	1.375	1.375	1.375
Administrativo Logística	-	-	1.375
Administrativo Contable	-	-	1.375
Sub Total Operarios	2.750	2.750	5.500
TOTAL MENSUAL US\$	10.767	10.767	16.362
TOTAL ANUAL US\$	129.206	129.206	196.344

COSTO DE ENVASADO (US\$)

COSTOS POR AÑO	1	2	3
COSTO MENSUAL US\$	95	95	759
TOTAL ANUAL US\$	1.138	1.138	9.102

GASTOS DE ADMINISTRACION Y VENTAS (US\$)

COSTOS POR AÑO	1	2	3
REMUNERACIONES ADM. Y VENTAS	10.767	10.767	16.362
SERVICIOS ASEO, SEGURIDAD, BASICOS	1.900	1.900	15.203
GASTOS DE VENTAS, COMISIONES, REPRESENTACION	3.528	3.528	28.222
SERVICIOS CONTABLE, REMUNERACIONES, GESTION	3.801	3.801	11.403
COSTO MENSUAL US\$	19.996	19.996	71.190
TOTAL ANUAL US\$	239.955	239.955	854.280

RESUMEN DE COSTOS TOTALES DE PRODUCCIÓN (US\$)

COSTOS POR AÑO	1	2	3
NUTRIENTES Y CO2	46.746	46.746	371.498
COSTOS INSUMOS SECUNDARIOS Y OTROS	312.068	312.068	1.233.943
REMUNERACIONES PRODUCCION	187.601	187.601	251.765
COSTO ENVASADO	1.138	1.138	9.102
TOTAL ANUAL US\$	547.552	547.552	1.866.309

A continuación se presentan los costos separados por directos e indirectos.

Tabla Nº 11: Total de los Costos Fijos y variables en US\$**RESUMEN COSTOS FIJOS US\$**

	Año 1	Año 2	Año 3 en Adelante
Costos Fijos Directos	499.669	499.669	1.485.708
Costos Fijos Indirectos	197.621	197.621	515.614
TOTAL	697.290	697.290	2.001.322

RESUMEN COSTOS VARIABLES US\$

	Año 1	Año 2	Año 3 en Adelante
Costos Variables Directos	47.884	47.884	380.601
Costos Variables Indirectos	42.333	42.333	338.666
TOTAL	90.217	90.217	719.267

RESUMEN COSTOS TOTALES US\$

	Año 1	Año 2	Año 3 en Adelante
TOTAL	787.507	787.507	2.720.589

Costos variables

Los costos variables reciben la misma clasificación anterior.

Costos variables directos

Entre estos se encuentran todos los que son gastos en materiales directos, los que van incluidos dentro del producto final, también lo que corresponde a compra de materia prima.

Costos variables indirectos

Entre estos costos se ubican los gastos de energía, agua potable, combustible, fletes de desechos.

2.5 Depreciaciones

Para calcular la Depreciación de los activos renovables de la empresa se usó el método de depreciación lineal donde:

$$D = (Vd - Vr) / N, \text{ Donde:}$$

Vd = valor a Depreciar

Vr = valor residual

N = Vida útil

D = Depreciación

Comentario: COMO SE RELACIONA ESTA FORMA DE DEPRECIACIÓN CON LO EXIGIDO POR EL SII? Es la misma, pero se cambiaron los plazos de vida útil, cambiaron el 2003

Los valores para la vida útil de los activos fijos de este proyecto se obtuvo de la resolución exenta N° 43 del 26 de diciembre del 2002 que fija vida la útil normal a los bienes físicos del activo inmovilizado para los efectos de su depreciación, conforme a las normas del N° 5 del artículo 31 de la ley de la renta, contenida en el artículo 1° del d.l. N° 824, de 1974.

De tal forma se estableció que la Depreciación anual es de US\$ 48.050 para los 2 primeros años y de US\$ 131.334 para los años siguientes.

2.6 Ingresos del proyecto

De la sensibilización determinamos que el volumen de producción, para el primer y segundo año, es de 344,79 Kg. anuales de Astaxantina pura (con 8 reactores de inducción), luego para el tercer año en adelante se mantiene constante en 2.758,3 Kg. anuales de Astaxantina pura (con 64 reactores de inducción). El precio de venta usado es el más pesimista, para el producto en polvo, y es de 1.440 US\$/kg. Entonces el ingreso anual que se espera captar en este proyecto es de US\$ 0 para el primer año, ya que nos se venderá en este período, dado que se estarán realizando pruebas y certificaciones, US\$ 496.497 para el 2 año y para el tercer año en adelante US\$ 3.971.954.

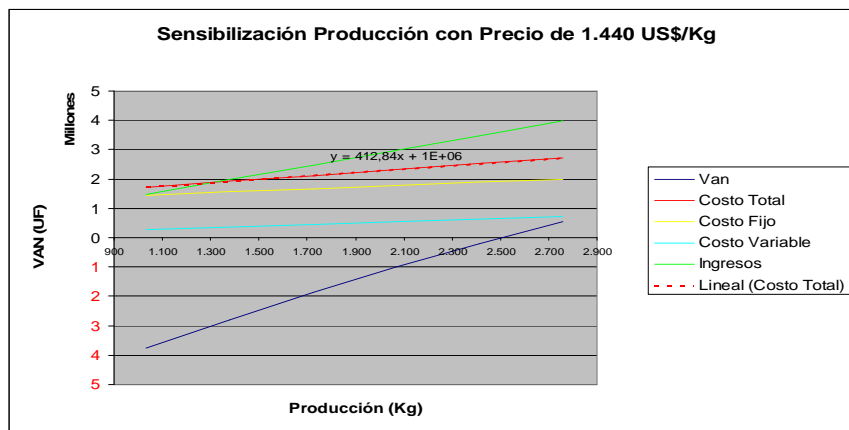
3 SENSIBILIZACION DEL PROYECTO

Los resultados obtenidos son válidos para las condiciones de costos, precios y volúmenes de operación especificados, esto significa que la rentabilidad antes mencionada es la de uno de los tantos escenarios futuros posibles. Los cambios que casi con certeza se producirán en el comportamiento de las variables del entorno, harán que sea prácticamente imposible esperar que la rentabilidad calculada anteriormente sea la que efectivamente tenga el proyecto implementado.

Con la finalidad de entregar mayor cantidad de información se realizó un análisis de sensibilidad, en donde las variables críticas son el precio de venta y la cantidad producida. El análisis se efectuó sobre el flujo de caja con la metodología unidimensional por que sensibiliza una variable a la vez manteniendo lo demás constante. Se considera un costo de capital de 15% y un horizonte de 10 años.

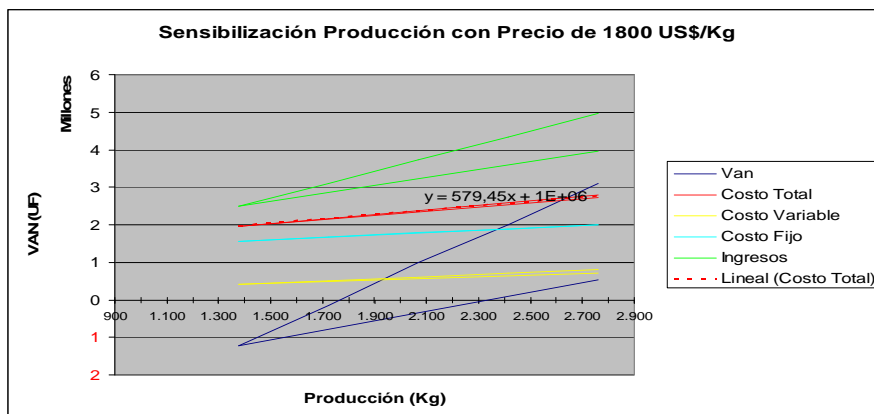
La sensibilización considera 3 escenarios de precio, un precio esperado de 1.800 US\$/kg con una variación de aumento y disminución de un 20%, es decir un precio menor de 1.440 US\$/kg o uno mayor de 2.160 US\$/kg, para la Astaxantina pura.

3.1 Precio de venta de 1.440 US\$/Kg., opción pesimista:



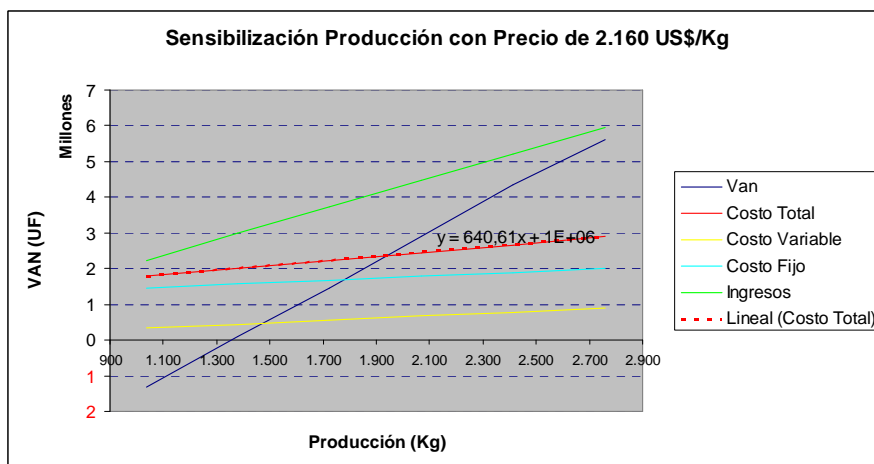
Nº de Raceway	Produccion	Costo Fijo	Costo Variable	Costo med. Var.	Costo Total	Costos Medios	Costo Marg	Ingreso Marginal	Ingresos	Van	TIR	Ano recup. Inv.
24	1.034	1.451.776	270.234	261	1.722.010	1.665	412,84	1.440	1.489.483	3.766.803	ND	ND
32	1.379	1.561.685	359.816	261	1.921.501	1.393	412,84	1.440	1.985.977	2.810.744	ND	ND
40	1.724	1.671.594	449.443	261	2.121.037	1.230	412,84	1.440	2.482.471	1.860.307	-6,4%	ND
48	2.069	1.781.503	539.295	261	2.320.798	1.122	412,84	1.440	2.978.965	981.334	5,35%	ND
56	2.414	1.891.413	629.146	261	2.520.559	1.044	412,84	1.440	3.475.460	207.380	13,1%	ND
64	2.758	2.001.322	719.267	261	2.720.589	986	412,84	1.440	3.971.954	527.957	19,4%	8

3.2 Precio de venta de 1.800 US\$/kg, opción pesimista:



Nº de Raceway	Produccion	Costo Fijo	Costo Variable	Costo med. Var.	Costo Total	Costos Medios	Costo Marg	Ingreso Marginal	Ingresos	Van	TIR	Año recup. Inv.
24	2.758	2.001.322	719.267	261	2.720.589	986	609,92	1.440	3.971.954	527.957	19,38%	ND
32	1.379	1.561.685	402.150	292	1.963.835	1.424	609,92	1.800	2.482.471	1.235.794	1,98%	ND
40	1.724	1.671.594	502.360	291	2.173.954	1.261	609,92	1.800	3.103.089	158.636	13,55%	ND
48	2.069	1.781.503	602.794	291	2.384.298	1.153	609,92	1.800	3.723.707	1.003.868	23,25%	7
56	2.414	1.891.413	703.229	291	2.594.642	1.075	609,92	1.800	4.344.325	1.988.931	29,97%	6
64	2.758	2.001.322	803.934	291	2.805.256	1.017	609,92	1.800	4.964.942	3.097.027	36,71%	5

3.3 Precio de venta de 2.169 US\$/kg, opción optimista:



Nº de Raceway	Produccion	Costo Fijo	Costo Variable	Costo med. Var.	Costo Total	Costos Medios	Costo Marg	Ingreso Marginal	Ingresos	Van	TIR	Año recup. Inv.
24	1.034	1.451.776	333.734	323	1.785.510	1.726	640,61	2.160	2.234.224	1.318.040	0,78%	ND
32	1.379	1.561.685	444.483	322	2.006.168	1.455	640,61	2.160	2.978.965	99.259	15,90%	10
40	1.724	1.671.594	555.276	322	2.226.871	1.292	640,61	2.160	3.723.707	1.459.676	26,63%	7
48	2.069	1.781.503	666.294	322	2.447.798	1.183	640,61	2.160	4.468.448	2.904.292	35,99%	5
56	2.414	1.891.413	777.313	322	2.668.725	1.106	640,61	2.160	5.213.190	4.347.771	44,03%	5
64	2.758	2.001.322	888.600	322	2.889.922	1.048	640,61	2.160	5.957.931	5.620.213	49,75%	4

En la siguiente tabla resumimos lo mostrado en los gráficos y tablas anteriores:

PRODUCCION (Kg)	PRECIO US\$/KG									INVERSION US\$	
	1440 (-20%)			1800			2160 (+20%)			Año 0	Año 3
	VAN	TIR	RECUP	VAN	TIR	RECUP	VAN	TIR	RECUP		
1.034 (24 reactores)	3.766.803	ND	ND	2.530.202	ND	ND	1.318.040	0,8%	ND	1.295.198	1.125.229
1.380 (32 reactores)	2.810.744	ND	ND	1.235.794	2,0%	ND	99.259	15,9%	10	1.253.374	1.235.647
1.724 (40 reactores)	1.860.307	-6,4%	ND	158.636	13,5%	ND	1.459.676	26,6%	7	1.226.785	1.336.533
2.069 (48 reactores)	981.334	5,4%	ND	1.003.868	23,2%	7	2.904.292	36,0%	5	1.211.022	1.435.638
2.413 (56 reactores)	207.380	13,1%	ND	1.988.931	30,0%	6	4.347.771	44,0%	5	1.199.804	1.531.013
2.758 (64 reactores)	527.957	19,4%	8	3.097.027	36,7%	5	5.620.213	49,8%	4	1.191.810	1.633.808

Aquí podemos ver que ante un precio pesimista (1.440 US\$/Kg) la producción que deberíamos tener es de 2.758 Kg. anuales de Astaxantina pura, para obtener una rentabilidad del 19,4% y un VAN de US\$ 527.957, una producción menor nos daría un VAN negativo.

4. CONCLUSIONES DE LA SENSIBILIZACION

Es importante destacar que si se ha subestimado o sobrestimado algún ítem más allá de lo que sucediera en la práctica, los flujos netos anuales resultarían ser sobredimensionados o subdimensionados, y por lo tanto, los indicadores de evaluación serían erróneos. Por esta razón se pone énfasis en el análisis de sensibilidad, con el fin de minimizar estos posibles errores proporcionando a los interesados un cuadro de lo que sucedería ante posibles variaciones en los datos más relevantes sobre los cuales se funda el estudio.

El resultado de la sensibilización nos da la seguridad que para un precio esperado de 1.800 US\$/Kg. de Astaxantina pura, podríamos tener un centro con una capacidad de 2.758 Kg. anuales, es decir instalar 64 reactores de inducción, lo cual nos daría un VAN de 3.097.027, una TIR de 36,7% y recuperando la inversión en 5 años.

Es importante señalar que los valores de los precios de mercado que se han obtenido representan un precio de importación FOB, donde el precio más bajo presentado es de

1.390 US\$/Kg. A este precio se le debe agregar los gastos de internación y principalmente los márgenes de comercialización.

Por lo anterior podemos asegurar que este proyecto es financieramente rentable.

En la página siguiente se presenta el flujo de caja del proyecto, considerando 64 reactores y un precio de 1.440 US\$/Kg.

Flujo de caja del Proyecto	0	1	2	3	4	5	6	7
INGRESOS DE EXPLOTACION	0	0	496.494	3.971.954	3.971.954	3.971.954	3.971.954	3.971.954
(-) Costos de Explotación		547.552	547.552	1.866.309	1.866.309	1.866.309	1.866.309	1.866.309
(-) Compra Activo Fijo				1.643.808			10.000	109.000
MARGEN DE CONTRIBUCION	0	547.552	547.552	461.838	2.105.645	2.105.645	2.095.645	1.996.645
(-) Gastos de Administración y Ventas	0	239.955	239.955	854.280	854.280	854.280	854.280	854.280
(-) Depreciación del Ejercicio	0	48.050	48.050	131.334	131.334	131.334	131.334	131.334
RESULTADO OPERACIONAL (BAIT)	0	859.597	859.597	923.777	1.120.031	1.120.031	1.110.031	1.011.031
(+) Ingresos Financieros	0	0	0	0	0	0	0	0
(+) Gastos Financieros	0	0	0	0	0	0	0	0
(+) Ingresos fuera de explotación	0	0	0	3.000	0	0	3.000	36.500
(-) Egresos fuera de explotación	0	0	0	0	0	0	0	0
(-) Intereses y reajustes (leasing)	0	0	0	0	0	0	0	0
(+/-) Corrección Monetaria	0	0	0	0	0	0	0	0
(-) Diferencia valor Libros	0	0	0	0	0	0	0	0
RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS (BAT)	0	859.597	859.597	923.777	1.120.031	1.120.031	1.113.031	1.047.531
(-) Impuesto a la renta	0	0	0	0	0	212.806	211.476	199.031
(+) Depreciación	0	48.050	48.050	131.334	131.334	131.334	131.334	131.334
(-) Inversiones	895.003							
(-) Capital de Trabajo	296.807							
(+) Recuperación del cap W								
UTILIDAD (PERDIDA) DEL EJERCICIO (BPT)	1.191.810	197.597	291.813	359.493	1.251.365	1.038.559	1.032.889	979.834
	0	1	2	3	4	5	6	7

Valores en Dólares

TASA	15,00%	Precio US\$:	1.440
VAN	527.957	Nº Raceway:	64
TIR	19,38%	Producción Kg:	2.758 (Astaxantina pura)
IVAN	0,44		
PRC	0		
	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		33.524
	9		327.135
	10		527.963

Comentario: SI LA PLANTA SE INSTALA EN LA PRIMERA REGION, ESTAN CONSIDERADOS LOS BENEFICIOS DEL 889 Y/O DFL 15?. No se considero ya que se evaluo instalar en Iquique, se puede analizar en forma particular

Comentario: RECOMIENDO LLEVAR ALGUNOS CUADROS EN FORMATO HORIZONTAL... Se realizo