

**ESTUDIO FINANCIERO PRELIMINAR PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA  
PRODUCTORA DE PIGMENTO MICROALGAL CON UN 2,6% DE  
ASTAXANTINA A PARTIR DE UN CULTIVO DE LA MICRO ALGA  
*HAEMATOCOCCUS PLUVIALES***

**DIANA MARCELA MARIÑO ROJAS  
ANGELA MARIA OSORIO GIRALDO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
ESPECIALIZACION EVALUACION Y GERENCIA DE PROYECTOS  
BUCARAMANGA**

**2013**

**ESTUDIO FINANCIERO PRELIMINAR PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA  
PRODUCTORA DE PIGMENTO MICROALGAL CON UN 2,6% DE  
ASTAXANTINA A PARTIR DE UN CULTIVO DE LA MICRO ALGA  
*HAEMATOCOCCUS PLUVIALES***

**DIANA MARCELA MARIÑO ROJAS  
ANGELA MARIA OSORIO GIRALDO**

**Trabajo de Monografía para optar el Título de Especialistas en Evaluación y  
Gerencia de Proyectos**

**Director:  
CARLOS EDUARDO DIAZ BOHORQUEZ  
Ingeniero Industrial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
ESPECIALIZACION EVALUACION Y GERENCIA DE PROYECTOS  
BUCARAMANGA**

**2013**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Al Ingeniero Industrial CARLOS EDUARDO DIAZ BOHORQUEZ, director de la presente Monografía, por su gentiliza y asesoría en el direccionamiento del presente estudio, por su atención oportuna ante las inquietudes expuestas referentes al proyecto y por su profesionalismo y gran espíritu colaborador.

A la Ingeniera MARTHA TRINIDAD ARIAS, Doctorado en Biotecnología, asesora externa del presente Estudio preliminar, por su valiosa colaboración en la guía sobre aspectos técnicos.

A la Bióloga ARIADNA OSORIO GIRALDO, Especialista en Acuicultura, por destinar parte de su tiempo al acompañamiento de la elaboración del presente documento, y por sus aportes y experiencias en los aspectos técnicos.

A el Ingeniero GUILLERMO BUSTAMANTE ALZATE, docente del programa de Especialización en Evaluación y Gerencia de Proyectos de la Universidad Industrial de Santander, por la facilitación de la herramienta financiera utilizada en el presente estudio.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCION	19
1. OBJETIVOS	21
1.1. OBJETIVO GENERAL	21
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
2. ESTUDIO DE MERCADO	22
2.1 CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO.	22
2.2 METODOLOGÍA	27
2.3 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA Y COMPETENCIA.	27
2.3.1 Fuentes Secundarias.	27
2.3.2 Fuentes Primarias	28
2.3.2.1 Análisis de Entrevistas:	28
2.3.3 Cantidades demandas.	28
2.4 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO:	29
2.4.1 Proceso de Producción	29
2.5 ANÁLISIS DE PRODUCTOS SUSTITUTOS Y COMPETENCIA.	29
2.5.1 Productos sustitutos	30
2.5.2 Competencia.	31
2.6 PRECIO.	34
2.7 ANÁLISIS DE PRECIO DE MERCADO	34
2.8 ANÁLISIS DEL PRECIO DE COMPETENCIA.	34
2.9 ESTRATEGIA DE DISTRIBUCIÓN	35
2.10 ESTRATEGIAS DE PROMOCIÓN	35

3. ESTUDIO TÉCNICO.	37
3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE HEAMATOCOCCUS PLUVIALIS	37
3.1.1 Principales características	37
3.2 ASTAXANTINA	38
3.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO	40
4. ORGANIZACIÓN Y OPERACIÓN	56
4.1 ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y OPERATIVOS	56
4.2 ORGANIZACIÓN PARA LA EJECUCIÓN	58
4.3 CONTROLES INTERNOS	59
5. ESTUDIO LEGAL	60
5.1 Normatividad.	60
5.2 CONTRATOS	63
5.3 TIPO DE ORGANIZACIÓN	63
5.4 TRIBUTACIÓN	64
6. ESTUDIO FINANCIERO	65
6.1 PARAMETROS BASICOS.	65
6.2 inversiones.	66
6.2.1 Inversiones Fijas.	66
6.2.2 Inversión Diferida.	68
6.2.3 Inversión de Capital de Trabajo	69
6.2.4 Costos de mano de obra.	70
6.2.5 Inversión Total	71
6.2.6 Fuentes de Financiación.	72
6.2.7 Costos	73
6.2.8 Costos fijos	73
6.2.9 Costos variables	73
6.2.10 Costos Totales concepto	73

6.3 INGRESOS Y EGRESOS.	75
6.4 EVALUACIÓN FINANCIERA	90
6.4.1 Sensibilización Del Proyecto	90
7. CONCLUSIONES	100
8. RECOMENDACIONES	102
BIBLIOGRAFÍA	103
ANEXOS	105

## LISTA DE TABLA

	<b>Pág.</b>
Tabla 1: Producción de alimentos balanceados para animales (Toneladas).....	24
Tabla 2: Empresas productoras de Alimento Balanceado para Animales .....	25
Tabla 3: Empresas productoras de Alimento y productos Avícolas en Santander.	26
Tabla 4. Especificaciones Obras Civiles. ....	49
Tabla 5. Requerimientos de Maquinaria y Equipos. ....	50
Tabla 6. Requisitos de Herramientas. ....	53
Tabla 7. Requisitos Muebles y Enseres. ....	54
Tabla 8. Personal requerido.....	55
Tabla 9 Cargos Administrativo y Ventas. ....	57
Tabla 10. Normatividad.....	60
Tabla 11. INVERSION PARA CONSTRUCCION.....	67
Tabla 12. Resumen Maquinaria y Equipo .....	67
Tabla 13. Resumen Herramientas .....	68
Tabla 14. Resumen Muebles y Enseres. ....	68
Tabla 15: Cargos Preoperativos de Nomina. ....	69
Tabla 16. Resumen de Inversión Fija.....	69
Tabla 17. Nomina. ....	71
Tabla 18. Inversión Total. ....	72
Tabla 19. Costos de Producción Kg Astaxantina. ....	73
Tabla 20. Costos Directos e Indirectos de Producción. (Millones).....	74
Tabla 21. Indicadores Constantes. ....	76
Tabla 22. Análisis de Ingresos .....	76
Tabla 23. Análisis de Egresos .....	77
Tabla 24. Depreciación y Amortizaciones. (Millones de Pesos) .....	79
Tabla 25. Estructura Financiera (Millones de Pesos) .....	80

Tabla 26. Servicio de la Deuda. (Millones de Pesos) .....	81
Tabla 27. Análisis de Capital de Trabajo (Millones de Pesos).....	82
Tabla 28. Estados de Resultados (Millones de Pesos) .....	83
Tabla 29. Flujo de Caja- Estado de Liquidez (Millones de Pesos).....	84
Tabla 30. Balance General (Millones de Pesos) .....	86
Tabla 31. PARAMETROS.....	91
Tabla 32. Resumen de Escenarios (+10%).....	92
Tabla 33. Comportamiento TIR y VAN para el Proyecto .....	92
Tabla 34. Flujo de Caja Inversionista y Proyecto (Millones de Pesos) .....	94
Tabla 35. Flujo de Fondos. (Millones de Pesos) .....	97

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1 Diagrama de Flujo del Proceso Productivo .....	31
Figura 2. Cultivo de Microalgas.....	40
Figura 3. Localización de la Planta. ....	45
Figura 4. Plano de la Planta.....	47
Figura 5 Organigrama.....	59
Figura 6. VAN VS Tasa de Descuento.....	93
Figura 7. Flujo de caja del Inversionista. CON Financiación Terceros .....	96
Figura 8. Flujo de caja del Inversionista. SIN Financiación Terceros .....	96
Figura 9. Payback Estático SIN Financiación.....	99
Figura 10. Payback Estático CON Financiación.....	99

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO A. ANALISIS DE MERCADO	105
ANEXO B. ASPECTO TECNICO	114
ANEXO C. REPORTE FOTOGRAFICO DE LOS DIFERENTES ESTAPAS DEL CULTIVO DE LA MICROALGA HAEMATOCOCCUS PLUVIALIS.	128

## GLOSARIO

**ASTAXANTINA:** Es un carotenoide sintetizado de forma natural en algunas plantas, algas y bacterias, y se acumula en algunos peces, crustáceos y aves a través de la cadena alimenticia en la naturaleza.

**CEPA:** Es una variante fenotípica de una especie, propagada clonalmente, gracias a la conservación de sus cualidades.

**CULTIVO:** En microbiología, es el método utilizado para la multiplicación de microorganismos, como bacterias hongos y parásitos, en el que se prepara un medio óptimo para favorecer el proceso deseado.

**HAEMATOCOCCUS PLUVIALIS:** Es una microalga verde unicelular de agua dulce que pertenece al Phylum Chlorophyta, se caracteriza por presentar plastidios rodeados por dos membranas que presentan pigmentos fotosintéticos clorofila a y b y que presentan estados flagelados de esporas y gametos.

**FOTBIORREACTOR:** Recipiente o sistema que mantiene un ambiente biológicamente activo.

**INOCULO:** Suspensión de microorganismos que se transfieren a un ser vivo o un medio de cultivo por medio de la inoculación.

**OUTSORCING:** Es la acción de recurrir a una agencia exterior para operar una función dentro de una compañía. El objetivo principal de la empresa es reducir los gastos directos, basados en una subcontratación o tercerización de servicios que no afectan la actividad principal de la empresa.

**PROYECTO:** Esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos indica un principio y un final definidos.

**RACEWAY:** Es un estanque de forma elíptica, con esquinas redondeadas en donde se localizan estructuras llamadas deflatores, provisto de un tabique de división central convirtiéndolo en un canal sin fin, por el cual circula el medio de cultivo de forma unidireccional.

**RENTABILIDAD:** Capacidad de generar o recibir un beneficio adicional sobre la inversión o el esfuerzo realizado.

## RESUMEN

**TITULO:** “ESTUDIO FINANCIERO PRELIMINAR PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE PIGMENTO MICROALGAL CON UN 2,6% DE ASTAXANTINA A PARTIR DE UN CULTIVO DE LA MICRO ALGA *HAEMATOCOCCUS PLUVIALES*”\*

**AUTORES:** Diana Marcela Mariño Rojas  
Ángela María Osorio Giraldo\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Microalgas, raceway, Astaxantina, pigmento, agropecuario, cultivo, financiero, estudio.

### DESCRIPCION:

Elaboración preliminar de estudio financiero encaminado a implementar una nueva línea de negocio en el sector agropecuario, a través del desarrollo de una empresa cuyo objetivo central, sea producir pigmento microalgal con grado de concentración al 2,6% de astaxantina en polvo, a partir de cultivos de microalgas *HaematococcusPluvialis*, con el fin de abastecer el mercado en la industria de alimentos concentrados para animales (Avícola y Acuícola), implementando estudios, procesos y tecnología, utilizada de acuerdo en estudios realizados en Chile.

Basados en la biotecnología desarrollada por otros países en el tema de los cultivos de microalgas, tales como Chile, Estados Unidos, India e Israel, se ha delimitado el presente estudio preliminar, estableciendo como producto final, el pigmento natural rojizo llamado Astaxantina. Este pigmento ha sido considerado en los últimos años, como uno de los carotenos de mayor aplicación e importancia en la coloración para los productos de las diferentes industrias tales como la cosmética, nutraceutica, alimentos, biodiesel, entre otras, segmentando nuestro mercado objetivo en la industria de alimentos concentrados para aves y peces.

Con el presente estudio realizaremos el análisis de mercado y técnico, el cual nos permitirá definir variables básicas, y así mismo, establecer los proceso de producción, cuantificación sobre los requerimientos para establecer la inversión y el correspondiente análisis financiero del proyecto, con el propósito de evaluar si dentro de ciertas variables y supuestos, el proyecto es rentable financieramente y convertirse en una línea de desarrollo del sector agroindustrial para futuros inversionistas.

---

\* Proyecto de Grado.

\*\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de estudios Industriales y Empresariales.  
Director: Carlos Díaz Bohórquez.

## SUMMARY

**TITLE:** "FINANCIAL PRELIMINARY STUDY OF A MICROALGAL PIGMENT FACTORY INSTALLATION BASED ON *HAEMATOCOCCUS PLUVIALES* WITH A 2,6 % OF ASTAXANTHINE".\*

**AUTHORS:** Diana Marcela Mariño Rojas  
Ángela María Osorio Giraldo\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Microalgae, raceway, Astaxanthine, pigment, farming, cultivation, financial, study.

### DESCRIPCION:

Preliminary work of a financial study which aims to introduce a new business line in the farming sector, through developing a company whose main object is to produce a microalgal pigment with a concentration amount of 2,6 % of astaxanthine powder based on *HaematococcusPluvialis* cultivation, with the objective of supplying the market on animal reduced food industry (poultry and aquatic); implementing studies, processing and technology, used according to some studies made in Chile.

Based on biotechnology about microalgae farming developed abroad (Chile, USA, India, Israel), this preliminary study has been delimited being established as final product the reddish pigment called Astaxanthine. That pigment has been considered in recent years, as one of the carotene pigments with major application and importance in colouring products from different industries as cosmetics, nutraceutic, food and biodiesel, among others, focusing on the reduced food industry for birds and fish as our objective market.

Con el presente estudio realizaremos el análisis de mercado y técnico, el cual nos permitirá definir variables básicas, y así mismo, establecer los proceso de producción, cuantificación sobre los requerimientos para establecer la inversión y el correspondiente análisis financiero del proyecto, con el propósito de evaluar si dentro de ciertas variables y supuestos, el proyecto es rentable financieramente y convertirse en una línea de desarrollo del sector agroindustrial para futuros inversionistas.

With this study we will do a market and technical analysis, which will allow us to define basic variables, and likewise, establish the production process, requirement for investment quantification and the correct project financial analysis, with the purpose of calculating if using certain variables and assumptions, the project would be financially profitable and become a developing line in the farming industry for future stakeholders.

---

\* Degree project.

\*\* Faculty of Engineering physicomechanical. School of Industrial and Business Studies. Director Carlos Díaz Bohórquez.

## INTRODUCCION

Este documento es un estudio financiero que permitirá evaluar la viabilidad del montaje de una planta de producción y comercialización de pigmento microalgal con grado de concentración al 2,6% de astaxantina en polvo, a partir de cultivos de microalgas *Haematococcus Pluvialis* con el fin de abastecer principalmente, el mercado existente en el país de producción de alimentos concentrados para animales aves y peces, contribuyendo a la sustitución de importaciones de este tipo de productos y a la generación de consumo por productos naturales, como sustituto de los pigmentos sintéticos que afectan negativamente la salud humana.

Dicho estudio conlleva la definición de los costos de producción, requerimientos y cuantificación de la inversión, análisis de rentabilidad y análisis de escenarios, de forma tal que permita la toma de decisiones sobre la inversión.

Aunque encontramos dificultades en la recolección de la información, principalmente en datos desagregados de fuentes secundarias con relación a importaciones, exportaciones y precios, el estudio está fundamentado a partir de investigaciones científicas al respecto, estudios de mercado, técnico y financiero, bajo la asesoría de la Doctora en Biotecnología Martha Arias.

La tecnología que se desarrolla para dicho fin es considerada como nueva, y designada como biotecnología, pero está siendo implementada exitosamente en países como México, Estados Unidos, India y a nivel latinoamericano en Chile, para este estudio se establece como base la biotecnología utilizada en Hawaii por Cyanotech Corp y en varias empresas Chilenas, dado los resultados y certificaciones obtenidos por estos en la industria de la producción de Astaxantina, y como principal fuente de información el Estudio de "Factibilidad Técnico

Económica de Producción de Astaxantina a partir del cultivo de *Haematococcus Pluvialis*” del Autor Patricio Godoy Rivas, desarrollado en Chile.

Se ha decidido segmentar el mercado, con el fin de poder establecer parámetros e iniciar los estudios correspondientes en la industria de alimentos concentrados para animales, especialmente para peces y aves. En Colombia, la Avicultura participa en un 70,6% de la producción total de alimentos balanceados para animales y la Acuicultura es aproximadamente el 3%, (Fuente ANDI, 2012). Para la producción de dichos alimentos concentrados es necesaria una fuente de pigmentación rojiza como la Astaxantina pigmento natural, ya que el 90% es sintética e importado.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

Realizar el estudio financiero para llevar a cabo la producción escalonada de la microalga *Haematococcus Pluvialis* para la obtención de Astaxantina en concentración de 2,6%, utilizados en la industria de alimentos concentrados para animales (aves y peces).

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Desarrollar un estudio de mercado que nos permita obtener el comportamiento sobre la oferta y demanda de pigmentos con el propósito determinar necesidades insatisfechas en el mercado y establecer los canales de distribución.
- Realizar un estudio técnico que permita estandarizar la producción escalonada de la microalga tomando como modelo las experiencias de las empresas Chilenas y de Cyanotech Corporation en Hawai que permite cuantificar los costos de producción, e inversión total del proyecto.
- Formular el estudio financiero del proyecto que permita cuantificar la inversión con el fin de medir si el proyecto es rentable bajo los análisis de escenarios definidos para dicho estudio.

## **2. ESTUDIO DE MERCADO**

### **2.1 CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO.**

Existen diferentes industrias que utilizan pigmentos sintéticos o naturales. Los pigmentos sintéticos son obtenidos a través de procesos químicos, industriales y tecnológicos, y los pigmentos naturales son obtenidos utilizando productos naturales, entre los cuales utilizan las microalgas. Las industrias de productos cosméticos, aseo, farmacéuticos, textil, alimento de consumo humano y animal son las principales que demandan pigmentos.

En Colombia la mayoría del pigmento sintético es importado por las empresas multinacionales como BASF, DSM y Premex, quienes ofrecen pigmentos a diferentes industrias en el mercado nacional, textil, farmacéutico, cosmético, nutraceutico y alimentos para consumo humano y animal. La productora de pigmento natural (Astaxantina) identifica como mercado inicial la industria de alimentos concentrados para animales, específicamente la línea de producción piscícola y avícola, para el desarrollo del presente estudio preliminar.

Esta industria requiere en la formulación del alimento balanceado la aplicación de un porcentaje de pigmento, el cual depende de las especificaciones técnicas del nutricionista. En el caso de la piscicultura, especialmente la mojarra y la trucha, la adición del pigmento es con el fin de mejorar la reproducción, dar la coloración roja al musculo y en la avicultura, se utiliza el pigmento para dar color rojo a la yema del huevo y color amarillo al pollo.

Teniendo en cuenta que en Colombia no existe una empresa legalmente constituida que realice producción de pigmento natural a partir de la microalga

*Haematococcus Pluvialis*, se realiza el presente estudio preliminar, que permita adaptar la tecnología y sistemas de producción, de acuerdo a países que cuentan con una producción real de pigmento natural y quienes actualmente abastecen el mercado internacional. En Latinoamérica, Chile cuenta con un proceso de investigación avanzado, el cual será el referente para el desarrollo del presente estudio.

De acuerdo al estudio. “El entorno de alimentos balanceados para animales” de Aktiva Servicios Financieros”, en Colombia la producción de alimentos concentrados para animales ha crecido durante el último lustro, con una variación anual promedio de 5,42%, incluso por encima de la tasa de crecimiento promedio del PIB que para el mismo periodo se situó en 4,78%. Es decir, que el comportamiento del sector es favorable para los intereses agroindustriales del país. La producción anual llega a 5 millones 780 mil toneladas, situando al país en el 4° lugar en Latinoamérica, Brasil es el primero por su demanda interna.

En el año 2011 el subsector de alimentos balanceados la avicultura participaba en un 70,6% de la producción total, seguido por el de porcicultura con 13%. Mientras que el de menor participación es el de Acuicultura con menos del 3%. Aun bajo este escenario, la producción de alimentos concentrados durante los últimos seis años se ha incrementado en cerca de 1.5 millones de toneladas. (Ver tabla1.)

**Tabla 1: Producción de alimentos balanceados para animales (Toneladas)**

PRODUCCIÓN TOTAL PAÍS DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA ANIMALES POR LÍNEA DE PRODUCCIÓN (TONELADAS)								
Línea de Producción	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Avicultura	2.865.647	3.139.800	3.390.984	3.696.173	3.810.754	3.936.509	4.086.096	4.167.818
Porcicultura	591.086	700.000	700.000	660.100	660.100	685.844	757.172	830.000
Ganadería	467.896	498.500	508.470	539.995	501.115	516.650	526.983	568.614
Menores	217.397	223.000	228.129	244.098	256.546	278.352	300.621	345.714
Piscicultura	82.472	88.700	106.440	108.249	116.368	133.823	120.441	142.120
<b>TOTAL</b>	<b>4.224.498</b>	<b>4.650.000</b>	<b>4.934.023</b>	<b>5.248.615</b>	<b>5.344.883</b>	<b>5.551.178</b>	<b>5.791.312</b>	<b>6.054.266</b>
<i>Variación</i>		10,1%	6,1%	6,4%	1,8%	3,9%	4,3%	4,5%

Fuente: ANDI

En la industria de producción y distribución de alimentos balanceados para animales se identifican 10 actores principales: CIPA S.A, Solla S.A, Finca S.A, Itacol SCA, Premex S.A, Contegral S.A, Distraves S.A, Agrinal S.A, Purina S.A y Mars Ltda. Todos ellos con un patrimonio promedio aproximado de COP 62 mil 300 millones y un valor de activos promedio aproximado de COP 156 mil 260 millones, confirmando la restricción de entrada a la industria además<sup>1</sup>.

Para el presente estudio se han considerado los siguientes clientes potenciales:

<sup>1</sup> AKTIVA SERVICIOS FINANCIEROS [en línea] <http://aktiva.com.co/>. Citado el 11 de Junio 2013.

**Tabla 2: Empresas productoras de Alimento Balanceado para Animales**

<b>EMPRESA</b>	<b>PRODUCTOS QUE OFRECE</b>	<b>UBICACIÓN</b>
CIPA S.A	Produce variedad de productos para Equinos, Pollo de Engorde, Ganadería, Ponedoras, Menores, Porcicultura, Perros, Peces Aguas Cálidas, Peces Aguas Frías y Gatos.	Elabora alimentos en tres plantas de producción industrial: Bello, Cartago
Solla S.A	Produce para la Acuicultura, Avicultura, Caninos, Conejos, Equinos, Felinos, Ganadería, Porcicultura, Asesoría en Plantas, Genética Porcina y Premezclas y materias primas.	Elabora alimentos en tres plantas de producción industrial: Buga, Mosquera y Girón
Finca S.A.	Producen para Cerdo Iniciación, vacas pre lactancia y finca potros. Ofrece alimentos a los sectores avícola, porcino, bovino y porcino	Elabora alimentos en cuatro plantas de Producción industrial: Itagüi, Mosquera, Buga, y Bucaramanga.
Italcol SCA	Produce para la Ganadería, avicultura, porcicultura, acuicultura, equinos, mascotas y materias primas.	Elabora alimentos en las siguientes plantas de Producción industrial: Barranquilla, Palmira, Girardota, Bucaramanga, Buenaventura, Ibagué, Huila y Villavicencio. Planta internacional en Panamá.
Premex S.A	Produce Premezcla, y comercializa especialidades para equinos y bovinos	Tiene presencia internacional Chile, Ecuador, Perú, Republica Dominicana, Estados Unidos Y Colombia: Medellín.
Contegral S.A	Las líneas en que opera son ganadería, la porcicultura, la Avicultura, la Acuicultura y	Elabora alimentos en cuatro plantas de Producción industrial: Envigado, Bogotá,

EMPRESA	PRODUCTOS QUE OFRECE	UBICACIÓN
	otros	Cartago y Neiva.
Distraves S.A	Tiene el proceso de Producción integrado Verticalmente, que va desde la producción de Concentrado para aves, levante de reproductora, Producción de huevo fértil.	Cuenta con la planta de Concentrados ubicada en el Kilometro 6 vía Girón, Planta de Beneficio Kilometro 4 vereda Guatiguará Piedecuesta y Planta de Procesamiento Candelaria Valle Kilometro 8 vía Candelaris Callejon San Juan.
Agrinal S.A.	Cubre los segmentos de mercado bovino, avícola, porcicultor y acuícola	Parque Industrial La Argelia Km3 Vía Funza Siberia Bogotá
Información obtenida de la página web de cada una de las empresas.		

Fuente: Autores

Igualmente empresas avícolas en Santander productoras de Huevo y/o Pollo, quienes producen su propio alimento, de acuerdo a especificaciones propias y valor agregado de cada planta.

**Tabla 3: Empresas productoras de Alimento y productos Avícolas en Santander.**

EMPRESA	PRODUCTOS QUE OFRECE	UBICACIÓN
Avidesa Mac Pollo	Ha sido actor importantísimo en el salto positivo en la dinámica y desarrollo de la industria avícola y de los cambios tecnológicos con los cuales se optimizó y controló la producción y la calidad y se vienen haciendo las mejoras para un mercado más racional, logrando consolidarse como la primera empresa avícola del país.	KM 7 AUTOP A FLORIDABLANCA, Bucaramanga, Santander, Colombia

EMPRESA	PRODUCTOS QUE OFRECE	UBICACIÓN
Avicola El Guamito	Productora de Huevos.	Kilometro 2.5 Anillo Vial Giron - Floridablanca – Santander, Colombia.
Avisin Ltda.	Productora de Huevos.	KM 4 VIA PALENQUE CAFE MADRID, Bucaramanga, Santander, Colombia.
Avisander Ltda.	Productora de Pollo y huevo	KM 2 VIA. PALENQUE CAFÉ MADRID, Bucaramanga, Santander, Colombia
Información obtenida de la página web de cada una de las empresas.		

Fuente: Autores

## 2.2 METODOLOGÍA

La investigación de mercado se realizó a través de fuentes primarias y secundarias. La información primaria se obtuvo a través de Entrevista realizada a Productores de alimentos balanceados para animales, cuya planta de producción está ubicada en el departamento de Santander. Los resultados obtenidos son analizados y permiten obtener la información de mercado requerida para el presente estudio.

## 2.3 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA Y COMPETENCIA.

**2.3.1 Fuentes Secundarias.** Las fuentes secundarias son obtenidas a través de estudios económicos y estadísticas de la industria de alimentos balanceados para animales y páginas web de las principales empresas productoras de alimento balanceado para animales, ANDI y Asociación Nacional de Avicultores de Colombia.

**2.3.2 Fuentes Primarias** Como fuente primaria se desarrollo la entrevista a personal del área de producción y compras de las Empresas Itacol, Distraves, Avisander, Avidesa Mac Pollo y Finca S.A., quienes cuentan con plantas de producción ubicadas en la Ciudad de Bucaramanga.

**2.3.2.1 Análisis de Entrevistas:** El análisis de las Entrevista realizada esta descrito a profundidad en el Anexo 1 del presente estudio.

**2.3.3 Cantidades demandas.** De acuerdo a la investigación de mercado realizada, se obtiene las siguientes cantidades demandas del producto:

En la **Tabla 1.** Producción de alimentos balanceados para animales, la producción en la línea avícola es de 4.167.818 Ton/año y piscícola es de 142.120 Ton/año, para un total de 4.309.938 ton/año.

Según la investigación de mercado, del total de producción de alimento para aves el 50% requiere pigmento en su formulación, 2.083.909 Ton/año y en peces el 30% 42.636 Ton/año requieren pigmento. Para la producción de una tonelada de alimento avícola se requiere de 0,04% de pigmento y para piscícola, el 0,02%.

De lo anterior se deduce que a nivel nacional se demandan 842 toneladas de pigmento para la producción anual de alimento. Siendo una empresa nueva, y tomando como referente que el mercado del pigmento sintético esta siendo abastecido en un 98%, por las multinacionales mencionadas anteriormente, la participación de la empresa productora de pigmento Astaxantina está limitada entre un 0,1% y 2% del total de la demanda nacional de pigmento. Por lo tanto la empresa inicialmente llegará a participar en el 0,17% de la demanda total de pigmento, debido a que el consumo del pigmento natural está iniciando, y en Colombia no se cuenta con una planta productora que ofrezca este producto.

Basados en el porcentaje de participación, la empresa productora de pigmento producirá 1,5 Toneladas/año de Astaxantina en polvo a una concentración de 2,6%.

## **2.4 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO:**

De acuerdo a parámetros técnicos del presente estudio, el producto a ofrecer es Pigmento microalgal con un 2,6% de Astaxantina en presentación en polvo, a cantidad mínima de 1 kilogramo, debidamente sellado y etiquetado.

La cantidad mínima de presentación se establece de acuerdo al estudio de mercado realizado, en el cual, los entrevistados hacen referencia a cantidades de compra en presentación de kilogramo, que son almacenadas “bajo llave” y distribuye de acuerdo a la formulación nutricional.

**2.4.1 Proceso de Producción** Teniendo en cuenta que es un estudio preliminar para el cultivo de microalga, los aspectos técnicos y el diagrama de flujos de procesos del proceso de producción, se basan en el estudio de Factibilidad Técnico Económica de Producción de Astaxantina a partir del Cultivo de *Haematococcus Pluvialis*. El diagrama esta desarrollado en la **Figura 1**.

## **2.5 ANÁLISIS DE PRODUCTOS SUSTITUTOS Y COMPETENCIA.**

Actualmente los pigmentos naturales tienen poca competencia directa entre ellos, pero cuentan con una fuerte competencia de productos sintéticos, quienes son los principales actores en el mercado nacional. Sin embargo, en primera instancia se ha visto la necesidad de reemplazar importaciones de pigmentos, debido al costo incurrido en permisos de importación, fletes, aranceles, entre otros, que hacen que

su precio puesto en planta sea muy alto, y segundo, que debido al comportamiento de la demanda internacional en reemplazar el pigmento sintético por un pigmento natural, ya que los estudios de investigación realizados, conllevan a que estos pigmentos son nocivos para la salud humana. Ver **Figura 1**

**2.5.1 Productos sustitutos** De acuerdo a las entrevistas realizadas a las empresas productoras de alimento o comercializadoras de premezcla, utilizan como colorantes, el Carofil y Cantaxantina los cuales son pigmentos sintéticos.

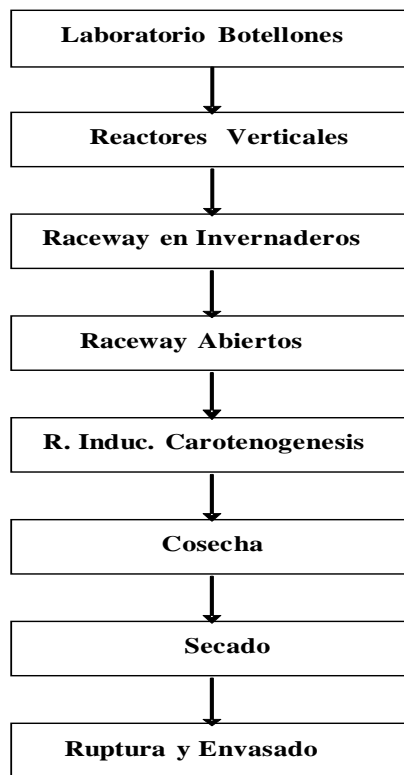
El carofil <sup>2</sup>: Se obtiene de la cantaxantina y tiene unas propiedades pigmentantes prácticamente idénticas a las de este colorante. La principal diferencia está en la estructura molecular microcapsulada que hace que la asimilación del colorante sea más lenta y gradual.

La cantaxantina se encuentra de manera natural en una vistosa seta llamada "chantarellus cibarius". El pigmento de síntesis química tiene un color rojo muy intenso, tirando a violeta.

---

<sup>2</sup> La pigmentación de los pájaros. Los colorantes y su aplicación. Aviario Vegaluque. [en línea] <http://aviariovegaluque.jimdo.com>. Citado 24 de Septiembre 2013.

**Figura 1 Diagrama de Flujo del Proceso Productivo**



Fuente: GODOY, Patricio, Factibilidad Técnico Económica de Producción de Astaxantina a partir del Cultivo de *Haematococcus Pluvialis*

**2.5.2 Competencia.** Los principales productores de Astaxantina sintética en un mercado internacional son DSM en Netherland, BASF en Francia y NHU en China y el costo estimado de producción es de aproximadamente US \$1000/kg, y el precio de mercado está por encima de 2000/kg (Olaizola, 2003 Milledge , 2010).

En Colombia, hay presencia de estas principales empresas productoras de pigmento Sintético en el mundo:

- BASF<sup>3</sup>.

Trabaja desde hace más de 30 años en el campo de la nutrición animal desarrollando durante ese tiempo un amplio portafolio de productos de gran calidad adaptado a las necesidades de las diferentes especies animales y su rendimiento.

El segmento de negocio Nutrición Animal de BASF, reúne todas las vitaminas, óleo e hidrosolubles, productos veterinarios, ácidos orgánicos, pigmentos, enzimas y aminoácidos, promotores de crecimiento, puros o en premezclas

Todos estos productos son utilizados en avicultura, porcicultura, ganadería, lechería, mascotas, acuicultura y otros sectores similares y son el resultado de una tarea intensa y responsable de investigación y desarrollo, unida a amplios conocimientos técnicos dentro del campo de la síntesis y de la biotecnología.

Multinacional reconocida en el sector de industrias de alimento concentrado de acuerdo a lo manifestado por los entrevistados, donde la compañía visita directamente a las empresas productoras de alimento y ofrecen su portafolio de productos, los cuales son ajustados de acuerdo a las necesidades de cada una de la empresa.

Basf cuenta con una planta de producción de premezclas y otros productos, ubicada en el Km 2 Vía Santa Helena Municipio de la Calera y cuenta con asesores comerciales a nivel nacional.

BASF es reconocida en el sector de industrias de alimento concentrado de acuerdo a lo manifestado por los entrevistados, la compañía visita directamente a las empresas productoras de alimento y ofrecen su portafolio de productos, los cuales son ajustados de acuerdo a las necesidades de cada una de la empresa.

---

<sup>3</sup> BASF [en línea] <http://www.basf.com>. Citado 24 de Septiembre 2013.

Cuenta con una planta de producción de premezclas y otros productos, ubicada en el Km 2 Vía Santa Helena Municipio de la Calera y cuenta con asesores comerciales a nivel nacional.

- DSM Nutritional Products<sup>4</sup>

Royal DSM es una compañía global basada en la ciencia aplicada a la salud, nutrición y materiales, genera soluciones innovadoras que nutren, protegen y mejoran el desarrollo de los mercados globales tales como alimentos y suplementos dietéticos, cuidado personal, nutrición, farmacéuticas, dispositivos médicos, automotores, pintura, eléctrico y electrónico, protección de la vida, energía alternativa y bio-materiales. Cuenta con 23,500 empleados. Generan anualmente ventas netas de alrededor de €9 billones y son líderes globales en salud, nutrición y materiales.,.

- Premex<sup>5</sup>

Es una corporación de base tecnológica dedicada al desarrollo, producción y mercadeo de ingredientes para la nutrición. Ofrece un completo portafolio de productos diseñado especialmente para suplir las necesidades biológicas y técnicas, dependiendo de la especie, línea, etapa de producción, nivel de productividad y las características particulares de la empresa. Diseña productos de acuerdo a los requerimientos de sus clientes, para las siguientes especies: Avicultura, Acuicultura, ganadería, porcicultura, mascotas y equinos. Cuenta con la Unidad de Premezclas se especializa en el desarrollo, producción y mercadeo de soluciones integradas, luego del análisis de las condiciones particulares de la compañía.

---

<sup>4</sup> DSM [en línea] <http://www.dsm.com>. Citado el 25 de Septiembre 2013.

<sup>5</sup> PRREMEX [en línea] <http://www.premex.com.co/> Citado 25 de Septiembre 2013.

## **2.6 PRECIO.**

El precio estimado del Kilo de la Astaxantina a una concentración del 2,6%, es de \$1.550.000, valor obtenido de acuerdo a los costos de producción calculados, inversiones, características del producto y rentabilidad esperada sobre la inversión.

El precio obtenido es competitivo y muestra un valor menor de la competencia debido a que no incurrimos en costos adicionales de importación, fletes y otros.

## **2.7 ANÁLISIS DE PRECIO DE MERCADO**

A través de comunicación directa con la Organización ALICO S.A., especializada en atender la industria de alimentos, el precio del pigmentante Carofil Rosado es de \$ 1.850.000 kilogramo.

Es de aclarar que en el estudio de mercado realizado, los entrevistados relacionan precios de pigmentos sintéticos como el APOESTEL (Rojo) y CANTAXANTINA (AMARILLO) de USD \$54 -80 Kg y USD \$ 48-85 Kg respectivamente, sin embargo este precio hace referencia al porcentaje de pigmento que contiene la premezcla, por lo tanto no es un referente ya que la cantidad depende de la formulación de cada empresa, y esta información es confidencial.

## **2.8 ANÁLISIS DEL PRECIO DE COMPETENCIA.**

Se presenta diferencia de precios entre el pigmento sintético y el pigmento natural Astaxantina en polvo a 2,6% de concentración, principalmente porque el 98% del

pigmento sintético es importado, por lo tanto incurren en procesos de importación, fletes y demás, reflejado en el precio final del producto.

La empresa productora de Astaxantina en polvo a 2,6% de concentración, basa su estudio asumiendo que su producción es totalmente nacional, lo cual no requiere un costo adicional de procesos de importación. Todas las inversiones necesarias para tal fin, puede abastecerlas directamente con empresas constituidas en el país.

## **2.9 ESTRATEGIA DE DISTRIBUCIÓN**

La estrategia de distribución de la empresa productora de Astaxantina es a través de comercialización directa, relación entre la empresa productora de alimento balanceado y empresa productora de Astaxantina. Para realizar esta estrategia se contempla con personal de ventas encargado de generar y mantener la empresa en el mercado, quien cuenta con el conocimiento idóneo para realizar las asistencias técnicas requerida por los clientes.

Teniendo en cuenta el **Anexo 1**, la distribución de producto se realiza puesto en la planta de producción del cliente, donde los cargos adicionales son asumidos por el mismo.

## **2.10 ESTRATEGIAS DE PROMOCIÓN**

La estrategia de promoción de la empresa está proyectada principalmente para el año 1, en el cual, el 20% de la producción, sobre la capacidad de producción del 35%, es decir, sobre 525Kg/año, se destinaran 105 Kilogramos, ofrecidos sin costo a las empresas productoras de alimento, con el fin de dar a conocer el

producto e iniciar a generar reconocimiento en el mercado y análisis del producto por parte del cliente, etapa importante ya que estrecha lazos de confianza con el cliente. El costo incurrido en esta estrategia es contemplado dentro de los gastos de estrategias de promoción y mercado del estudio financiero.

Esta estrategia está basada en respuestas obtenida en el análisis de mercado **Anexo1**, donde se referencia que el mercado de premezcla es un mercado de confianza, donde la empresa de alimento realiza un estudio de la muestra para confirmar las características ofrecidas y corroborar que el producto obtenido cumpla con las especificaciones que requiere la formula, de esta manera valida la información de forma esporádica, se realiza estudio de la muestra, pero prima la confianza y credibilidad del proveedor del pigmento.

Igualmente se contempla como estrategia de promoción, diseño de la imagen corporativa, la cual permitirá el uso de portafolio del producto, pagina web, tarjetas de presentación, volantes y pendones. La especificación del este presupuesto está contemplado dentro del estudio financiero del proyecto.

### 3. ESTUDIO TÉCNICO.

La tecnología utilizada en el presente estudio para la obtención de biomasa microalgal con un alto porcentaje de Astaxantina, se tiene como parámetro el uso de la biotecnología utilizada en Hawai por Cyanotech Corp y en varias empresas Chilenas, país que a nivel de América Latina ha mostrado estar a la vanguardia del mismo, ya que los sistemas implementados por estos han generado buenos resultados en la industria de la producción de Astaxantina, soportado en el **Anexo 2: Aspectos Técnicos** del presente estudio.

#### 3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE *HEAMATOCOCCUS PLUVIALIS*

Es una microalga verde unicelular de agua dulce que pertenece al Phylum Chlorophyta , se caracteriza por presentar plastidios rodeados por dos membranas que presentan pigmentos fotosintéticos clorofila a y b y que presentan estados flagelados de esporas y gametos. Células con un único cloroplasto, en forma de copa con varios pirenoides.

Cuando las condiciones ambientales son adversas las células sufren cambios morfológicos, fisiológicos y características fotosintéticas formando aplanosporas de color rojo resistentes a las condiciones medioambientales extremas, condición que permite la extracción de astaxantina.

##### 3.1.1 Principales características

- Son microscópicas, plactónicas, viven suspendidas en el medio, como organismos unicelulares aislados o formando colonias.

- Pueden realizar movimientos fototáticos por medio de flagelos o secreción de mucilagos o presencia de flagelos; presentan flagelos con estructuras iguales pero de diferente longitud.
- En sus cloroplastos podemos encontrar fuera de la clorofila pigmentos tales como xantofilas, luteína y zeaxantinas.
- Pared celular formada por celulosa.
- La mayoría son de agua dulce, algunas pueden ser terrestres y marinas.

### **3.2 ASTAXANTINA**

La Astaxantina es un carotenoide sintetizado de forma natural en algunas plantas, algas y bacterias, y se acumula en algunos peces, crustáceos y aves a través de la cadena alimenticia en la naturaleza. Debido a sus excelentes propiedades antioxidantes, la Astaxantina tiene numerosas aplicaciones, desde su uso como aditivo en alimentos y las industrias de piensos y nutraceuticos hasta el mercado de los cosméticos. Como un aditivo para piensos acuícolas, se utiliza para dar al salmón o la trucha el típico color rojizo<sup>6</sup> y como suplemento dietético, tiene efectos de anti- envejecimiento, anti-inflamatorio, anti-cáncerígeno, como filtro solar interno e impulsor del sistema inmunológico.

La Astaxantina está disponible en el mercado por síntesis química o de fuentes naturales como microalgas, levaduras y algunos crustáceos. El mercado de Astaxantina está dominado en un 95% por la Astaxantina sintética de fuentes petroquímicas el cual se estima en US \$ 250 millones de dólares por año<sup>6</sup>. Los principales productores de Astaxantina sintética son DSM en Netherland, BASF en Francia y NHU en China y el costo estimado de producción es de

---

<sup>6</sup> Lorenz y Cysewski , 2000; Guerin et al. , 2003; Lorenz, R. T., Cysewski, G. R. 2000. Commercial potential for Hematococcus microalgae as a natural source of astaxanthin. Trends Biotechnol. 18, 160-167.

aproximadamente US \$ 1000/kg, y el precio de mercado está por encima de 2000/kg. Aunque la síntesis química puede proporcionar una fuente constante de Astaxantina en grandes cantidades, hay preocupaciones aún sobre sus funciones biológicas y la seguridad alimentaria debido a que la Astaxantina sintética se deriva de petroquímicos y es diferente en isomería y estructura química a la de origen natural.

Entre las fuentes naturales de Astaxantina se encuentran algunos subproductos de crustáceos, ciertas especies de levadura tales como *Phaffia rhodozyma* (0,05 % - 0,4 % de Astaxantina) y la microalga de agua dulce *Haematococcus Pluvialis* para la cual se ha reportado el más alto nivel de Astaxantina (1% - 5% en peso)<sup>7</sup>.

La creciente demanda de productos naturales hace los pigmentos sintéticos mucho menos deseables y proporcionan una oportunidad para la producción de la Astaxantina natural por *H. Pluvialis*, cepa que ha ganado aceptación en la acuicultura y otros mercados como una forma "concentrada" de Astaxantina natural.<sup>7</sup> En este sentido, la Astaxantina natural a partir de *H. Pluvialis* es actualmente producida en un proceso de dos pasos.

En la primera etapa las células vegetativas verdes se producen bajo condiciones de cultivo controladas, con frecuencia en interiores, utilizando tanques con agitación o columnas de burbujas, soportado en el **Anexo 2**.

En la segunda etapa, las células verdes son expuestas a condiciones de estrés (alta irradiación, privación de nitrato y/o fosfato, de alta temperatura) para inducir la acumulación de Astaxantina, utilizando biorreactores abiertos tipo "raceways" o fotobiorreactores tubulares, soportado en el **Anexo 2**.

---

<sup>7</sup> Lorenz y Cysewski , 2000; Guerin et al. , 2003; Lorenz, R. T., Cysewski, G. R. 2000. Commercial potential for Hematococcus microalgae as a natural source of astaxanthin. Trends Biotechnol. 18, 160-167.

### 3.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

Dado que este proyecto es el primero de este tipo en Colombia, el análisis del proceso se realizó con base en las condiciones de cultivo reportadas por Yu Zhang y colaboradores (2009) para la producción de Astaxantina por cultivo masivo de *Haematococcus pluvialis*, en un sistema abierto de cultivo novedoso y simplificado de dos etapas de crecimiento en un proceso de un solo paso. La característica de este proceso de cultivo es que el crecimiento celular y la acumulación del pigmento proceden sucesivamente en un fotobiorreactor abierto como el que se aprecia en la siguiente Figura:

**Figura 2. Cultivo de Microalgas.**



Fuente: [www.fincyt.gob.pe](http://www.fincyt.gob.pe).

El proceso para la producción de Astaxantina a partir de *Haematococcus Pluvialis* abarca desde la consecución de la cepa de *Haematococcus Pluvialis* hasta el secado de la biomasa y se divide en las siguientes etapas, las cuales se describen en detalle más adelante: i) Obtención del inóculo, ii) Cultivo de la microalga, iii) Cosecha de la biomasa iv) Secado de la biomasa.

Además de los requerimientos en cada una de las etapas definidas para el proceso productivo es necesario contar con un laboratorio que permita hacer seguimiento al proceso productivo y realizar investigación sobre las principales variables y etapas más relevantes del proceso que pueden afectar el proceso.

### **Primera Etapa: Obtención del Inóculo**

Esta etapa se inicia con la compra de las cepas de la microalga, las cuales serán mantenidas en el laboratorio en condiciones axénicas a partir de las cuales se obtiene el inóculo que alimenta los reactores. Estas cepas son adquiridas por un proveedor el nacional Jonathan R. Torres de la Empresa NUTREALGAS Tecnologías en Alimentos, ubicada en la ciudad de Bogotá, su precio está establecido de acuerdo a las cantidades de 30ml hasta 1L, de acuerdo a las necesidades del cliente, el tiempo de entrega es de 8 días de acuerdo al comportamiento del cultivo, la cepa *Haematococcus Pluvialis*, en fase *Palmella* aunque puede presentar formas de flagelos o quistes. Ver Referencias Fotográficas de las Etapas de la Microalga, **Anexo 3**, (Fotografías 1,2 y3)

A partir de la cepa se hacen siembras sucesivas en medio de cultivo para crecimiento de las Cepas (composiciones de nutrientes), representado técnicamente como Bol'G 11 o BG 11, (medio de cultivo que contiene los macronutrientes y micronutrientes indispensable para el crecimiento del alga) hasta obtener un volumen de células en fase de crecimiento exponencial, que al inocular en 3 L de medio fresco da una densidad celular de  $3 - 5 \times 10^4$  células/ml. La suspensión celular se cultiva inicialmente bajo una intensidad de luz de  $100 \text{ mol/m}^2$  con fotoperiodos luz-oscuridad de 14:10 h. A continuación, la intensidad de la luz se incrementa gradualmente (150, 200, 300 y 350  $\text{mol/m}^2\text{s}$ ) con el aumento en la densidad celular durante el cultivo. Como fuente de carbono y para ajustar el pH en un rango entre 2-4 h se burbujea  $\text{CO}_2$  en la suspensión de algas para proporcionar fuente de carbono y mantener el pH. (**Ver Anexo 2**)

## **Segunda Etapa: Cultivo de la microalga**

El cultivo masivo de *H. Pluvialis* para producir Astaxantina se llevará a cabo en treinta dos estanques abiertos tipo raceway con rueda de paletas de 1000 m<sup>2</sup> y una profundidad de de 20 cm, para un volumen de 200.000 L cada uno. El cultivo en medio BG – 11 se inocula para alcanzar una densidad de aproximadamente 2 - 3 × 10<sup>4</sup> cells/ml, después de la inoculación, el cultivo se cubrirá con una malla de sombra y cuando la densidad celular haya aumentado, el sombreado se eliminará parcialmente para aumentar la intensidad de la luz, y cuando el color del cultivo cambie, la malla de sombra se eliminará por completo para mejorar la acumulación de Astaxantina. Durante el cultivo, para ajustar el pH y proporcionar una fuente de carbono, se burbujeará CO<sub>2</sub> puro a intervalos de 2 - 4 horas durante el día, durante un mes de producción se deberá bombear 3840 veces con CO<sub>2</sub> a todos los estanques de producción.

### **Condiciones de operación:**

PH: se ajustará en el rango de 7,0 a 10,5.

Temperatura: en el rango entre 12 ° C y 29.5 ° C.

Duración del cultivo: 15 días, dividido en dos etapas. Los primeros 5 ó 7 días de crecimiento celular seguida por la acumulación Astaxantina.

Fuente de carbono: CO<sub>2</sub>

Biomasa obtenida: 3.61 g/L

Contenido de Astaxantina promedio: 2.6 %

Producción de Astaxantina: 40.25 mg/L

### **Tercera Etapa: Cosecha de la biomasa**

La cosecha de la biomasa involucra una etapa de sedimentación para pre-concentrar la biomasa y posteriormente una etapa de centrifugación.

### **Cuarta Etapa: Secado de la biomasa.**

Se realizará por pulverización para reducir la humedad a un 5 %.

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, y de allí pasar a la etapa de envase y etiquetado para posterior comercialización.

La tendencia de los cultivos masivos de Micro-algas se realiza en sistemas tipo “raceway” con ruedas de paleta para impulsión del agua, las cuales son accionadas por motores eléctricos. (Ver Anexo 2)

Las microalgas al igual que los vegetales requieren los nutrientes necesarios para sus procesos metabólicos, los cuales van a variar en tipo y proporción de acuerdo a cada especie, y en particular para 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). Metodologías actualmente exitosas en países como Chile.

- **Localización**

Como se determino en el **Anexo 2**, el proyecto estará localizado en la zona rural que corresponde al Municipio de Rio de Oro (Cesar), cuyo emplazamiento será en

el corregimiento Montecitos, Finca El Jahuil, Kilometro a 8 vía Troncal Caribe (Ruta del Sol).

La localización del proyecto está dado básicamente en esta zona porque para la producción de este cultivo se requiere de luminosidad, clima seco, y terreno plano para optimizar costos del mismo, las altas temperaturas (30° C) y baja pluviosidad de la zona, permiten desarrollar el cultivo, bajo características técnicas de la microalga; no se necesitan tierras fértiles, ni insecticidas, lo que representa un ahorro en la inversión sobre el costo del terreno; estos factores no generaran un impacto ambiental negativo, por el contrario, remueve el dióxido de carbono presente en el medio ambiente por efecto de la fotosíntesis, evitando de este modo la aceleración del efecto invernadero. La ubicación a 8 Km de la Vía Troncal Caribe favorece el desplazamiento a las diferentes zonas del país. A su vez el terreno es de propiedad un posible socio estratégico, el cual transfiere un beneficio sobre el costo por Hectárea, además de que cuenta con un pozo profundo de agua, por lo tanto esto genera un ahorro importante para el proyecto debido a que este es un insumo básico para el cultivo.

**Figura 3. Localización de la Planta.**



Fuente: Google Earth

La adquisición del terreno rural, con las especificaciones del **Anexo 2** el cual requiere realizar obras de infraestructura y adecuaciones a las instalaciones de administración y producción, ya que para tal proyecto es necesario desarrollar laboratorios, construir estanques, oficinas, entre otros, costos que tendrán que ser valorados e incluidos en la inversión total del proyecto.

- **Característica Generales De Construcción E Instalación de la Planta.**

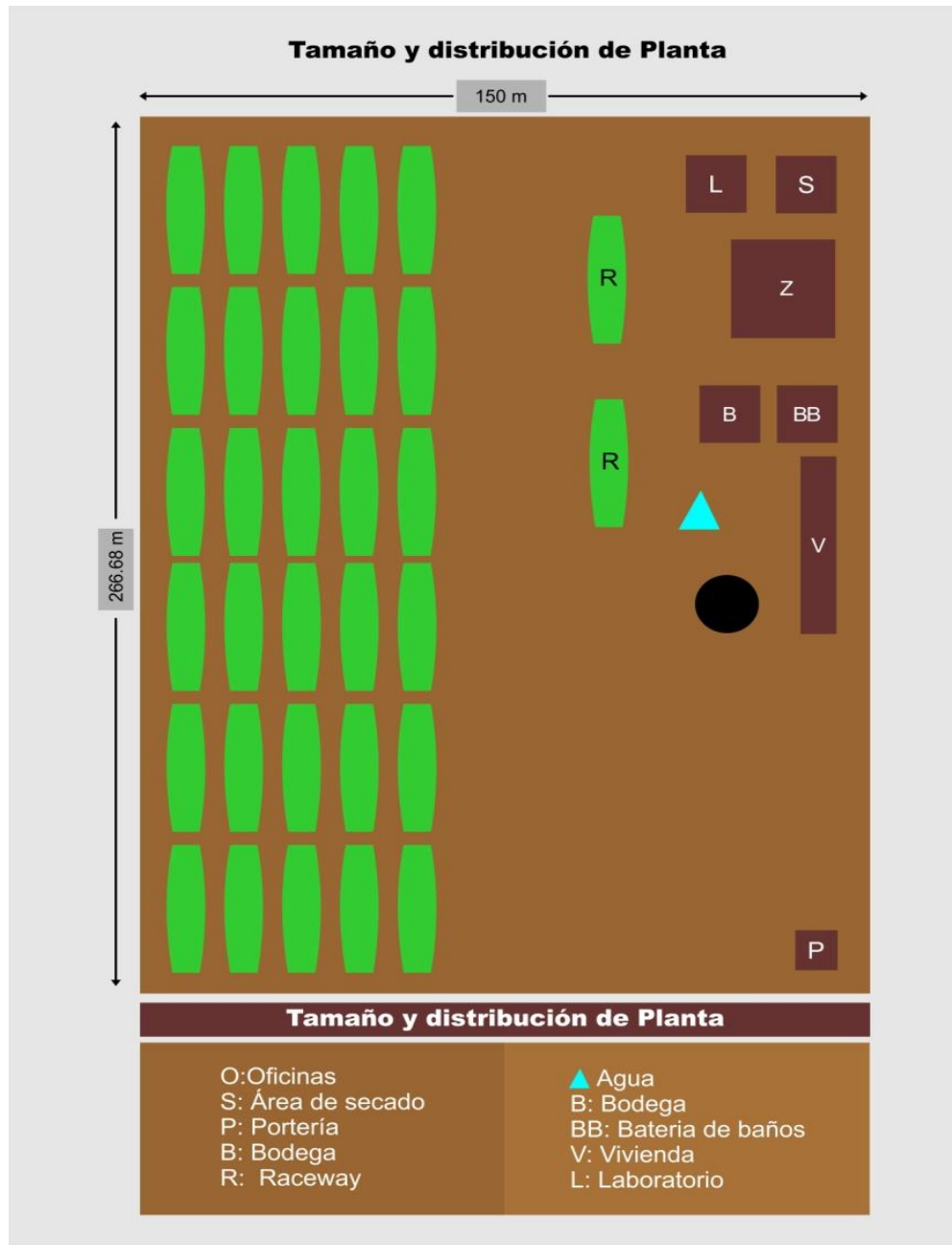
Para la definición del tamaño de la planta, nos hemos basado en la experiencia de los cultivos de las plantas chilenas, y como referente la tesis sobre el estudio de Factibilidad Técnico Económica de Producción de Astaxantina a partir del Cultivo de *Haematococcus Pluvialis*. En dicho estudio se estima que en un reactor "raceway" de 1000 metros cuadrados con capacidad de 200.000L, se pueden producir un promedio de 1.440 kg/año de polvo de microalga seco para la

obtención de la Astaxantina a una concentración del 2,6% (esta concentración depende de cada cultivo, de acuerdo al proceso de producción de cada planta en cuanto al manejo del estrés que se genere en la microalga, el cual, de acuerdo a la Doctora en Biotecnología Marta Arias, para nuestro proyecto, se ha estandarizado en 2,6%).

Una vez definidos las capacidades de los raceway en cuanto a la producción, iniciamos una sensibilización con relación al precio, en donde apreciamos que para estar en un medio competitivo y siendo atractivos financieramente, deberíamos estar en un escenario de producción sobre 1,5 ton/año de este pigmento, de acuerdo al Capítulo de Estudio de Mercado, a partir de un cultivo de una biomasa microalgal de 49.000 kilos/año; la metodología permite establecer para este tipo de cultivos que para obtener una tonelada de Astaxantina al 2,6% se deben producir 32.000 kilogramos de microalga en polvo seco. Basados en lo anterior para alcanzar dicha producción 1,5 Ton/año, se requiere adaptar como mínimo 32 reactores, (incluyendo los reactores de inducción).

De esta manera, se establece que la necesidad del terreno es de aproximadamente 34.000 metros cuadrados para el cultivo en exteriores. Adicionalmente se hace necesario un área aproximada de 466 metros cuadrados para construcciones de las obras civiles y modulares que se detallan posteriormente. El total de área necesaria es de 40.000 metros cuadrados, dejando un área aproximadamente de 5.000 metros cuadrados para zonas de estacionamiento y para futuros ensanches (Ver **Anexo 2**)

Figura 4. Plano de la Planta



Fuente: Autores.

Con respecto al uso de servicios públicos, se abastecerá de agua por medio de pozo profundo anillado con el correspondiente sistema de recirculación, para optimizar este recurso, el cual es vital para el desarrollo del proyecto, y de acuerdo

a los estándares empleados por dichas metodologías, está en promedio un consumo entre 10.000 y 14.000 metros cúbicos, con capacidad de reutilización de agua, (por medio de implementación de filtros y utilizando procesos biotecnológicos), lo que permite un adecuado manejo del recurso hídrico y mitigación de los impactos negativos que se puede producir por su utilización, al igual que las aguas residuales humanas; los demás servicios como electrificación, por medio de la electro Caribe y electro Cesar; así mismo, se contará con planta de luz propia para los casos de emergencia, por medio de un generador eléctrico; se realizará tratamiento de materiales de desecho y basuras, entre otros.

Con respecto al uso del suelo, no existe problema alguno, ya que es un proyecto que se desarrolla en zona rural, completamente viable para tal fin.

### **Terreno para instalación de planta**

Corresponde a un bien raíz de 4 hectáreas de acuerdo a las especificaciones tenidas mencionadas anteriormente, las cuales están soportadas en el **Anexo 2** y se contemplan las siguientes actividades:

- **Preparación del terreno:**

Debido a las óptimas condiciones del terreno, hay necesidad de realizar movimientos de tierra a una profundidad de anclaje para cada raceway de 20 cm, adicionalmente se deberán realizar las nivelaciones para las construcciones necesarias.

Preparar, compactar 40.000 m<sup>2</sup>

Para reactores o raceway, zona de parqueo, áreas de circulación y servicios.

Para zona de construcciones y procesos y tanque de agua (planta mínima requerida)

Es importante aclarar, que una de las bondades del terreno, es que cuenta con un pozo profundo de agua, por lo tanto esto genera un ahorro para el proyecto.

- **Construcciones en general**

Se ha definido que las construcciones serán casetas tipo campamento, dotadas cada una con los servicios necesarios para el desarrollo de las funciones de cada área y de acuerdo a los requerimientos del tamaño de la planta (**Ver Anexo 2**). Son en total 466m<sup>2</sup> de construcción de acuerdo a las siguientes especificaciones:

**Tabla 4. Especificaciones Obras Civiles.**

<b>OBRA</b>	<b>AREA m2</b>
Laboratorio	48
Zona mantenimiento	180
Batería Baños	12
Vestiers mujeres	8
Vestiers hombres	6
Apto vivienda	69
Oficinas administrativas y ventas	64
Bodega producto final	40
Bodega herramientas e insumos varios	35
Portería/ vigilancia	4
Cierre Perimetral	
<b>Subtotal construcciones</b>	<b>466</b>
Cultivo Masivo	35.534
<b>TOTAL AREA</b>	<b>40.000</b>

Fuente: Autores

- **Requerimientos en Maquinaria y Equipos:**

De acuerdo a las necesidades de producción y tamaño de la planta se estable las cantidades los siguientes requisitos de maquinaria, los cuales fueron previamente cotizados por proveedores nacionales:

**Tabla 5. Requerimientos de Maquinaria y Equipos.**

<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MAQUINARIA</b>				
Tamiz vibratorio	2	\$920.000	\$1.840.000	
Centrifuga Industrial	1	\$ 15.000.000	\$15.000.000	
Secador Spray	1	\$70.000.000	\$ 70.000.000	
Planta de filtro de agua	1	\$15.000.000	\$15.000.000	
Motobomba	1	\$4.700.000	\$ 4.700.000	
Motobomba	2	\$6.800.000	\$ 13.600.000	
Generador eléctrico	1	\$85.000.000	\$85.000.000	
Compresor	1	\$70.000.000	\$70.000.000	
Refrigerador para mantenimiento de cepas y reactivos	1	\$10.000.000	\$ 10.000.000	
Aire acondicionado	5	\$ 750.000	\$3.750.000	
Vehículo camion 2,5 toneladas	1	\$ 90.000.000	\$90.000.000	
Moto	1	\$ 4.500.000	\$4.500.000	
Generador y Cilindros con CO2	1	\$57.500.000	57.500.000	
<b>TOTAL MAQUINARIA</b>				<b>\$440.890.000</b>
<b>EQUIPOS</b>				
<b>Equipo Laboratorio</b>				
Cámara de neubauer o de	5	\$500.000	\$2.500.000	

<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
Thomas para conteo de células				
Cabina de flujo laminar	1	\$12.000.000	\$12.000.000	
Autoclave All American 18 litros	1	\$2.800.000	\$2.800.000	
Equipo de filtración por membrana	1	\$6.500.000	\$6.500.000	
Membranas de filtración	1	\$ 45.000	\$ 45.000	
Microscopio con 4 objetivos	1	\$ 200.000	\$ 200.000	
Termómetro de 0,5 grados de precisión	1	\$ 80.000	\$80.000	
Balanza capacidad 160 g sensibilidad 0,001 g.	1	\$ 50.000	\$50.000	
Balanza capacidad máxima 1000 g, sensibilidad 0,1 g	1	\$280.000	\$ 280.000	
Medidor digital de ph	1	\$70.000	\$ 70.000	
Luxómetro	1	\$90.000	\$90.000	
Espectrofotómetro	1	\$850.000	\$850.000	
Kit Reactivos de nitrógeno	1	\$750.000	\$750.000	
Kit Reactivos de fósforo	1	\$700.000	\$ 700.000	
Aire acondicionado	2	\$750.000	\$1.500.000	
Temporizadores	1	\$350.000	\$ 350.000	
Filtro de aire	1	\$3.000.000	\$3.000.000	
<b>SUBTOTAL TOTAL EQUIPO LABORATORIO</b>				<b>7.920.000,00</b>
<b>Implementos</b>				

<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
Mechero tipo bunsen	4	\$50.000	\$ 200.000	
Destilador de agua	1	\$ 6.000.000	\$6.000.000	
Pinzas	20	\$15.000	\$300.000	
Tijeras	10	\$4.000	\$140.000	
Guantes	200	\$14.000	\$2.800.000	
Rejillas	30	\$ 8.000	\$240.000	
<b>MATERIAL DE VIDRIO:</b>				
Tubos de ensayo	500	\$ 1.000	\$ 500.000	
Gradillas	20	\$10.000	\$200.000	
Matraces entre 250 a 1000 cc	15	\$ 25.000	\$ 375.000	
Vasos precipitados	20	\$15.000	\$ 300.000	
Probetas	20	\$ 22.000	\$440.000	
pibetas volumétricas	20	\$ 10.000	\$ 200.000	
Micropipetas	2	\$ 2.500.000	\$ 5.000.000	
Otros materiales: Luz artificial para cultivos en laboratorio	25	\$ 45.000	\$ 1.125.000	
<b>SUBTOTAL IMPLEMENTOS</b>				<b>\$ 17.820.000</b>
<b>TOTAL EQUIPO</b>				<b>\$ 25.740.000</b>
<b>TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				<b>\$ 466.630.000</b>

Fuente: Autores

- **Requerimientos de Herramientas.**

De acuerdo a las necesidades de producción y tamaño de la planta se estable los siguientes requisitos de Herramientas, las cuales fueron previamente cotizadas por proveedores nacionales:

**Tabla 6. Requerimientos de Herramientas.**

<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
<b>HERRAMIENTAS:</b>				
Alicates	5	\$ 20.000	\$ 100.000	
Set de Destornilladores	1	\$ 30.000	\$ 30.000	
Sierra	1	\$ 230.000	\$ 230.000	
Serrucho	1	\$ 15.000	\$ 15.000	
Pala	1	\$ 18.000	\$ 18.000	
Llaves de bocas y corona	1	\$ 39.000	\$ 39.000	
Martillo	1	\$ 30.000	\$ 30.000	
Compresor	2	\$ 380.000	\$ 760.000	
Torno	1	\$ 380.000	\$ 380.000	
Taladro	2	\$ 250.000	\$ 500.000	
Herramientas especiales para equipos	1	\$ 300.000	\$ 300.000	
Carretilla de mano	10	\$ 100.000	\$ 1.000.000	
Bandejas plásticas	10	\$ 25.000	\$ 250.000	
Baldes	20	\$ 8.000	\$ 160.000	
Paletas pequeñas	10	\$ 15.000	\$ 150.000	
Elementos de aseo	1	\$ 6.000.000	\$ 6.000.000	
				<b>\$9.962.000</b>

Fuente: Autores

- **Requerimientos Muebles y Enseres:**

Se establecen los siguientes requisitos en Muebles y Enseres, los cuales fueron previamente cotizados por proveedores nacionales:

**Tabla 7. Requisitos Muebles y Enseres.**

<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MUEBLES Y ENSERES:</b>				
Mesones de acero inoxidable	5	\$ 250.000	\$1.250.000	
Sillas	20	\$ 70.000	\$1.400.000	
Escritorios	10	\$ 300.000	\$3.000.000	
Estantes	5	\$ 150.000	\$750.000	
Archivadores	4	\$ 80.000	\$320.000	
Mesón lavable	2	\$ 150.000	\$300.000	
Mesa	4	\$ 120.000	\$480.000	
Estanterías para materia prima e insumos	3	\$ 250.000	\$750.000	
Útiles de oficina	1	\$ 7.000.000	\$7.000.000	
				<b>\$15.250.000</b>
<b>COMUNICACIONES:</b>				
Teléfonos PBX conmutador	1	\$ 1.500.000	\$1.500.000	
Teléfonos	10	\$ 70.000	\$700.000	
Redes de comunicación	1	\$ 2.000.000	\$2.000.000	
Computadores	8	\$ 1.500.000	\$12.000.000	
Impresoras	3	\$ 250.000	\$750.000	
Radios de comunicación de base	1	\$ 380.000	\$380.000	
Radios personales	10	\$ 380.000	\$3.800.000	
<b>TOTAL COMUNICACIONES</b>				<b>\$21.130.000</b>
<b>TOTAL MUEBLES Y ENSERES</b>				<b>\$36.380.000</b>

- **Requerimientos de Mano de Obra.**

De acuerdo a las cantidades de producción definidas en el Estudio de Mercado, de 1,5 Ton/año, y para realizar a satisfacción los cuatro procesos de la producción, es necesario contar con los siguientes recursos humanos, tanto para el área administrativa y organizacional.

El departamento de producción realiza todo lo concerniente a los aspectos de producción y de mantenimiento.

**Tabla 8. Personal requerido**

<b>CARGO</b>	<b>SUELDO BASICO</b>	<b>NO. EMPLEADOS</b>
<b>Cargos operativos</b>		
Técnicos	\$ 1.100.000	1
Operarios	\$ 613.080	4
Jefe de Producción	\$ 2.800.000	1
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 4.513.080</b>	<b>5</b>

Fuente: Autores

Teniendo en cuenta que para el Año 1, la cantidad de producción está sujeta a una capacidad de utilización del 35% y dependiendo de los cargos, se inician labores en ciertos meses del año. A partir del segundo año, se contempla la nomina que hace relación la **Tabla 8**.

## **4. ORGANIZACIÓN Y OPERACIÓN**

### **4.1 ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y OPERATIVOS**

Se contempla un Sociedad por Acciones Simplificada, organizada por pocas dependencias, debido al tamaño de la misma, donde se centra la máxima autoridad en la Asamblea General de Accionistas, seguida como ente administrador la Junta de Socios, quienes direccionan y toman las decisiones importantes de acuerdo a los objetivos planteados por la empresa.

Se propone este tipo de Sociedad principalmente porque puede constituirse con uno o varios accionistas ya sean personas naturales o jurídicas, la responsabilidad de los Socios, no es solidaria, ya que es limitada al capital representado en sus acciones, no compromete el capital privado de los socios, a su vez, permite un plazo de hasta dos años, para el pago del capital por parte de los mismos y su anonimato. Por otra parte, permite constituirse legalmente bajo suscripción de documento privado sin necesidad de elevar escritura pública, lo cual genera un ahorro en gastos de constitución y no es de obligatoriedad realizar Revisoría Fiscal, de acuerdo a lo establecido en la Ley 1258 de 2008.

El personal administrativo y de ventas que requiere la empresa el siguiente:

**Tabla 9 Cargos Administrativo y Ventas.**

<b>CARGOS ADMINISTRATIVOS</b>	<b>SUELDO BASICO</b>	<b>NO. EMPLEADOS</b>
Gerente	\$ 4.000.000	1
Jefe de Admin y finanzas	\$ 2.800.000	1
Jefe de Ventas	\$ 2.800.000	1
Auxiliar Compras/tesoreria	\$ 800.000	1
Auxiliar Contable	\$ 800.000	1
Contador	\$ 1.200.000	1
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 12.400.000</b>	<b>6</b>

Fuente: Autores

La Gerencia, encargada de planificación, organización y control de áreas de trabajo, administración del personal, gestión de informes y de establecer los ítems necesarios con el fin de lograr el Objetivo básico Financiero de esta: Maximizar el valor de la empresa en el mercado. De esta se ramifican todas las demás dependencias.

El área de contabilidad es una línea Staff, esta realiza visita semanales a la empresa con el fin de tener la información contable a la fecha, y así mismo, trabaja de la mano con el departamento de administración y financiera, por medio de la asistente contable, quien lleva los registros, archivos y datos actualizados en el sistema correspondiente, facilitando las labores del contador.

El departamento de administración y finanzas, está encargado de optimizar los recursos humanos, económicos y financieros con el fin de afianzar el objetivo básico de la empresa, de este departamento depende directamente al área de compras y la auxiliar contable.

El departamento de ventas encargado de la comercialización y el continuo estudio de mercado, con el fin de fidelizar clientes, ampliar y posicionar en el mercado. Para el desarrollo de este proyecto, se requerirá fortalecer este departamento por medio de capacitación debido a lo específico y técnico del mismo, con el fin de promover el mercado, y poder lograr la cobertura, penetración y demás variables indispensables que aseguren el mercado.

#### **4.2 ORGANIZACIÓN PARA LA EJECUCIÓN**

La estructura organizacional de la empresa contará con un gerente, tres Jefaturas: Producción, Administración y Ventas, un contador, cuatro operarios, un auxiliar contable, un auxiliar para Compras y tesorería y vendedor los cuales serán responsables directos del funcionamiento del negocio.

Esta estructura se considera apropiada para llevar a cabo una administración organizada, con un gerente que represente legalmente a la empresa, y desarrolle el objetivo principal de la empresa. Las jefaturas serán encargadas de dar cumplimiento a las actividades requeridas por su área en apoyo de los técnicos, operarios y auxiliares.

**Figura 5 Organigrama.**



Fuente: Autores

### **4.3 CONTROLES INTERNOS**

El control interno será efectuado por el Jefe administrativo y financiero quien deberá velar por el cumplimiento de los contratos, en el tiempo y las condiciones pactadas con el cliente.

De igual forma debe controlar el pago oportuno de las obligaciones contraídas con los proveedores y de los costos en que incurra el negocio.

## 5. ESTUDIO LEGAL

### 5.1 Normatividad.

Este proyecto se encuentra regido por varias normas nacionales abaladas principalmente por los siguientes ministerios:

- Ministerio de Salud y Protección Social.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible,
- Igualmente por las siguientes Organizaciones Internacionales:
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura  
FAO
- Organización Mundial de la Salud OMS.

La principal normatividad contemplada para el proyecto es la siguiente;

**Tabla 10. Normatividad.**

ASPECTO	NORMA	DESCRIPCIÓN	ALCANCE	CUMPLIMIENTO
Normativa general	Ley 99/93  Decreto 245/95	Ley de protección del medio ambiente  Normas de manejo de recursos pesqueros	Nacional	Obligatorio
	Ley 1351/2009	Ley para el desarrollo del sector agrícola (pecuario, forestal, pesquero y alimentario)	Nacional	Obligatorio
Conpes 3375	05/09/2005	Política Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad de Alimentos para el sistema de medidas sanitarias y	Nacional	

ASPECTO	NORMA	DESCRIPCIÓN	ALCANCE	CUMPLIMIENTO
		fitosanitarias		
Resolución 187	31/07/2006	Reglamento para la producción primaria, procesamiento, empacado, etiquetado, almacenamiento, certificación, importación, comercialización, y se establece el Sistema de Control de Productos Agropecuarios Ecológicos	Nacional	Obligatorio
Ley 100	Artículo 245/1993	El cual tiene como objeto la ejecución de las políticas del INVIMA en materia de vigilancia sanitaria y control de calidad de medicamentos, alimentos, productos biológicos. Y aquellos productos generados por biotecnología.	Nacional	
Artículo 3075 De 1997	Artículo 54	A los alimentos obtenidos por biotecnología de tercera generación y/o procesos de ingeniería genética, se les otorgara registro sanitario previo estudio y concepto favorable de la comisión revisora del INVIMA. Dicha comisión realiza Visita de certificación o renovación de buenas prácticas de manufactura a establecimientos fabricantes, procesadores, mezcladores o envasadores de aditivos alimentarios,	Nacional	Obligatorio
Resolución 2606 Del 2009		Reglamento Técnico sobre los requisitos que deben cumplir los aditivos	Nacional	

ASPECTO	NORMA	DESCRIPCIÓN	ALCANCE	CUMPLIMIENTO
		alimentarios que se fabriquen, procesen, envasen, almacenen, transporten, expendan, importen, exporten, comercialicen y se empleen en la elaboración de alimentos para consumo humano en el territorio nacional.		
Ley 1258 de 2008		Creación la sociedad por acciones simplificada.	Nacional	

Fuente: Autores

Adicionalmente de las normas que rigen el proyecto actual, es de suma importancia identificar otros requisitos no menos importantes:

- Realizar el registro de la marca y nombre del producto (fonético y figurativo) ante la Superintendencia de Industria.
- Establecer vínculos con la Corporación Colombiana de investigación Agropecuaria (CORPOICA) Ministerio de Agricultura y otras asociaciones nacionales e internacionales que permitan alianzas comerciales, apoyo en investigación y desarrollo en biotecnología por medio de CBB (Centro de biotecnología y Bioindustria); INCODER (Instituto Colombiano de Desarrollo Rural) y AUNAP (Autoridad nacional de acuicultura y pesca).
- Acuerdos Regulatorios Internacionales pesqueros como la OROP y CIAT

Dar cumplimiento a las obligaciones ante la DIAN, tales como:

- Impuesto sobre la Renta y Complementarios
- Retención en la fuente
- Impuestos a las ventas

- Gravamen a los movimientos financieros
- Impuesto de Industria y Comercio

## **5.2 CONTRATOS**

Dentro del desarrollo del proyecto se contemplan diferentes tipos de contratos, cumpliendo con especificaciones de acuerdo al tipo y duración, entre otras:

- Contrato de obras civiles
- Contrato con Empresas de servicio de vigilancia.
- Contrato de arrendamiento en el uso de licencias, programa contable y comunicaciones (telefonía, internet, radio de comunicación)
- Contratos de seguros
- Contrato de Outsourcing

Para los contratos en general, es importante tener en cuenta las características de las actividades que se van a desarrollar, así, aspectos como seguridad industrial, salud ocupacional, prestaciones de ley, dotaciones, tiempos, responsabilidades, funciones, y demás requisitos necesarios que se ajusten a las necesidades y que se encuentren en el marco de la ley.

## **5.3 TIPO DE ORGANIZACIÓN**

Se realizará bajo el marco de la creación de una nueva empresa, a través de la conformación de la sociedad Biopigmetos S.A.S, con las características de que sus socios fundadores serán los creadores del presente proyecto.

La sociedad constituida para el presente proyecto se regirá por los estatutos legales requeridos y dará cumplimiento a los mismos ante las instituciones, bajo el marco de la Ley 1258 de 2008.

#### **5.4 TRIBUTACIÓN**

En el área tributaria, la sociedad se acogerá a la ley del primer empleo Ley 1429 del 2010 y la ley 7059, las cuales otorgan exenciones tributarias en pago de parafiscales y pago gradual de impuesto durante 5 años.

Para tales fines tributarios, la sociedad cumplirá con todos los Entidades Gubernamentales y no Gubernamentales, desde su inscripción y legalización de la misma.

## 6. ESTUDIO FINANCIERO

### 6.1 PARAMETROS BASICOS.

Para el desarrollo del estudio financiero, nos basamos en los siguientes supuestos:

- Proyección del flujo de caja a precios constantes.
- Se tiene como referencia por el BanColombia y BANCOOMEVA una tasa de interés entre el 16 y 19%, para el estudio se estable una tasa de interés del 18% de acuerdo al sistema financiero del país.
- Para el primer año se establece que la producción estará dada de acuerdo en una capacidad de utilización del 35%, para el segundo año del 60% hasta llegar a un máximo del 100% en el tercer año.
- Debido a que en el primer año, solo se comercializará una parte de la producción de los 525 Kilos de astaxantina al 2,6%, se establece que los activos diferidos se llevaran a un periodo de 5 años, para suavizar el flujo de caja de los primeros tres años del proyecto.
- Se realizará una sensibilización sobre tres escenarios con una de las variables más representativas para el flujo del proyecto, la variable precio, bajo un escenario moderado, otro optimista (+10%) y otro pesimista (-10%), partiendo de un precio moderado de \$1.550.000 por kilogramo de Astaxantina al 2,6%. Las demás variables se mantendrán constantes.
- El flujo de caja y análisis del proyecto se establece bajo las condiciones legales vigentes en términos de mano de obra y cotizaciones de materiales puestos en planta. Así mismo, para efectos de estandarización por precio por metro cuadrado, se establece contratar con una firma legal nacional, todo lo

concerniente a obras civiles, estructuras, cableados, planta de producción, casetas móviles de campamentos y otros.

- Se establece financiar con terceros el capital de trabajo y partes significativas de las inversiones.

La herramienta financiera utilizada para el presente estudio, es de Autoría del Profesor Guillermo Bustamente, con quien pudimos aplicar en el modulo de Análisis Financiero del pensum Académico.

## **6.2 inversiones.**

Partiendo del concepto de inversión como una colocación de capital con el fin de obtener un beneficio económico, identificamos para el presente proyecto, esos recursos físicos, económicos y financieros, que requerimos para el desarrollo del mismo. Constituyen el valor total de los activos fijos, los activos diferidos y el capital de trabajo puesto por parte de los inversionistas con el fin de cubrir los gastos preoperativos, puesta en marcha de la planta.

**6.2.1 Inversiones Fijas.** Se encuentra representada por los activos fijos que permiten una vida útil mayor a un año y que a su vez son indispensables para el desarrollo del proyecto. Como parte de esta inversión se incluye la compra del terreno rural descrito en el estudio técnico, edificaciones, maquinaria y equipo, muebles y enseres, vehículo, los cuales están referenciados en las siguientes tablas y están soportados en el Estudio Técnico y **Anexo 2.**

En el rubro de las edificaciones, se establece con base a un estándar para la contratación de todo los aspectos de obras civiles, incluyendo los estanques o raceway para el cultivo de la microalga.

**Tabla 11. Inversion para construccion**

<b>PARAMETROS</b>	<b>TOTAL ÁREA M2</b>	<b>40.000</b>
área en m2 construcción		466
área por reactor		1.000
número de reactores		32
costo casetas por m2		330.000
costo adecuaciones x m2		8.000
costo terreno x M2		600
costo x m x reactor		22.000
costo total terreno		24.000.000

<b>CONSTRUCCION OBRAS CIVILES</b>	<b>PRECIO</b>
PREPARACION, ADECUACION, ACOMETIDAS E INSTALACIONES DE TERRENO	\$320.000.000
CONSTRUCCION OFICINAS, LABORATORIO, VIVIENDA, BODEGA	\$153.780.000
CONSTRUCCION REACTORES RACEWAY	\$704.000.000
<b>TOTAL OBRA CIVIL EDIFICIOS</b>	<b>\$1.177.780.000</b>

Fuente: Autores

**Tabla 12. Resumen Maquinaria y Equipo**

<b>EQUIPOS Y MAQUINARIA</b>	<b>Valor Pesos</b>
Maquinaria y equipo	\$ 440.890.000
Equipo analítico	\$ 7.920.000
Implementos laboratorio	\$ 17.820.000
Herramientas	\$ 9.962.000
<b>Total</b>	<b>\$ 476.592.000</b>

Fuente: Autores

**Tabla 13. Resumen Herramientas**

<b>CONCEPTO</b>	<b>Valor Pesos</b>
Total de Herramientas	\$ 9.962.000

Fuente: Autores

**Tabla 14. Resumen Muebles y Enseres.**

<b>EQUIPO OFICINA</b>	<b>VALOR PESOS</b>
Muebles y enseres	\$ 15.250.000
Equipos de oficina	\$ 21.130.000

Fuente: Autores

**6.2.2 Inversión Diferida.** Para esta inversión se contempla todas las inversiones realizadas en bienes intangibles necesarios para la puesta en marcha o iniciación de la planta. Dicha inversión puede ser diferida en el tiempo, de acuerdo al grado de sensibilización que se quiera dar al flujo de caja del proyecto, basado en el análisis de los ingresos del mismo. Dicho valor es amortizable y recuperable a largo plazo. Para citar algunos clasificados en esta cuenta, gastos de estudios básicos de ingeniería de diseños, gastos legales y de constitución de empresa, nomina del personal contratado desde el inicio del proyecto como el Gerente, Contador, Servicio de vigilancia y servicio de aseo, los cuales se han clasificado en esta cuenta hasta el 6 mes del primer año, mes en el que inicia operaciones el laboratorio, a partir del 7 mes de dicho año, se causarán en los gastos administrativos. Dicha nomina no corresponde a mano de obra para la construcción y adecuación de la planta, ya que este servicio se estipulo realizar con un proveedor por medio de con un tipo de contrato llave en mano.

**Tabla 15: Cargos Preoperativos de Nomina.**

<b>Cargos Administrativos</b>	<b>PREOPERATIVOS</b>
Gerente	\$ 32.599.992
Auxiliar Contable	\$ 7.399.838
Contador	\$ 14.400.000
Servicio de Vigilancia y Aseo	\$ 24.000.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 78.399.830</b>

Fuente: Autores

A continuación se detallada la inversión diferida:

**Tabla 16. Resumen de Inversión Diferida.**

<b>INVERSIÓN DIFERIDA</b>	
Gastos de estudios básicos e ingeniería de detalle	\$ 10.789.440
Gastos legales y de constitución empresa	\$ 5.440.000
Gastos de certificaciones y registros	\$ 4.883.700
Permisos y Licencias	\$ 6.000.000
Registro de marcas y patentes	\$ 5.000.000
Pruebas ensayos y puesta en punto planta	\$ 10.000.000
Servicios iniciales de mercadeo y publicidad	\$ 15.000.000
Asesorías y pruebas de certificación de calidad	\$ 5.000.000
Cargos prooperativos de nomina.	\$ 78.399.830
	<b>\$ 137.982.970</b>

Fuente: Autores

**6.2.3 Inversión de Capital de Trabajo** Se determino el capital de trabajo de acuerdo a los parámetros establecidos en el estudio técnico, respecto a la producción de la planta en el primer año, correspondiente a una capacidad de

utilización al 35%, y asumiendo que el área de laboratorio puede dar inicio entre el quinto y sexto mes de dicho año 1. Por lo tanto dicho valor consigna el saldo requerido de caja que permitan dar cumplimiento a los gastos de administración, cobertura de 180 días para mano de obra, CIF, gastos de distribución y ventas. Se ha parametrizado unas cuentas por cobrar a 15 días, un pago a proveedores de 45 días. El valor por concepto de capital de trabajo es de \$ 399.926.130 Millones de pesos para el año 1 y \$524.404.602 Millones de pesos para el año 2.

**6.2.4 Costos de mano de obra.** El concepto de la mano de obra está valorado en la siguiente tabla, de acuerdo a las necesidades del recurso humano para la planta, y basados en los sueldos mínimos legales vigentes, tablas salariales y a lo concerniente a la nueva normatividad respecto a los parafiscales y seguridad social. Se totaliza un costo por Mano de Obra de acuerdo a la **Tabla 17**, en donde se estiman las necesidades conforme a la capacidad de utilización de planta en los dos primeros años, tomando para el año 1, un incremento del 4% al salario mínimo actual para ajustarlo en el sueldo real del 2014, todo el flujo se mantiene a precios constantes. Por lo tanto para el año 1, el costo del rubro corresponde a tres meses, en los cuales hay producción y se requiere personal técnico y operario para el proceso.

Es importante aclarar que el servicio de Contador, vigilancia y aseo, se contrataran por outsourcing desde el mes 1 del Año 1, y están cargados en los gastos de administración y en un porcentaje en los gastos preoperativos hasta el mes 6, a partir del mes 7 serán referenciados en gastos administrativos.

**Tabla 17. Nomina.**

<b>Cargos operativos</b>	<b>MES</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
Técnicos	\$ 2.662.333	\$ 15.973.996	\$ 95.843.976
Operarios	\$ 3.632.203	\$ 21.793.220	\$ 130.759.320
Jefe de Producción	\$ 1.494.166	\$ 6.275.498	\$ 52.714.187
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 7.788.702</b>	<b>\$ 44.042.715</b>	<b>\$ 279.317.484</b>

**PARA LOS GASTOS DE ADMINISTRACION**

<b>Cargos Administrativos</b>	<b>MES</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
Gerente	\$ 5.433.332	\$ 32.599.992	\$ 65.199.984
Jefe de Admón. y finanzas	\$ 3.803.332	\$ 22.819.994	\$ 45.639.989
Jefe de Ventas	\$ 3.803.332	\$ 11.409.997	\$ 45.639.989
Auxiliar Compras/tesorería	\$ 1.233.306	\$ 7.399.838	\$ 14.799.677
Jefe de Producción	\$ 798.700	\$ 4.792.199	\$ 9.584.398
Auxiliar Contable	\$ 1.233.306	\$ 7.399.838	\$ 14.799.677
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 16.305.309</b>	<b>\$ 86.421.859</b>	<b>\$ 195.663.713</b>

Fuente: Autores

**6.2.5 Inversión Total** La inversión total se deriva de la sumatoria de la inversión fija, diferida y de capital de trabajo, necesaria para la puesta en marcha del presente proyecto.

**Tabla 18. Inversión Total.**

<b>CONCEPTO</b>	<b>VALOR</b>
Subtotal Activos Fijos	<b>1.741.252.000</b>
Subtotal Activos Diferidos*	<b>421.970.074</b>
<b>Capital de Trabajo Inicial</b>	<b>924.330.732</b>
<b>Inversión Total</b>	<b>3.061.052.806</b>
* Este valor incluye otros gastos preoperativos e interés	

Fuente: Autores

**6.2.6 Fuentes de Financiación.** Una vez establecida la inversión, en cabeza de los socios se determina las fuentes de financiación, previo análisis de acuerdo a un monto y costo financiero.

Existen dos formas de financiar la inversión, vía aportes por parte de los socios, o vía pasivos por medio de financiación en el sector financiero. El dinero proveniente del inversionista es más costoso, dado el costo de oportunidad que este estima para su inversión, sin embargo, para el presente flujo, se combinan la colocación de los recursos de las dos formas, con el fin de equilibrar la estructura financiera de la empresa, y transmitir a los terceros un balance sano y generador de confianza.

Se contempla una financiación con terceros, es decir, un servicio a la deuda, por valor de \$1.577 millones de pesos, (equivale al 51% sobre la inversión) y un capital social de \$1.483 Millones de pesos. Dicha financiación a través de un crédito bancario, de acuerdo a una tasa del 18% anual, asumida dentro de los supuestos del proyecto y acorde a las tasas del interés del sector financiero entre el 16-19% EA.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Basadas en el comportamiento de las tasas de colocación de Bancolombia y BANCOOMEVA. (2013)

**6.2.7 Costos** Los costos hacen referencia a los costos fijos y los costos variables, los cuales se referencian a continuación. Los costos de Producción se establecen para la producción de 1,5 toneladas/año de Astaxantina en polvo, con 32 reactores tipo raceway. Se realiza el modelo de costeos estándar.

**6.2.8 Costos fijos** Estos costos fijos son aquellos que no se afectan por la producción del cultivo microalgal, varían con el tiempo más no por la actividad. Para los costos fijos directos, contemplamos la mano de obra directa y en los indirectos, C.I.F, materiales indirectos, lo concerniente a administración y mano de obra ajena a la producción.

**6.2.9 Costos variables** Los costos variables, cambian de acuerdo al nivel de producción y se causaran de acuerdo a las necesidades del proyecto.

**6.2.10 Costos Totales concepto** Estos costos corresponden a la sumatoria de todos los costos descritos anteriormente.

**Tabla 19. Costos de Producción Kg Astaxantina.**

COSTO DE PRODUCCION		CANTIDADES REQUERIDAS	PRECIO	TOTAL	GRAN TOTAL
<b>MATERIALES</b>					
<b>MATERIA PRIMA</b>					
Compra de Cepas		2	\$ 560.000	\$ 1.120.000	
<b>INSUMOS</b>					
Micronutrientes		1	\$ 16.000.000	\$ 16.000.000	
Macronutrientes		1	\$ 18.000.000	\$ 18.000.000	
Fuentes de carbono		6.000	\$ 50.000	\$ 300.000.000	
Empaque		1	\$ 6.500.000	\$ 6.500.000	
<b>SUBTOTAL</b>					<b>\$ 341.620.000</b>
<b>SUBTOTAL UNITARIO KG</b>					<b>\$ 227.747</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					

<b>COSTO DE PRODUCCION</b>		<b>CANTIDADES REQUERIDAS</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>	<b>GRAN TOTAL</b>
Personal directo		9.504	\$ 10.289	\$ 97.784.428	
<b>SUBTOTAL</b>					<b>\$ 97.784.428</b>
<b>SUBTOTAL UNITARIO KG</b>					<b>\$ 65.190</b>
<b>CIF</b>					
Luz	Kw	1	\$ 16.000.000	\$ 16.000.000	
Agua	m3	11.000	\$ 400	\$ 52.800.000	
Combustibles	Galón	6.000	\$ 5.800	\$ 34.800.000	
Aceites lubricantes y otros	Galón	5.000	\$ 6.000	\$ 30.000.000	
Tratamiento de agua	Varios	1	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000	
Productos químicos	Varios	1	\$ 12.000.000	\$ 12.000.000	
Reparación y mantenimiento equipos		1	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000	
Arrendamiento	m2	1	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	
Implementos de Aseo y otros		1	\$ 12.000.000	\$ 12.000.000	
Depreciación				\$ 119.636.200	
<b>SUBTOTAL</b>					<b>\$ 305.236.200</b>
<b>SUBTOTAL UNITARIO KG</b>					<b>\$ 203.491</b>
<b>COSTO TOTAL PARA 1000 KG</b>					<b>\$ 744.640.628</b>
<b>COSTO TOTAL UNITARIO</b>					<b>\$ 496.427</b>

Fuente: Autores

**Tabla 20. Costos Directos e Indirectos de Producción. (Millones)**

<b>Período</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>COSTOS DIRECTOS DE PROD.</b>	\$ 260	\$ 446	\$ 744	\$ 744	\$ 744	\$ 744	\$ 744	\$ 744	\$ 744	\$ 744
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	\$ 210	\$ 380	\$ 380	\$ 380	\$ 380	\$ 380	\$ 380	\$ 380	\$ 380	\$ 380

Fuente: Autores

### 6.3 INGRESOS Y EGRESOS.

De acuerdo al estudio técnico, donde se había establecido que en el primer año solo se producirá una capacidad al 35%, equivalente a 525 Kg/año, y se venderán el 80% de las unidades producidas, a un precio referente de \$1.550.000 Kg, obteniendo unos ingresos por valor de \$651 Millones de pesos año (ver Tabla 20). El 20% equivalente a 105 kg/año, se destinara a la estrategia de promoción y mercadeo. Los ingresos para el segundo año, corresponden a una producción por capacidad de utilización del 60%, obteniendo \$1.395 Millones de pesos año. A partir del tercer año, se alcanzará el 100% de producción, es decir, 1,5 Ton/año con un valor de \$2.325 Millones de pesos año, y se mantiene el escenario a precios constantes. **Tabla 21.**

Los egresos correspondientes a los costos totales de materia prima, teniendo en cuenta el porcentaje de producción de 35%, 60% y 100% para los año 1, 2 y 3 respectivamente, el cual equivalen a \$119 millones de pesos para el primer año, \$204 millones de pesos para el segundo y \$341 millones de pesos, los cuales se mantienen constante a partir del tercer año. **Tabla 22.**

Para el presente estudio se definen los parámetros de la **Tabla 20**, con el fin de relacionar con las variables requeridas para el desarrollo del flujo de caja del proyecto. Es de aclarar que este flujo es presentado a precios contantes (Inflación 0%).

**Tabla 21. Indicadores Constantes.**

<b>Período</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>INDICADORES</b>										
Inflación (%). (Este ejercicio es constante)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Impuesto a la Renta (%)	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%
Dividendos (%)	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Intereses (%)	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%

Fuente: Autores

**Tabla 22. Análisis de Ingresos**

<b>ANALISIS DE LOS INGRESOS: Flujo No. 3</b>		<b>2.014</b>	<b>2.015</b>	<b>2.016</b>	<b>2.017</b>	<b>2.018</b>	<b>2.019</b>	<b>2.020</b>	<b>2.021</b>	<b>2.022</b>	<b>2.023</b>
Período		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producto No. 1											
Capacidad de Utilización (%)	(%)	35	60	100	100	100	100	100	100	100	100
Unids Producidas/ Vendidas	Un.	525	900	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Precio Unitario	Pesos	1.550.000	1.550.000	1.550.000	1.550.000	1.550.000	1.550.000	1.550.000	1.550.000	1.550.000	1.550.000
Valor Ventas*	Pesos	651	1.395	2.325	2.325	2.325	2.325	2.325	2.325	2.325	2.325
*Valor dado en Millones											

Fuente: Autores

**Tabla 23. Análisis de Egresos**

<b>ANALISIS DE LOS EGRESOS: Flujo No. 2</b>		<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>
<b>ANALISIS DE MAT.PRIMAS</b>											
<b>Período</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
BIOMASA RICA EN ASTAXANTINA EN POLVO											
Capacidad de Utilización	(%)	35	60	100	100	100	100	100	100	100	100
Unid.s Producidas año	Kg	525	900	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Costo Unit. Mat.Prima	Pesos	227747	227747	227747	227747	227747	227747	227747	227747	227747	227747
Total Costo Materia Prima*	Pesos	119	204	341	341	341	341	341	341	341	341
<b>ANALISIS DE M. de O.</b>											
Producto No. 1		1000									
Capacidad de Utilización	(%)	35	60	100	100	100	100	100	100	100	100
Unid.s Producidas año	Kg	525	900	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Costo Unit. M. de O.	Pesos	65190	65190	65190	65190	65190	65190	65190	65190	65190	65190
Total Costo M. de O.*	Pesos	34	58	97	97	97	97	97	97	97	97
<b>ANALISIS DE GASTOS GENERALES DE FABRICACIÓN</b>											
Producto No. 1											
Capacidad de Utilización	(%)	35	60	100	100	100	100	100	100	100	100
Unid.s Producidas año	Kg	525	900	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500

<b>ANALISIS DE LOS EGRESOS: Flujo</b>											
<b>No. 2</b>		<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>
Costo Unit. Costos Ind. de Fab.	Pesos	203491	203491	203491	203491	203491	203491	203491	203491	203491	203491
Total Costos Ind. de Fab.*	Pesos	106	183	305	305	305	305	305	305	305	305
<b>ANALISIS DE OTROS EGRESOS</b>											
Gastos Generales de Admón*		124	274	274	274	274	274	274	274	274	274
Gastos Generales de Ventas*		8	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Gastos Generales de Distrib.		25	38	38	38	38	38	38	38	38	38
Gastos de Mtto y Seguros*		53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Otros Gastos Fijos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subtotal Otros Gastos*		2107	380	380	380	380	380	380	380	380	380
*Valores en Millones											

Fuente: Autores

Se estiman las depreciaciones de acuerdo a la vida útil de los activos fijos, dando cumplimiento a las normas contable.

**Tabla 24. Depreciación y Amortizaciones. (Millones de Pesos)**

<b>DEPREC &amp; AMORT</b>									
Período>>>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Terreno									
Edificios	58	58	58	58	58	58	58	58	58
Maquinaria y Equipo	38	38	38	38	38.	38	38	38	38
Vehículos	18	18	18	18	18	0	0	0	
Muebles y Enseres	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Otras Inversiones									
<b>Subtotal Deprec. Activos Fijos</b>	<b>119</b>	<b>119</b>	<b>119</b>	<b>119</b>	<b>119</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Amortiz. Gastos Preoperativos	84	84	84	84	84	0	0	0	0
Capital de Trabajo									
Total Deprec &Amortiz	204	204	204	204	204	100	100	100	100
<b>Acumulada Deprec &amp; Amort</b>	<b>204</b>	<b>408</b>	<b>612</b>	<b>816</b>	<b>1.020</b>	<b>1.120</b>	<b>1.221</b>	<b>1.322</b>	<b>1.423</b>

Fuente: Autores

**Tabla 25. Estructura Financiera (Millones de Pesos)**

ESTRUCTURA FINANCIERA: Flujo No. 5		2.014	2.015	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020
Período>>>		1	2	3	4	5	6	7
Préstamos M.Plazo	1.177	1.177	0					
Otros Préstamos	399	399						
Subsidios	0	0	0	0	0	0	0	0
Subtotal	1.577	1.577	0	0	0	0	0	0
Capital Social	1.483	674	808	0	0	0	0	0
ACUM. CAPITAL SOCIAL		674	1.483	1.483	1.483	1.483	1.483	1.483
<b>Total Fuentes</b>	<b>3.061</b>	<b>2.252</b>	<b>808</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Fuente: Autores

La estructura de la empresa está compuesto por unos Activo totales de \$3.061 millones de pesos un pasivo por valor de \$1577 millones de pesos y el Capital Social de \$1.483 millones de pesos. Dicha estructura refleja un endeudamiento del 51% a mediano plazo, es una estructura financiera de cuidado, ya que lo recomendable es que el pasivo no supere más del 60% con relación al Capital Social, para evitar una descapitalización.

**Tabla 26. Servicio de la Deuda. (Millones de Pesos)**

<b>SERVICIO DE LA DEUDA: Flujo No. 6</b>		<b>2.014</b>	<b>2.015</b>	<b>2.016</b>	<b>2.017</b>	<b>2.018</b>	<b>2.019</b>
Período>>>		1	2	3	4	5	6
Prestamos M.Plazo		1.577	0				
M.Plazo: Total							
Abonos a capital			225	225	225	225	225
Saldo							
Insoluto		1.577	1.352	1.126	901	676	450
Intereses		0	283	243	202	162	121
Otros Préstamos			0				
Otros: Total abonos a capital	libre inversión para kw		0				
Saldo							
Insoluto			0				
Intereses			0				
<b>Total reembolso (abonos a cap)</b>		<b>0</b>	<b>225</b>	<b>225</b>	<b>225</b>	<b>225</b>	<b>225</b>
<b>Total balance (prestamos)</b>		<b>1.577</b>	<b>1.352</b>	<b>1.126</b>	<b>901</b>	<b>676</b>	<b>450</b>

Fuente: Autores

**Tabla 27. Análisis de Capital de Trabajo (Millones de Pesos)**

ANALISIS DEL CAPITAL DE TRABAJO			2.014	2.015	2.016	2.017	2.018	
SALDO DE EFECTIVO REQUERIDO EN CAJA								
Item	Período>>>	Días de Cobertura	Coefici ente de Renov.	1	2	3	4	5
Mano de Obra		180	2	17	29	488	488	488
CIF		180	2	53	203	152	152	152
Gastos Generales de Admón		180	2	249	549	137	137	137
Gastos Generales de Ventas		180	2	4	7	7	7	7
Gastos Generales de Distrib.		180	2	12	19	19	19	19
Saldo efectivo requerido en caja				336	808	365	365	365
Incremento saldo efectivo req.				336	471	-443	0	0

Fuente: Autores

**Tabla 28. Estados de Resultados (Millones de Pesos)**

Estado de Resultados		2.014	2.015	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020	2.021	2.022	2.023
Ítem	Período>>>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Capacidad de Utilización	(%)	35	65	100	100	100	100	100	100	100	100
TOTAL VENTAS		\$ 651	\$ 1.395	\$ 2.325	\$ 2.325	\$ 2.325	\$ 2.325	\$ 2.325	\$ 2.325	\$ 2.325	\$ 2.325
COSTOS DIRECTOS DE PROD.		\$ 260	\$ 446	\$ 744	\$ 744	\$ 744	\$ 744	\$ 744	\$ 744	\$ 744	\$ 744
Materia Prima		\$ 119	\$ 204	\$ 341	\$ 341	\$ 341	\$ 341	\$ 341	\$ 341	\$ 341	\$ 341
Mano de Obra		\$ 34	\$ 58	\$ 97	\$ 97	\$ 97	\$ 97	\$ 97	\$ 97	\$ 97	\$ 97
Costos Ind. de Fabricación		\$ 106	\$ 183	\$ 305	\$ 305	\$ 305	\$ 305	\$ 305	\$ 305	\$ 305	\$ 305
MARGEN BRUTO DE VENTAS		\$ 390	\$ 948	\$ 1.580	\$ 1.580	\$ 1.580	\$ 1.580	\$ 1.580	\$ 1.580	\$ 1.580	\$ 1.580
COSTOS INDIRECTOS											
Gastos de Admón, Ventas, etc.		\$ 210	\$ 380	\$ 380	\$ 380	\$ 380	\$ 380	\$ 380	\$ 380	\$ 380	\$ 380
DEPREC. & AMORT.		\$ 204	\$ 204	\$ 204	\$ 204	\$ 204	\$ 100	\$ 100	\$ 100	\$ 100	\$ -
UTIL. OPERACIÓN (UAI)		\$ (24)	\$ 363	\$ 995	\$ 995	\$ 995	\$ 1.099	\$ 1.099	\$ 1.099	\$ 1.099	\$ 1.099
OTROS INGR. (Vr. Residual gravable)											\$ -
INTERESES OPERACIONALES		\$ -	\$ 283	\$ 243	\$ 202	\$ 162	\$ 121	\$ 81	\$ -		\$ -
UTIL. ANTES DE IMP. (UAI)		\$ (24)	\$ 79	\$ 752	\$ 792	\$ 833	\$ 977	\$ 1.017	\$ 1.099	\$ 1.099	\$ 1.099
IMPUESTOS (%)		\$ -	\$ 26	\$ 248	\$ 261	\$ 275	\$ 322	\$ 335	\$ 362	\$ 362	\$ 395
<b>UTILIDAD NETA</b>		<b>\$ (24)</b>	<b>\$ 53</b>	<b>\$ 504</b>	<b>\$ 531</b>	<b>\$ 558</b>	<b>\$ 654</b>	<b>\$ 682</b>	<b>\$ 736</b>	<b>\$ 736</b>	<b>\$ 803</b>

Estado de Resultados	2.014	2.015	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020	2.021	2.022	2.023
DIVIDENDOS	\$ -	\$ 5	\$ 50	\$ 53	\$ 55	\$ 65	\$ 68	\$ 73	\$ 73	\$ 80
<b>GCIAS NO DISTRIBUIDAS</b>	<b>\$ (24)</b>	<b>\$ 48</b>	<b>\$ 453</b>	<b>\$ 478</b>	<b>\$ 502</b>	<b>\$ 589</b>	<b>\$ 613</b>	<b>\$ 662</b>	<b>\$ 662</b>	<b>\$ 723</b>

Fuente: Autores

Exceptuando el primer año, donde no tenemos producción al 100%, el proyecto genera unas utilidades netas positivas, permitiendo cumplir con el pago de dividendos a los socios e impuestos. Bajo estas condiciones el precio y las ventas del escenario, en condiciones normales, permiten la generación de beneficios para el proyecto.

**Tabla 29. Flujo de Caja- Estado de Liquidez (Millones de Pesos)**

FLUJO DE CAJA: ESTADO DE LIQUIDEZ - MOD. 2	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Período>>>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Capacidad de Utilización (%)			60	80	100	100	100	100	100	100
<b>FUENTES</b>	<b>2432</b>	<b>1376</b>	<b>1199</b>	<b>1199</b>	<b>1199</b>	<b>1199</b>	<b>1199</b>	<b>1199</b>	<b>1199</b>	<b>1199</b>
Utilidad Operacional (UAll)	-24	363	995	995	995	995	995	995	995	995
Depreciación& amort	204	204	204	204	204	100	100	100	100	0
Préstamos	1577	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Capital Social	674	808	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor Residual (desinversiones)***										
<b>USOS</b>	<b>2252</b>	<b>1349</b>	<b>371</b>	<b>743</b>	<b>718</b>	<b>735</b>	<b>710</b>	<b>702</b>	<b>436</b>	<b>-338</b>

<b>FLUJO DE CAJA: ESTADO DE LIQUIDEZ - MOD. 2</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>
Inversiones en Act. no corrientes	1852	283	0	0	0	0	0	0	0	-814
Variación en Capital de Trabajo	399	524	-396	0	0	0	0	0	0	0
Servicio de la Deuda										
Intereses	-	283	243	202	162	121	81	40	-	-
Abonos a Capital	-	225	225	225	225	225	225	225	-	-
Impuestos	-	26	248	261	275	322	335	362	362	395
Dividendos	-	5	50	53	55	65	68	73	73	80
EXCESO/DEFICIT	179	26	828	456	481	464	489	497	763	1.537
CAJA FINAL:										
ACUM. Saldo efect. (Exc/defic)	179	206	1.034	1.491	1.972	2.437	2.926	3.424	4.187	4.962
Saldo efect. req. en caja	336	808	365	365	365	365	365	365	365	365
BALANCE CAJA FINAL	516	1.014	1.400	1.856	2.338	2.802	3.291	3.789	4.552	5.327
OTRA PRESENTACION:										
CAJA INICIAL	-	516	1.014	1.400	1.856	2.338	2.802	3.291	3.789	3.789
INC. Mínima requerida	336	471	(443)	-	-	-	-	-	-	-
Exceso/Deficit	179	26	828	456	481	464	489	497	763	1.537

<b>FLUJO DE CAJA: ESTADO DE LIQUIDEZ - MOD. 2</b>		<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>
BALANCE CAJA FINAL		516	1.014	1.400	1.856	2.338	2.802	3.291	3.789	4.552	5.327

Fuente: Autores

**Tabla 30. Balance General (Millones de Pesos)**

<b>BALANCE</b>		<b>2.013</b>	<b>2.014</b>	<b>2.015</b>	<b>2.016</b>	<b>2.017</b>	<b>2.018</b>	<b>2.019</b>	<b>2.020</b>	<b>2.021</b>
Período>>>		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Capacidad de Utilización	(%)			60	80	100	100	100	100	100
<b>ACTIVOS</b>										
<b>1. ACTIVO CORRIENTE</b>										
1.1 CAJA: FINAL	0	516	1.014	1.400	1.856	2.338	2.802	3.291	3.789	4.552
1.2 CxC	24	10	23	38	38	38	38	38	38	38
1.3 EXISTENCIAS	0									
Materias Primas	12	9	17	28	28	28	28	28	28	28
Productos en Proceso	24	18	32	44	44	44	44	44	44	44
Productos Terminados	12	39	68	93	93	93	93	93	93	93

<b>BALANCE</b>		<b>2.013</b>	<b>2.014</b>	<b>2.015</b>	<b>2.016</b>	<b>2.017</b>	<b>2.018</b>	<b>2.019</b>	<b>2.020</b>	<b>2.021</b>
TTL ACTIVO CORRIENTE	0	594	1.156	1.605	2.062	2.543	3.008	3.497	3.995	4.758
ACTIVOS NO CORRIENTES										
ACUM. INV. ACTIVOS NO CORR.		1.852	2.136	2.136	2.136	2.136	2.136	2.136	2.136	2.136
ACUM. DEPRECIACIÓN		-204	-408	-612	-816	-1.020	-1.020	-1.221	-1.322	-1.423
ACTIVOS NO CORRIENTES NETOS		1.648	1.728	1.524	1.320	1.116	1.015	915	814	713
TTL ACTIVOS		2.243	2.884	3.130	3.383	3.660	4.024	4.412	4.809	5.472
Período>>>		1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>PASIVOS</b>										
2. PASIVO CORRIENTE										
2.1 CxP (En función de Mat. Pr.)	8	14	25	42	42	42	42	42	42	42
2.2 Otras CxP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.3 Prestamo C. Plazo (Déficit de caja)			225	225	225	225	225	225	225	225

<b>BALANCE</b>		<b>2.013</b>	<b>2.014</b>	<b>2.015</b>	<b>2.016</b>	<b>2.017</b>	<b>2.018</b>	<b>2.019</b>	<b>2.020</b>	<b>2.021</b>
TTL PASIVO CORRIENTE		14	25	268	268	268	268	268	268	268
PRESTAMOS M&L.Plazo		\$ 1.577	\$ 1.577	\$ 1.126	\$ 901	\$ 676	\$ 450	\$ 225	\$ -	\$ -
<b>TTL PASIVO</b>		\$ 1.592	\$ 1.603	\$ 1.395	\$ 1.169	\$ 944	\$ 718	\$ 493	\$ 268	\$ 268
ACUM. CAPITAL SOCIAL (Equity)		\$ 674	\$ 1.483	\$ 1.483	\$ 1.483	\$ 1.483	\$ 1.483	\$ 1.483	\$ 1.483	\$ 1.483
RESERVAS		\$ -	\$ (24)	\$ 23	\$ 477	\$ 955	\$ 1.458	\$ 2.047	\$ 2.661	\$ 3.323
GCIAS NO DISTRIBUIDAS		\$ (24)	\$ 48	\$ 453	\$ 478	\$ 502	\$ 589	\$ 613	\$ 662	\$ 662
<b>TTL PATRIMONIO</b>		\$ 650	\$ 1.506	\$ 1.960	\$ 2.438	\$ 2.941	\$ 3.530	\$ 4.144	\$ 4.807	\$ 5.470
<b>TTL PASIVO+PATRIMONIO</b>		\$ 2.243	\$ 3.110	\$ 3.355	\$ 3.608	\$ 3.885	\$ 4.249	\$ 4.638	\$ 5.075	\$ 5.738
		\$ -	\$ (225)	\$ (225)	\$ (225)	\$ (225)	\$ (225)	\$ (225)	\$ (265)	\$ (265)

Fuente: Autores

Debido a los requerimientos de la inversión se vio la necesidad de tener un pasivo que supera el capital social, sin embargo a partir del segundo año, estas condiciones cambian, dado que se generan las ventas, permitiendo liquidez para dar cumplimiento con las obligaciones financieras hasta el séptimo año.

En la cuenta de los activos corrientes, es de especial interés el manejo que se le dan a las cuentas por cobrar establecido por el tiempo de recuperación de cartera y se refleja un adecuado manejo de inventarios.

## 6.4 EVALUACIÓN FINANCIERA

**6.4.1 Sensibilización Del Proyecto** La información obtenida en los estudios de mercado y técnico, permiten alimentar la herramienta financiera, la cual nos da unos resultados aceptables sobre la rentabilidad en el proyecto bajo dicho escenario de los posibles escenarios futuros Sin embargo, no podemos blindarnos de los cambios que se pueden presentar en la variables externas, ya que dicha rentabilidad está sujeta a estas variaciones.

De lo anterior, visualizamos que la variable más sensible es el precio, es decir, un cambio mínimo en este, afecta directamente los diferentes flujos del proyecto, por la tanto, consideramos realizar la simulación de los escenarios con variaciones al (+/-) 10% del precio.

Se ha establecido dicha variación por los siguientes factores:

- Existen tres empresas multinacionales que abarcan más del 95% del mercado nacional de pigmento sintético.
- El crecimiento de la oferta de pigmentos se ha mantenido constante debido a que este mercado se comporta como un cartel, es decir, un acuerdo informal entre las empresas productoras de pigmento cuyo fin es reducir o eliminar su competencia.
- Actualmente en Colombia no existe una norma que regule y obligue a las empresas demandantes de pigmento a realizar un cambio sobre la procedencia del mismo (de sintético a natural), por lo tanto la demanda del pigmento sintético ha permanecido constante.

De acuerdo al análisis de precio de la competencia, establecido en el estudio de mercados, en donde el precio promedio es de \$1.850.000/ Kg y el precio del producto de estudio es de \$1.550.000/Kg, se evidencia una diferencia de

\$300.000/Kg por debajo del precio de mercado. Por lo tanto consideramos que este porcentaje de variación no debe superar el 10%, permitiendo realizar un análisis comparativo en el presente estudio. Los precios establecidos son los siguientes:

- Precio Moderado: \$1.550.000/Kg
- Precio Pesimista: \$1.395.000/Kg
- Precio Optimista: \$1.705.000/Kg

**Tabla 31. Parametros**

Tasa de oportunidad	20%
Precio Moderado	\$1.550.000
Análisis para cada escenario	10%

Fuente: Autores

Teniendo en cuenta parámetros de los estudios Técnicos y de Mercados, con relación a precios y cantidades, se definió para el escenario moderado ventas de 1.5 Kg/año de Astaxantina, a un precio de \$1.550.000 kg, obteniendo un VPN positivo de \$719 millones de pesos y una TIR del 29% para el proyecto a precios constantes. El periodo de recuperación de la inversión es en el año 4, del horizonte del proyecto. La tasa mínima para obtener una VAN positiva (\$281.190.107 Millones de pesos) para el proyecto sin financiación es del 25%.

A partir de este escenario, se realiza la sensibilización al -10% en relación al precio, manteniendo las demás variables constantes, haciendo referencia a un precio de \$1.395.000 Kg, con este precio se obtiene para el proyecto sin financiación, una VAN de \$170 Millones y una TIR del 22%, a precios constantes. Aunque la VAN es positiva, es un escenario crítico ya que no permite cubrir

ninguna variación por encima del 10%, por lo tanto dicho análisis permite establecer que el precio mínimo de comercialización en kilogramos de Astaxantina es de \$1.395.000 Kg. Por el contrario, en el escenario optimista, con un +10%, es decir, un precio de \$1.705.000 millones de pesos, se obtiene una VAN de \$1.240.millones de pesos y una TIR del 36%, a precios constantes; un escenario atractivo para cualquier inversionista.

**Tabla 32. Resumen de Escenarios (+/-10%)**

PARA EL PROYECTO			
ESCENARIO	PESIMISTA (-10%)	MODERADO	OPTIMISTA (+10%)
PRECIO	\$1.395.000	\$1.550.000	\$1.705.000
VPN	\$170.642.062	\$ 719.849.758	\$ 1.240.188.515
TIR	22%	29,00%	36%
PR	4	5	4

Fuente: Autores

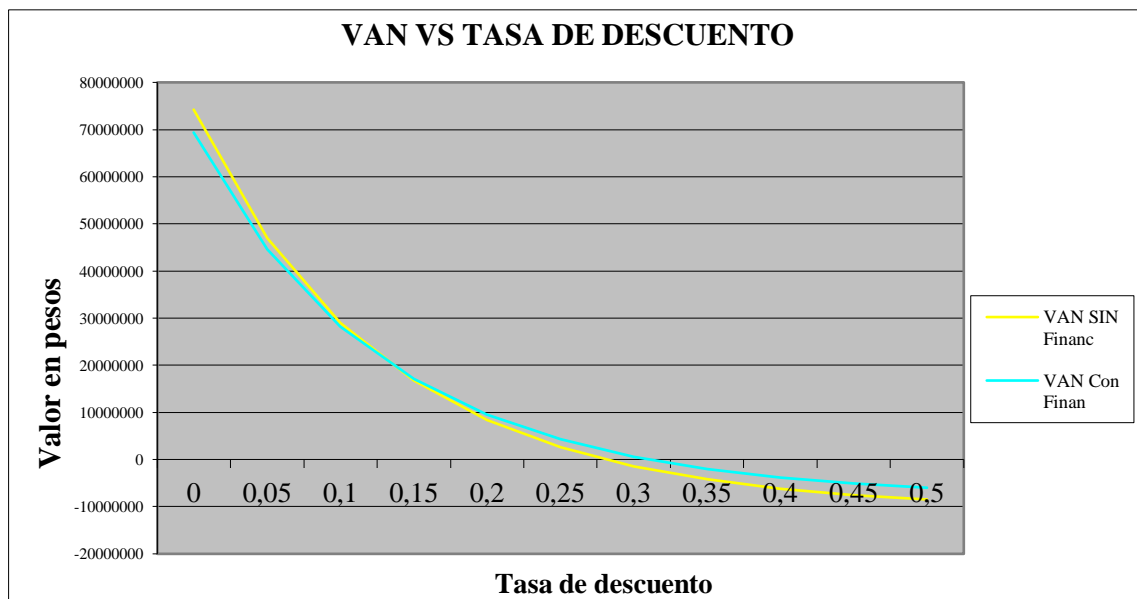
**Tabla 33. Comportamiento TIR y VAN para el Proyecto**

	SIN Financiación	Con Financiación
0%	5.623.008.096	4.768.206.915
5%	3.587.807.384	3.134.964.777
10%	2.248.206.193	2.080.783.763
15%	1.343.860.418	1.382.076.678
20%	719.849.758	907.949.343
25%	281.190.037	579.485.465
30%	-31.976.496	347.798.296
35%	-258.335.953	181.835.294

	SIN	Con
%	Financiación	Financiación
40%	-423.478.569	61.409.631
45%	-544.697.130	-26.886.368
50%	-633.908.817	-92.136.315

Fuente: Autores

**Figura 6. VAN VS Tasa de Descuento.**



Fuente: Autores

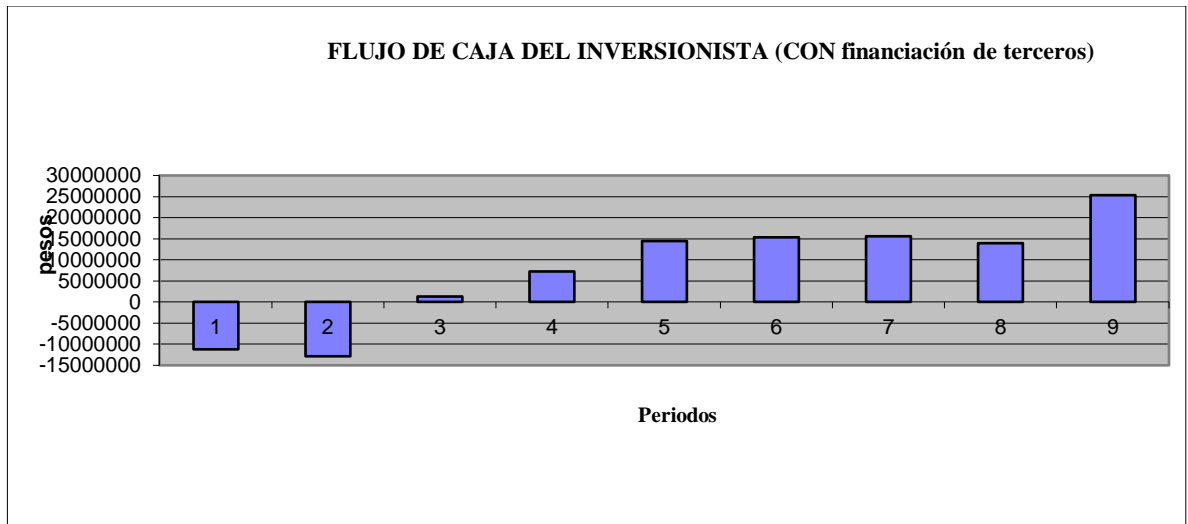
**Tabla 34. Flujo de Caja Inversionista y Proyecto (Millones de Pesos)**

FLUJOS DE CAJA:												
FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Período>>>			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
EXCESO/DEFICIT			179	26	828	456	481	464	489	497	763	1.537
Dividendos			0	5	50	53	55	65	68	73	73	80
Capital Social			-674	-808	0	0	0	0	0	0	0	0
FLUJO DE CAJA DEL INV.			-495	-776	878	509	537	530	557	571	837	1.618
Costo de Oportunidad	20,00%	(==>supu esto)										
VPN (i) del Inversionista		907										
TIR del Inversionista	43,30%											
FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO			2.013	2.014	2.015	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020	2.021	2.022
Período>>>			1	2	3	4	5	6	7	8		9
FLUJO DE CAJA DEL INV.			-495	-776	878	509	537	530	557	571	837	1.618
Préstamos			-1.577	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FLUJOS DE CAJA:												
FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA												
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Intereses			0	283	243	202	162	121	81	40	0	0
Abonos a Capital			0	225	225	225	225	225	225	225	0	0
Ingresos por Beneficios Tributarios					-80	-66	-53	-40	-26	-13	0	0
FLUJO DE CAJA DEL PROY.			-2.073	-267	1.267	871	871	837	837	823	837	1.618
Costo de Capital	20,00%	(==>supu esto)										
VPN(i) del Proyecto		719	(Si el presente está a comienzos de 2013)									
TIR del Proyecto	29,40%											

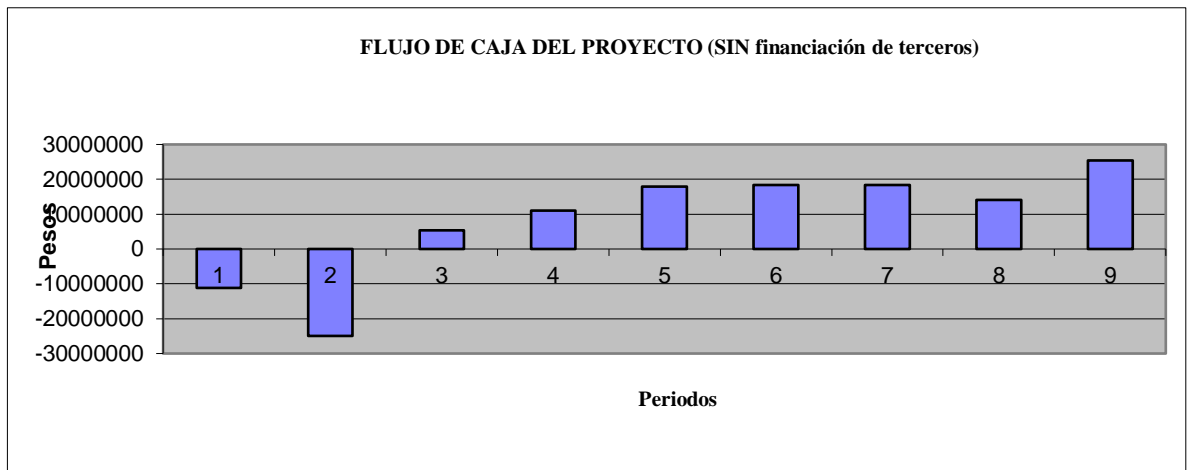
Fuente: Autores

**Figura 7. Flujo de caja del Inversionista. CON Financiación Terceros**



Fuente: Autores

**Figura 8. Flujo de caja del Inversionista. SIN Financiación Terceros**



Fuente: Autores

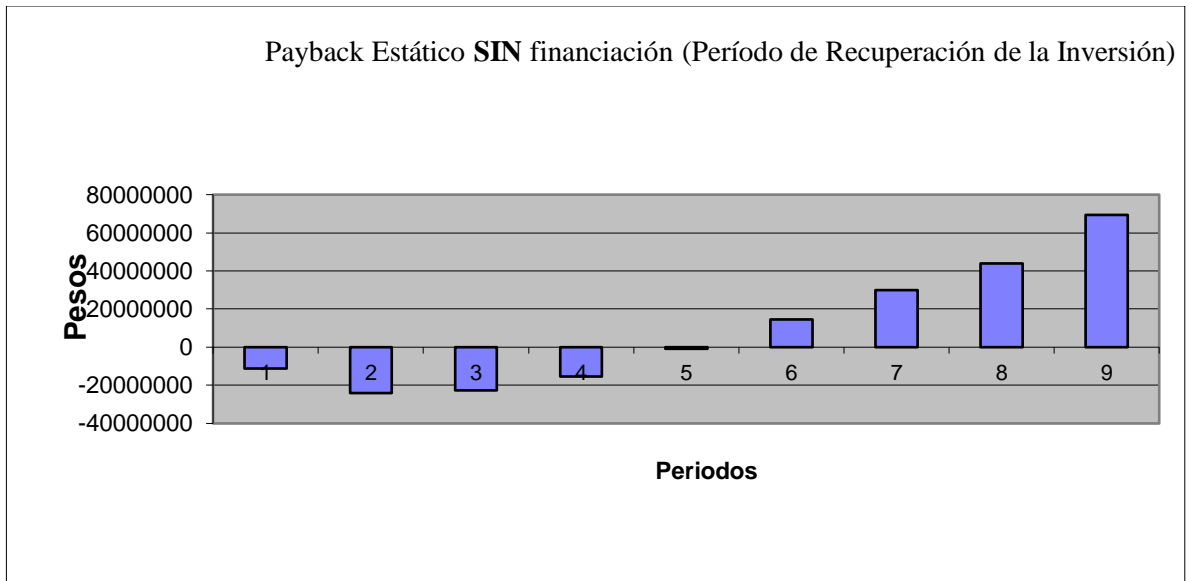
Tabla 35. Flujo de Fondos. (Millones de Pesos)

FLUJO DE FONDOS MODELO 4	2.013	2.014	2.015	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020	2.021	2.022
Período>>>	1	2	3	4	5	6	7	8		10
FUENTE DE FONDOS	2.432	1.065	708	735	762	755	782	837	837	803
UTILIDAD NETA	-24	53	504	531	558	654	682	736	736	803
DEPREC. & AMORT.	204	204	204	204	204	100	100	100	100	0
Préstamos	1.577	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Capital Social	674	808	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor Residual (desinversiones)***	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
USOS DE FONDOS	2.252	1.039	-120	278	281	290	293	299	73	-733
Dividendos	0	5	50	53	55	65	68	73	73	80
Abonos a Capital	0	225	225	225	225	225	225	225	0	0
Inversiones en Act. no corrientes	1.852	283	0	0	0	0	0	0	0	-814
Variación en Capital de Trabajo	399	524	-396	0	0	0	0	0	0	0
EXCESO/DEFICIT ACUM. Saldo efect. (Exc/defic)	179	26	828	456	481	464	489	538	763	1.537
	179	206	1.034	1.491	1.972	2.437	2.926	3.464	4.228	5.002

<b>FLUJO DE FONDOS</b>										
<b>MODELO 4</b>	<b>2.013</b>	<b>2.014</b>	<b>2.015</b>	<b>2.016</b>	<b>2.017</b>	<b>2.018</b>	<b>2.019</b>	<b>2.020</b>	<b>2.021</b>	<b>2.022</b>
PAY BACK CON FINANCIACION (ESTATICO)	-495	-776	878	509	537	530	557	571	837	1.618
	-495	-1.271	-392	117	654	1.184	1.741	2.312	3.149	3.931
PAY BACK SIN FINANCIACION (ESTATICO)	-2.073	-267	1.267	871	871	837	837	823	837	1.618
	-2.073	-2.340	-1.072	-201	669	1.506	2.343	3.167	4.004	4.785

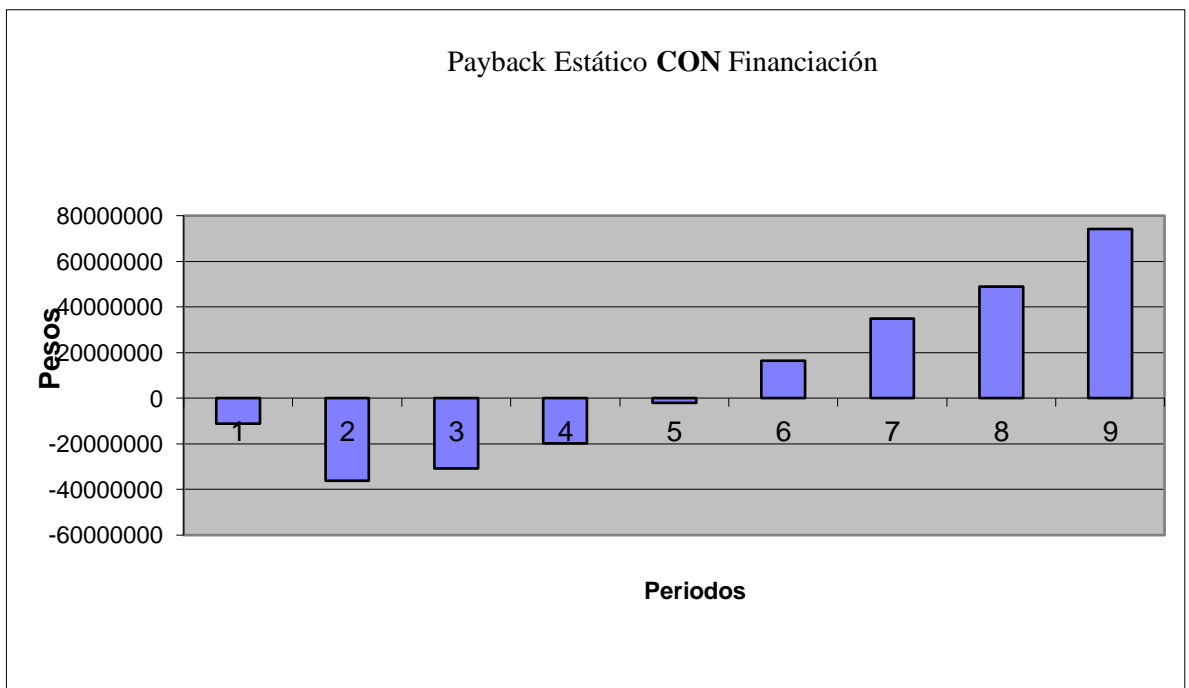
Fuente: Autores

**Figura 9. Payback Estático SIN Financiación**



Fuente: Autores

**Figura 10. Payback Estático CON Financiación**



Fuente: Autores

## 7. CONCLUSIONES

El presente estudio es preliminar, por lo tanto, requiere de una mayor profundización en las fuentes primarias que permitan un soporte fidedigno para una toma de decisiones de inversión sobre el proyecto.

El escenario optimista, de acuerdo al comportamiento del mercado, con la tendencia hacia el aumento del consumo de pigmento natural como beneficio para la salud humana y la oferta reducida de pigmento generaría un aumento del precio y de las cantidades demandadas, haciendo el proyecto interesante a un horizonte mayor a los 10 años.

El precio del Kilo de Astaxantina al 2,6% de concentración, tenido en cuenta en el estudio financiero, es competitivo ya que se encuentra por debajo del precio del mercado (\$1.850.000 Kg de pigmento sintético), debido a que no se incurren en costos de importación y transporte.

Ya que la inversión del proyecto es tan alta, es necesario acudir a fuentes de financiación. No existe una línea de fomento a la cual se pueda aplicar con el fin de obtener beneficios directos sobre todo el proyecto, como incentivos o subsidios. No obstante, dicha financiación deberá realizarse por diferentes líneas de crédito, tales como de libre inversión, leasing financiero para compra de activos, leasback entre otros. En la estructura financiera para el proyecto, se destinaron recursos para financiar, tales como el rubro de edificaciones por valor de \$1.117 Millones de pesos, y \$399 Millones para el capital de trabajo del año 1; aproximadamente el 50% de la inversión, por valor de \$1.483 Millones, será inicialmente asumido por los socios inversionistas del proyecto.

La viabilidad del proyecto en aspectos financieros, técnico y de mercado es favorable y rentable; basados en los parámetros establecidos al iniciar el estudio financiero, a un precio de \$1.550.000 kg de Astaxantina al 2,6% de concentración, se obtiene una VAN positivo de \$719 millones de pesos y una TIR del 29%, a precios constantes, el periodo de recuperación de la inversión en el cuarto año del horizonte del proyecto. Sin embargo, la sensibilización en precio, por medio de la herramienta financiera, refleja que este proyecto es muy susceptible a las variaciones del precio del producto, haciendo vulnerable la toma de decisiones sobre la inversión en el proyecto, ya que en el escenario pesimista, es decir, una baja en el precio en -10%, aunque mantiene en sus indicadores de forma positiva, refleja que se encuentra en el límite de precio dado que al -13%, la valoración financiera arroja un VPN negativo a precios constantes. Esto quiere decir, que el proyecto es muy sensible a las variables de precio y variables externas.

## 8. RECOMENDACIONES

Los referentes para el estudio de biotecnología para cultivos de microalga en Colombia, son muy escasos, por lo tanto concluimos que antes de realizar una toma de decisiones sobre la inversión en el proyecto, se deberá realizar una investigación más concluyente sobre el desarrollo de biotecnología y mercados de los pigmentos sintéticos, especialmente, porque el mercado nacional es capturado en la actualidad por grandes empresas multinacionales, que son agresivas en el tema de distribución y promoción del portafolio de sus productos.

El resultado de este estudio preliminar, nos permite establecer que el proyecto puede ser vulnerable en la primera etapa de desarrollo, por consiguiente consideramos que el horizonte de proyección para un siguiente estudio deberá ampliarse a un periodo mayor de 10 años.

Para efectos del estudio, vimos la necesidad de segmentar nuestro mercado, sin embargo, existe demasiado interés en el sector agroindustrial, por lograr desarrollar exitosamente este tipo de cultivo de microalgas *Haematococcus Pluvialis*, especialmente por la necesidad en la actualidad por la generación de energías limpias por medio de biocombustibles.

## BIBLIOGRAFÍA

AKTIVA SERVICIOS FINANCIEROS [en línea] <http://aktiva.com.co/>. Citado el 11 de Junio 2013.

ASOCIACIÓN NACIONAL DE EMPRESARIOS DE COLOMBIA – ANDI [en línea] <http://www.andi.com.co>. Citado el 1 de Agosto 2013.

BASF [en línea] <http://www.basf.com>. Citado 24 de Septiembre 2013.

DSM [en línea] <http://www.dsm.com>. Citado el 25 de Septiembre 2013.

Estudio de Factibilidad Técnico Económica de Producción de Astaxantina A Partir del Cultivo de *Haematococcus Pluvialis*. [en línea] [http://www.tesis.uchile.cl/bitstream/handle/2250/102902/godoy\\_pr.pdf?sequence=3](http://www.tesis.uchile.cl/bitstream/handle/2250/102902/godoy_pr.pdf?sequence=3). Citado 25 de Marzo del 2013.

FAO [en línea] <http://www.fao.org>. Citado el 1 de Agosto del 2013

FEDERACIÓN NACIONAL DE AVICULTORES DE COLOMBIA FENAVI [en línea] <http://www.fenavi.org>. Citado el 1 de Agosto 2013.

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.

GUERIN, M., Huntley, M. E and Olaizola, M. 2003. Haematococcus astaxanthin: applications for human health and nutrition. Trends in Biotechnology.

INGENIERIA EN ACUICULTURA. [en línea] [www.elsevier.com/locate/jbiotec](http://www.elsevier.com/locate/jbiotec). Citado 4 de Septiembre 2013.

Lorenz y Cysewski , 2000; Guerin et al. , 2003. Lorenz, R. T., Cysewski, G. R. 2000. Commercial potential for Hematococcus microalgae as a natural source of astaxanthin. Trends Biotechnol. 18, 160-167.

PRREMEX [en línea] <http://www.premex.com.co/> Citado 25 de Septiembre 2013.

RICHMOND, Amos. Manual de cultivo de microalgas.2004.

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.

## ANEXOS

### ANEXO A. ANALISIS DE MERCADO

A través del Desarrollo de entrevistas se realiza la investigación de mercados, las cuales fueron realizadas selectivamente a personas que están estrechamente relacionadas en el área de producción y compras, de empresas productoras y comercializadoras de alimento Concentrado para animales, especialmente Aves y peces, ubicadas en la ciudad de Bucaramanga Santander.

Las entrevistas fueron realizadas con base en una guía previamente desarrollada, involucrando temas específicos para el desarrollo de esta Monografía. Cabe aclarar, que se realizó preguntas concretas, pero el desarrollo de la entrevista se fue adaptando a la situación de cada entrevistado.

Guía de la Entrevista:

Objetivo: Determinar el comportamiento de la oferta y la demanda de pigmentos naturales en el mercado de productores de alimentos concentrados en Colombia

Nombre: \_\_\_\_\_

Empresa: \_\_\_\_\_

1. Qué tipo de alimento concentrado para animales produce en la empresa?
2. Utiliza Pigmentos en su proceso de producción?
3. Qué tipo de pigmento utiliza en el proceso de producción? Relacione el nombre del Pigmento que utiliza en su producción.
4. Indique el grado de concentración del pigmento que adquiere.

5. Cuál es el consumo promedio de pigmentos en su empresa.
6. Valor aproximado de cantidad de pigmento que utiliza para una tonelada de alimento.
7. Cuál es la frecuencia de compra del pigmento en su empresa.
8. Cuál es el precio actual en Kg del pigmento que adquiere?
9. A cual empresa o distribuidor usted actualmente le compra el pigmento
10. Qué tipo de fuente proteica utiliza en su proceso de producción
11. Estaría dispuesto a comprar biomasa que cumpla con las especificaciones técnicas que su empresa requiere?
12. Cuál es la cantidad en Kg/año de Alimento concentrado

## **Resultados de la Entrevista:**

### **Entrevista 1.**

#### **Nombre del Entrevistado: Israel Torres**

El entrevistado cuenta con una experiencia de 11 años en Itacol, empresa productora y comercializadora de alimento concentrado para animales, y 6 años en Avidesa MacPollo.

Itacol utilizan pigmento para la elaboración del alimento de la Mojarra, con el fin de dar la coloración roja a la misma, y Avidesa MacPollo utiliza el pigmento únicamente para el alimento de la Gallina Comercial, ya que está es la ponedora del huevo que se comercializa en los supermercados.

En el caso de la Mojarra se utiliza el pigmento sintético Carofil Rosado presentación en polvo y de alta concentración, el cual tiene un costo elevado.

Las empresas demandan preferiblemente pigmento sintético porque es el más comercial y es fácil de conseguir en el mercado.

Cuando se prepara alimento balanceado para animales, la dieta es elaborada por el nutricionista de la empresa, quien decide los ingredientes y las cantidades que lleva cada dieta. Para la mojarra, el alimento es debe ser rico en proteína, por lo tanto contiene harina de pescado, torta de soya y gluten de maíz y maíz, lo que corresponde a la dieta gruesa del alimento o volumen. Además de alimento proteico, la dieta contiene una premezcla, la cual es elaborada para cada empresa, y su formulación es secreta. La premezcla debe contener las vitaminas, minerales, promotores de crecimiento, antioxidantes, y demás que lleva la formula, y para el caso de la mojarra el pigmentante.

El pigmento representa el 0,05% o 0,06% de la premezcla debido a su concentración y su costo, este porcentaje para producir aproximadamente 3 toneladas de alimento.

Cuando se realiza el alimento de la mojarra, debe pasar por un proceso de extruzizado, donde puede llega a temperaturas mayores de 190°, es el proceso de cocción de mayor grado para elaborar alimento de animales, dado que el alimento debe flotar para que la mojarra lo consuma.

El entrevistado no cuenta con el precio actual del pigmento Carofil Rosado que utilizan para la mojarra.

En el caso del pigmento para la gallina comercial, cada proveedor cuenta con una paleta de colores que muestran al cliente, para que ellos decidan el color que quieren de huevo, de acuerdo al color seleccionado, el proveedor indica el grado de concentración que deben incluir en la fórmula del alimento para obtener el color seleccionado, por lo tanto la demanda del pigmento depende de la preferencias del cliente.

Si existe una empresa que genere pigmento natural a costos competitivos, sería una buena empresa y las empresas estarían disponibles de adquirir un pigmento natural.

**Entrevista 2:**

**Nombre del Entrevistado: Edward Carreño**

**Empresa: Itacol**

Actualmente Itacol demanda pigmentos sintéticos. La demanda de pigmento depende de la escala de pigmento que muestra el oferente, a través de una paleta de colores, donde se da a escoger el color que el cliente prefiera, a su vez el proveedor indica el grado de concentración del pigmento.

El pigmento está siendo utilizado especialmente para el alimento de la trucha, de acuerdo a la escala del proveedor entre el color 29 al 32. Comenta que inicialmente la coloración de la trucha estaba en la escala 25, pero las preferencias de la gente al consumir la trucha, en la cual se asemeja al color del salmon, hace que el grado de coloración aumente y por lo tanto cada casa comercial aumenta dosis del color o utiliza aditivos al alimento que mejore el metabolismo de las grasas para permita que el pigmento se fije más fácilmente. Esta última, permite disminuir costos del alimento ya que el pigmento es muy costoso.

Actualmente la mayoría de empresas productoras de alimento no compra el pigmento puro sino compra la premezcla la cual contiene vitaminas, minerales y el pigmento.

Para el caso de Itacol, el departamento de premezclas produce para el consumo, vende y comercializa premezcla estandarizadas y luego distribuye a las demás

plantas. Además la venden a los clientes que maquilan que no tienen que ver con Itacol.

La producción de alimento es cada tres días, por lo tanto la frecuencia de compra de premezcla es frecuente, podría ser mensual. Itacol producen aproximadamente 60 toneladas mensuales de alimento para truchas, de las cuales 50% de estas llevan pigmento en su formulación.

Itacol cuentan con 7 plantas, de la cuales el valle y Nariño son las principales productoras de trucha, igualmente las planta de Funza, y Bucaramanga comercializan este tipo de alimento.

Como dato importante, el entrevistado comenta que en el año 2012, el país produjo 11 mil toneladas de carne trucha.

### **Entrevista 3.**

**Nombre del Entrevistado: Alexandra Mendez.**

**Empresa: Avidesa MacPollo.**

Los pigmentantes en la industria de alimentos se utiliza principalmente para peces y en aves: en el pollo para pigmentar piel y ponedoras para pigmentar yema de huevo. En peces se utiliza pigmento rojo, rosado y amarillo, en aves pigmentante amarillo y para el huevo pigmento amarillo y rojo.

Para ponedoras se utiliza pigmento sintético, rojo y amarillo, el proveedor es DSM, el cual vende la premezcla vitamínico- mineral e incluye el pigmento.

Anteriormente las empresas compraban el pigmento puro y ellas lo adicionaban al alimento, pero por el alto costo del pigmento y las cantidades mininas que se utilizan en la producción, prefieren adquirir la premezcla, en la cual además del

pigmento esta adicionada las vitaminas y minerales requeridos según la formula del alimento.

Para el caso del huevo la proporción de pigmento en la premezcla, depende del color que desee el cliente El proveedor cuenta con una paleta de color, donde el cliente puede seleccionar de acuerdo a la demanda y el proveedor orienta en las cantidades de pigmento que debe proporcionar para obtener el color seleccionado.

DSM y BASF eran los líderes del pigmento, pero actualmente importan de la china, hay mucho proveedor de pigmentos, ahora se adquiere es con el vendedor de vitaminas y minerales, (vendedor de premezcla) y es quien le adiciona el pigmento en la premezcla.

En Avides se produce el alimento balanceado, adquieren el maíz, soya, premezcla de vitaminas, necesarios en la formulación de la dieta y luego lo distribuyen.

Para el caso del pollo, el cual está muy de moda, esto debido al TLC con EEUU, donde es una realidad que ingresará pollo al país, las plantas nacionales optaron por utilizar pigmento natural, en el caso de la empresa pigmento amarillo, para simular el color del pollo criollo. Para esto la compañía utilizan la flor de cempasúchil, como pigmento natural amarillo. Para dar color al huevo se utiliza pigmento sintético. Hay compañías que utilizan la fusión de pigmento sintético amarillo-rojo para dar un color naranja al pollo.

El precio representado en la premezcla del pigmentante APOESTEL (Rojo) es de USD \$54 Kg y CANTAXANTINA (AMARILLO): USD \$ 48 Kg, puesto en planta. El precio de DSM pigmento rojo USD \$80 kg y amarillo USD \$85 Kg.

La demanda del pigmento depende del número de aves en producción. Las aves después de las 18 semanas inician a poner huevos, es a partir de aquí donde se demanda premezcla que contenga pigmento. Ejemplo, un ave en producción, consume 100 gramos en promedio día de alimento, de acuerdo a la cantidad de aves, se realiza la relación de las toneladas a fabricar de alimento y la cantidad necesaria de premezcla. La cantidad de demanda de alimento no depende del mercado, ya que una ponedora continua poniendo huevo independiente del mercado del mismo.

En el caso de Santander no hay productor que tenga mas de 80 mil gallinas que no cuente con su propia planta de alimentos, igualmente hay productores de 5 mil gallinas y utilizan alimento comercial. La mayoría de empresas que producen huevo en Santander producen su propio alimento entre ellos esta Avícola El Guamito, Avisin L.A., JB, Guarín todos alimentan sus propias gallinas.

Para el caso de Avidesa, el mínimo de producción son 200 mil gallinas, donde una gallina en promedio come 100 gramos de alimento completo diario. El consumo de pigmento amarillo es de 25 mg y de rojo es de 15 mg, para un total de 40 mg de pigmento.

Las gallinas inician a producir desde la semana 18 a la 72 o 95 semanas dependiendo del tipo de gallina, el tiempo mínimo hasta la semana 72, en las cuales tienen que estar consumiendo pigmento.

En el pollo se utiliza pigmento natural a partir de la flor de cempasúchil el cual viene al 3% de concentración, el alimento con pigmento se proporciona en la parte final del proceso, específicamente en el engorde del pollo. Las cantidades de alimento a proporcionar durante aproximadamente por 20 días, es de 2 kilos de alimento.

El proceso en general de fabricación del pigmento natural de la flor, inicia en la recogida, secado y tiene que ser saponificada para que pueda ser comercializada. La presentación es en polvo y liquido, en el caso de la empresa se demanda en polvo.

El precio del pigmento natural es de \$1.600.000 kilo al 3% de concentración.

El Negocio de la premezcla es un negocio de confianza, se recibe el producto y se destina a producción, la calidad del pigmento es muy fácil medir en campo, ya que se puede observar directamente la coloración en el producto final.

Para competir en el mercado de pigmentos, es necesario dar un valor agregado a los clientes, por lo tanto la biomasa es un producto atractivo porque cuenta con características específicas como vitaminas y minerales propias de la microalga, que el pigmento sintético no contiene y por lo tanto estarían dispuestos a comprarla.

#### **Entrevista 4**

**Nombre del Entrevistado: Myriam Consuelo Flórez.**

**Empresa: Nutrioriente.**

Nutrioriente es una empresa productora de alimento concentrado principalmente para aves, la cual requiere pigmento dentro de su formulación alimentaria, especialmente sintético a un grado de concentración de acuerdo a las características que requiere la formula, actualmente no se encuentra en producción

El principal proveedor era Premex a quien le demandaba en promedio 10 kg mensuales de premezcla, que acompaña con torta de soya, alfalfa y harina de carne como fuente proteica en el proceso de producción.

## **Entrevista 5**

**Nombre del Entrevistado: Sebastián Castellón**

**Empresa: CIPA S.A.**

CIPA S.A. es una empresa que produce alimento concentrado para todo tipo de animales, aproximadamente cuenta con una producción de 15.000 toneladas al año.

Demanda pigmento natural en el proceso de producción, principalmente a ADIKOS, NUTREXCOL, y NOVUS.

La cantidad demandada en promedio es de 400 kg mensuales a un precio entre \$15.000 y \$18.000 la premezcla, a la cual le adicionan una fuente proteica animal y vegetal.

## **ANEXO B. ASPECTO TECNICO**

### **REQUERIMIENTOS DE MATERIA PRIMA:**

Teniendo en cuenta que el presente documento, es un estudio preliminar para la producción de Astaxantina, y el referente de información es el Estudio de “Factibilidad Técnico Económica de Producción de Astaxantina a partir del cultivo de *Haematococcus Pluvialis*” del Autor Patricio Godoy Rivas, desarrollado en Chile, la totalidad de requerimientos de materia prima son calculados teniendo en cuenta la producción del modelo y ajustados a la producción establecida en el Estudio de Mercado.

- **FUENTE DE CARBONO**

Como parte indispensable para el crecimiento del cultivo, se requiere saturación de dióxido de carbono cuatro veces al día por raceway. En la etapa del cultivo, se necesita inyectar 46.000 veces de CO<sub>2</sub>, para los 32 raceway establecidos en el cultivo. En el capítulo del estudio financiero, se incluye el costo del dióxido de carbono y en las inversiones se relaciona el equipo Generador y cilindros de CO<sub>2</sub>.

### **DISEÑO DEL MEDIO DE CULTIVO**

- **Nutrientes**

Los nutrientes se dividen en micro y macro nutrientes, los cuales son requeridos para el crecimiento de la microalga, y su concentración dependerá de la cantidad de población, condiciones de luz, temperatura y ph.

- **Macronutrientes:**

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:**

Son utilizados en concentraciones bajas (rango de micro o miligramos).

Actúan como catalizadores, mediadores o reguladores de reacciones enzimáticas y procesos fisiológicos, y pueden formar parte de moléculas específicas tales como pigmentos, moléculas electro-transportadoras, etc.

Los más importantes son:  $H_2BO_3$ ,  $MnCl_2$ ,  $ZnSO_4$ ,  $Na_2MoO_4$ ,  $CuSO_4$ ,  $Co(NO_3)_2$

## **INVERSIONES DEL PROYECTO**

### **INVERSIÓN DE CAPITAL FIJO**

#### **TERRENO**

Para el presente proyecto, se requiere principalmente de un terreno llano o plano, con abundante agua e instalaciones básicas en cuanto a bodegas, reactores para las microalgas, laboratorios y oficinas.

Se tiene presente la disponibilidad de la inversión del terreno en un área rural en el municipio de Rio de Oro (Cesar), de acuerdo a los siguientes beneficios:

- Terreno ubicado en zona rural, lo cual genera un costo / beneficio en precio del mismo.
- Terreno extenso, llano o plano, de aproximadamente 4 hectáreas; el costo de la tierra adquisición y mejoras se estima en alrededor de \$6.000.000/ha.
- El área de construcción costo unitario es alrededor de \$ 350.000/m<sup>2</sup>.

- Disponibilidad del terreno con un punto de agua, y entrega de estudio de disponibilidad de agua por medio de pozo profundo y planta de agua.
- Disponibilidad de energía eléctrica, por medio de un transformador kw asignado, generados por la empresa Centrales Eléctricas del Caribe, y un generador eléctrico.
- Vías de acceso en buen estado y con distancia media de 8 kilómetros a la troncal del Caribe, Ruta del Sol, permitiendo la cercanía a las zonas de puertos, como Santa Marta, Barranquilla y Cartagena en un promedio de 7 horas.
- Zona de alta luminosidad, con las características necesarias en cuanto a temperatura y vientos.
- Ubicación de fácil acceso y equidistante al mercado objetivo establecido en el estudio de mercado, es decir, a los departamentos de Santander, Norte de Santander por vía Ocaña (a distancias entre 3 – 5 horas), Sur del Cesar.
- Con la doble calzada de la Troncal Caribe y Panamericana, permite facilidad en el tema vial con departamentos como Antioquia, Cundinamarca, Eje Cafetero.
- El costo de combustibles y lubricantes en esta zona, es más bajo respecto a otras, como referente, el galón de A.C.P.M se encuentra en \$5.800, y en ciudades como Bucaramanga, en \$8.100. Precios publicados en valla de precios de las Estaciones de Servicio. Esto permite un ahorro con relación al consumo de combustibles y lubricantes, debido a que el proyecto demanda dichos insumos.
- El terreno se encuentra ubicado a 15 minutos de la población de Aguachica (Cesar), permitiendo llegar con facilidad a la zona urbana, especialmente para suplir necesidades de urgencia, es decir, para solucionar compras no programadas. Así mismo, cuenta con servicio de transporte urbano, el cual transcurre por la Vía de la Ruta del Sol.

- El terreno corresponde al Municipio de Rio de Oro (Cesar), pero como se cito anteriormente, se encuentra estratégicamente cercano con la población de Aguachica.
- Aguachica, por estar en un sector agrícola y pecuario, puede proveer bienes y servicios demandados por el proyecto, tales como: servicios de bancos, restaurantes, talleres de mecánica, hoteles, hospitales, Estaciones de servicio, supermercados e industrias, terminal de transporte, almacenes veterinarios y agrícolas, entre otros.

- **Especificaciones de construcción:**

De acuerdo a las recomendaciones de los expertos, y basados en los diseños de diferentes plantas de cultivo, se establece que las edificaciones se realizan por medio de casetas modulares tipo campamento, con todos los servicios incluidos.

- **Laboratorio:**

Para el laboratorio se requiere un área de 48 m<sup>2</sup>, la cual debe poseer las siguientes áreas separadas:

- Área de siembra de 2 m x 1.8 m, en el cual se instalará la cabina de flujo laminar
- Área de preparación de medios y análisis 4 x 4
- Área de mantenimiento de cepas 6 x 6
- Un área anexa exterior donde se ubicará el compresor y los cilindros de CO<sub>2</sub>.

- **Zona de mantenimiento:**

Para la zona de mantenimiento de los inóculos se requiere una superficie de 100 m<sup>2</sup> y adicionalmente 180 m<sup>2</sup> para otros procesos.

- **Batería de baños:**

Se contará con dos baterías de baño, una para mujeres y otra para hombres, cada una con un área de 6 m<sup>2</sup>, dotadas con todos los elementos indispensables. Así mismo, y de manera conjunta, se contará con dos vestieres cuya área se estima en 12 m<sup>2</sup>.

- **Apartamento Vivienda:**

Se dispondrá de una vivienda modular, con tres separaciones cada una de 23 m<sup>2</sup>, totalmente dotadas, para una capacidad de alojamiento para 12 personas.

El área requerida para el cultivo masivo es de 34.000 m<sup>2</sup>

- **Bodegas**

Construcción prefabricada y dividida en su interior para el almacenaje de insumos y varios, referentes a la producción, producto terminado y para herramientas, equipos y algunos equipos que requieran mantenimiento.

- **Portería**

Caseta modular con un área de 4 m<sup>2</sup>, para el servicio de vigilancia y control.

- **Oficinas**

Área de 8 x 8 m, la cual comprenderá una recepción, oficinas abiertas para administración, ventas y operaciones, una oficina cerrada para la Gerencia, y una pequeña sala de juntas.

- **Cierre perimetral**

Se delimitará toda el área de la planta, por medio de un cerramiento perimetral con postes de cemento a una altura promedio de 1,60 metros.

- **Características de la Inversión en equipos**

**Para el laboratorio**

- Refrigerador para mantenimiento de cepas y reactivos
- Autoclave All American
- Cabina de flujo laminar
- Microscopio con 4 objetivos 10X, 40X , 100X Y 400 x
- Cámara de Neubauer o de Thomas para conteo de células
- Equipo de filtración por membrana
- Membranas de filtración
- Termómetro: 0,5 grados de precisión. Con rango entre 10 y 50 °C.
- Balanza: capacidad 160 g sensibilidad 0,001 g.
- Balanza: capacidad máxima 1000 g, sensibilidad 0,1 g.
- Medidor digital de pH.
- Medidor de intensidad de luz (Luxómetro)
- Espectrofotómetro UV – VIS
- Reactivos para determinación de nitratos y fósforo.
- Mecheros tipo Bunsen,
- Destilador de agua
- Tijeras, guantes
- Material de vidrio (tubos de ensayo, gradillas, matraces erlenmeyer de tamaños entre 250 y 1000 ml, vasos de precipitado de 100 ml, probetas plásticas de 100, 250, 500 y 1000 ml, pipetas volumétricas (1, 5, 10 y 25 ml), y graduadas de 1 y 5 ml.
- Estantes para el material de vidrio y los insumos
- Luz artificial para cultivos dentro del laboratorio (Lámparas con sus respectivas balastras)
- Temporizadores
- Aire acondicionado

- Compresor
- Filtro para el aire
- Generador de CO<sub>2</sub>

### Para la Obtención de inóculos

En esta etapa se usarán reactores tipo flat panel (ver figura) de 20, 100 y 200 L, aireados en forma con ayuda de un compresor e iluminados con luz natural, con las siguientes dimensiones:

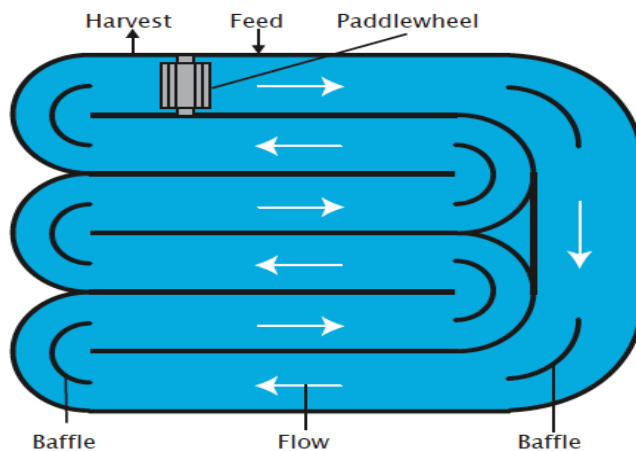
**Tabla: Obtención de inóculos**

Volumen (L)	alto (cm)	largo (cm)	Ancho (cm)
20	50	20	20
100	50	100	20
200	50	200	20

## DESCRIPCIÓN Y DISEÑO DEL CULTIVO

### Reactor tipo “Raceway”

**Figura: Reactor Raceway.**



Fuente: [https://www.google.com.co/search?hl=en&site=img&tbm=isch&source=hp&biw=1280&bih=699&q=raceway&oq=raceway&gs\\_l=img.3..0l10.1984.4164.0.4756.7.7.0.0.0.0.396.1093.2j4j0j1.7.0....0...1ac.1.29.img..0.7.1091.UeFaMGutdQY#hl=en&q=cultivo+raceway&tbm=isch&facrc=\\_&im](https://www.google.com.co/search?hl=en&site=img&tbm=isch&source=hp&biw=1280&bih=699&q=raceway&oq=raceway&gs_l=img.3..0l10.1984.4164.0.4756.7.7.0.0.0.0.396.1093.2j4j0j1.7.0....0...1ac.1.29.img..0.7.1091.UeFaMGutdQY#hl=en&q=cultivo+raceway&tbm=isch&facrc=_&im)

gdii=\_&imgrc=SOShzpKm7c2XQM%3A%3BtanEn8fbB3GwnM%3Bhttp%253A%252F%252Falgae-energy.co.uk%252Fwp

El raceway es un estanque de forma elíptica, con esquinas redondeadas en donde se localizan estructuras llamadas deflactores, los cuales evitan los puntos muertos, y generan el efecto de auto limpieza, con una utilización horizontal excavado en el suelo, impermeabilizado mediante una manta de P.V.C. o fibra de vidrio, provisto de un tabique de división central convirtiéndolo en un canal sin fin, por el cual circula el medio de cultivo de forma unidireccional, como las manecillas del reloj, generando un desplazamiento por medio de la acción de una rueda de paletas que es accionado a través de un motor reductor.

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

**Figura: Cultivo de Astaxantina.**



**Fuente: [www.andexs.org](http://www.andexs.org)**

#### **Tamaño de los reactores de Inducción:**

De acuerdo al estudio de la Tesis chilena, se decide que se empleará el mismo tipo de reactor, con el fin de no realizar modificaciones ya que no existe un referente nacional sobre el tema y los estudios previos por parte de los

especialistas en biotecnología que asesoran el presente proyecto, basan la producción y tamaño de la planta con dicho referente, por lo tanto se determina utilizar raceway de las siguientes características:

- Producción en línea
- Tamaño de 1000m<sup>2</sup>
- Obtención de biomasa: entre 3 y 3,7 gr-peso seco/mt<sup>2</sup>/día, es decir, un promedio de 111.000 gr/mes
- Obteniendo 1440 kg polvo microalga seco (2,6% Astaxantina) por reactor.
- Ruedas de paletas: estará constituida de 12 paletas de fibra de vidrio montados sobre un eje metálico.
- Deflectores: 10 planchas de fibra de vidrio de 35 x 20 cm.
- Motor 3 hp.

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.) Ver Figura Reactores.

- **Instalación y distribución de energía eléctrica**

1 Grupo electrógeno de 80 KVA

Conexión al sistema Eléctrico de la zona

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

Iluminación externa de planta.

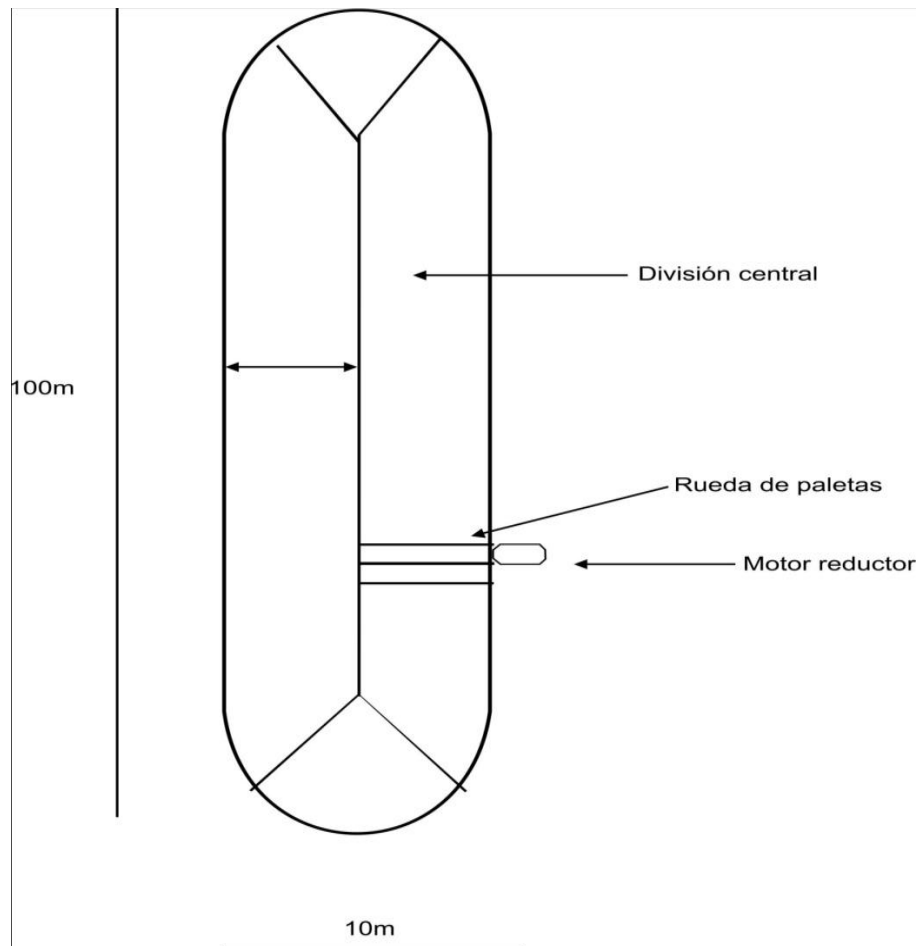
.

- **Red de distribución de líquidos y gases a reactores**

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

Instalación de compresor y red de distribución de aire.

**Figura: Reactores.**



Fuente: Godoy, Patricio. Estudio de Factibilidad Técnico Económica de Producción de Astaxantina A Partir del Cultivo de *Haematococcus Pluvialis*

- **Red de líquidos de cosecha**

Cañerías metálicas y de PVC.

750 m de cañería de 3 pulgadas para 7 ha.

Válvulas en reactores y accesorios

Bombas

Instalación sistema

Cerco perimetral

Postes, vigas e instalación.

- **Seguridad y Servicio de Aseo**

Se requerirá al siguiente personal de seguridad:

- 1 guardia control acceso,
- 1 guardia control perímetro (principalmente de noche).
- 1 persona que realice el servicio de Aseo.

- **Características técnicas de los equipos y máquinas a utilizar**

Tamiz vibratorio:

Cantidad de equipos: 02

Capacidad de trabajo: 150 m<sup>3</sup>/h

Tipo de energía: Trifásica

Centrifuga para proceso de alimentos

Nº de centrifugas: 01

RPM : 1200

Tipo de energía : Trifásica

- **Secador "spray"**

Modelo : Galaxie modelo 4440

Secado por : Atomización

Temperatura Secado : 60 °C

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

- 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 con instalaciones eléctricas

1 Generadores de 80 KVA

- Compresor

1 Compresor de 1000 cfm

- Vehículos

Camion de 2,5 toneladas tipo furgón : 02

Motocicleta

- **IMPLEMENTACIONES VARIAS, HERRAMIENTAS Y MUEBLES**

### **Instrumentos y materiales de laboratorio**

- Equipo analítico

□ Microscopio: 400 x de aumento.

- Termómetro: 0,5 grados de precisión. Con rango entre 10 y 50 °C. \$80.000
- 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, buretas, materiales varios.

- **Herramientas**

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

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

- **Equipos y sistemas de comunicación**

Equipo de oficina, teléfonos, fax, computador, impresora, sistemas de información, software

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

- **Implementos varios**

Muebles: Para la implementación de obras civiles de procesos se requieren mesones de acero inoxidable, sillas.

En las oficinas administrativas se requieren sillas, escritorios, estantes, archivadores. En laboratorio se requerirán mesón lavable, sillas, mesa, estanterías de cepas. Para portería se requerirá silla y mesa.

Equipo de oficina: computadores de última generación, útiles menores de oficina.

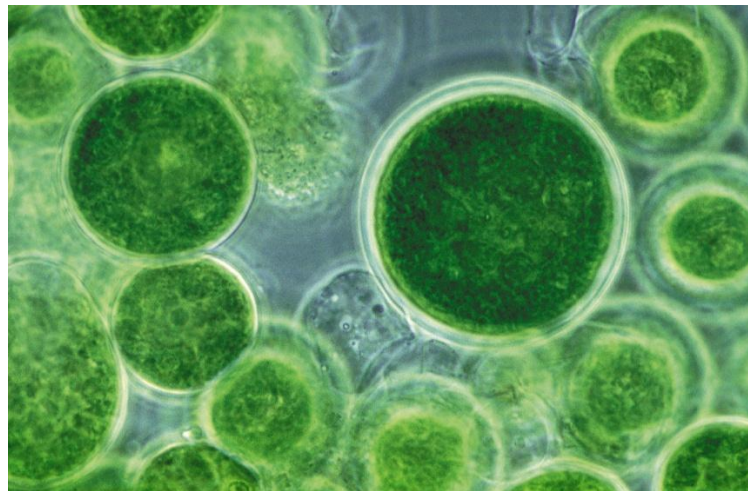
## ANEXO C. REPORTE FOTOGRAFICO DE LOS DIFERENTES ESTAPAS DEL CULTIVO DE LA MICROALGA HAEMATOCOCCUS PLUVIALIS.

### 1. Estructura de *Haematococcus Pluvialis*



Fuente: <https://www.google.com.co/search?q=haematococcus+pluvialis&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=wEhoUrrMHozm8QTp3YDQBA&sqi=2&ved=0CCoQsAQ&biw=1280&bih=699#facrc=&imgdii=&imgrc=8QQzLbgy7qGVGM%3A%3B7c96JCJ-IZ>.

### 2. *Haematococcus Pluvialis* en crecimiento masivo



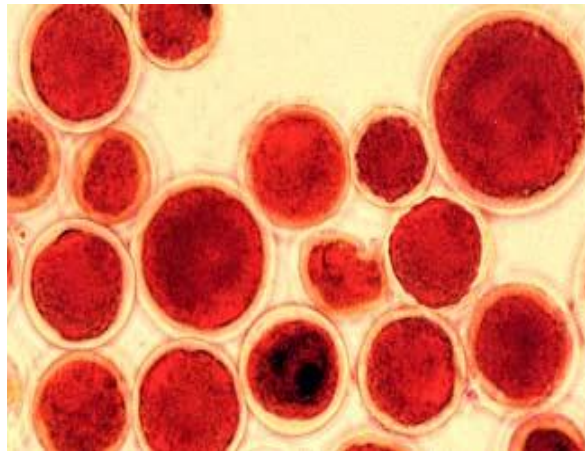
Fuente: <https://www.google.com.co/search?q=haematococcus+pluvialis&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=wEhoUrrMHozm8QTp3YDQBA&sqi=2&ved=0CCoQsAQ&biw=1280&bih=699#facrc=&imgdii=>

### 3. Crecimiento del Inoculo



Fuente:[https://www.google.com.co/search?q=haematococcus+pluvialis&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=wEhoUrrMHozm8QTp3YDQBA&sqi=2&ved=0CCoQsAQ&biw=1280&bih=699#facrc=\\_&imgdii=\\_&imgrc=V\\_XTzpGpB3wT7M%3A%3B5V7xIG7](https://www.google.com.co/search?q=haematococcus+pluvialis&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=wEhoUrrMHozm8QTp3YDQBA&sqi=2&ved=0CCoQsAQ&biw=1280&bih=699#facrc=_&imgdii=_&imgrc=V_XTzpGpB3wT7M%3A%3B5V7xIG7).

### 4. *Haematococcus Pluvialis* sometido a estrés para producción de Astaxantina



Fuente:[https://www.google.com.co/search?q=haematococcus+pluvialis&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=wEhoUrrMHozm8QTp3YDQBA&sqi=2&ved=0CCoQsAQ&biw=1280&bih=699#facrc=\\_&imgdii=\\_&imgrc=i0\\_IMQRNWJEzoM%3A%3B3z35Rn5FJmh\\_VM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.intravision.no%252Fimg%252Fupload%252F0501071342036\\_Haematococcus](https://www.google.com.co/search?q=haematococcus+pluvialis&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=wEhoUrrMHozm8QTp3YDQBA&sqi=2&ved=0CCoQsAQ&biw=1280&bih=699#facrc=_&imgdii=_&imgrc=i0_IMQRNWJEzoM%3A%3B3z35Rn5FJmh_VM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.intravision.no%252Fimg%252Fupload%252F0501071342036_Haematococcus)

5. Raceway para producción masiva de microalgas.



Fuente:[https://www.google.com.co/search?q=haematococcus+pluvialis&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=i1BoUqPkGIXe8ATZ74CgDQ&ved=0CCoQsAQ&biw=1280&bih=699#facrc=\\_&imgdii=\\_&imgrc=q4QfVtMlk8b1HM%3A%3B66G9HKHDuddPqM%3Bhttp%253A%252F%252Fcaoh.com%252Fliquid-vitamin-blog%252Fwp-content%252Fuploads%252F2012%252F02%252FAstaxanthin](https://www.google.com.co/search?q=haematococcus+pluvialis&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=i1BoUqPkGIXe8ATZ74CgDQ&ved=0CCoQsAQ&biw=1280&bih=699#facrc=_&imgdii=_&imgrc=q4QfVtMlk8b1HM%3A%3B66G9HKHDuddPqM%3Bhttp%253A%252F%252Fcaoh.com%252Fliquid-vitamin-blog%252Fwp-content%252Fuploads%252F2012%252F02%252FAstaxanthin).

6. Astaxantina producida a partir de microalga al 2,6% de concentración.



Fuente:[https://www.google.com.co/search?q=haematococcus+pluvialis&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=i1BoUqPkGIXe8ATZ74CgDQ&ved=0CCoQsAQ&biw=1280&bih=699#facrc=\\_&imgdii=\\_&imgrc=MFbGuqaOL4d5M%3A%3BjvYY3nQZGvP5wM%3Bhttp%253A%252F%252Fimage.made-in-china.com%252F43f34j00TMnaFUIGYvzk%252FHaematococcus-Pluvialis-Powder-Feed-Grade-.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fcnreachem.en.made-in-](https://www.google.com.co/search?q=haematococcus+pluvialis&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=i1BoUqPkGIXe8ATZ74CgDQ&ved=0CCoQsAQ&biw=1280&bih=699#facrc=_&imgdii=_&imgrc=MFbGuqaOL4d5M%3A%3BjvYY3nQZGvP5wM%3Bhttp%253A%252F%252Fimage.made-in-china.com%252F43f34j00TMnaFUIGYvzk%252FHaematococcus-Pluvialis-Powder-Feed-Grade-.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fcnreachem.en.made-in-)

7. Presentación del producto Astaxantina.



Fuente: <https://www.google.com.co/search?q=haematococcus+pluvialis&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=i1BoUqPkGIXe8ATZ74CgDQ&ved=0CCoQsAQ&biw=1280&bih=699#facrc=&imgdii=&imgrc=rjJKD7asHPJPYM%3A%3BFhXMzAZ5izNWkM%3Bhttp%253A%252F%252Fpic.ccn.mofcom.gov.cn%252Fduomeiti%252F12216210%252F0021.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fccne.mofcom.gov.cn%252F1165003%3B264%3B229>