

**DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA CONCENTRACIÓN DE JUGOS CÍTRICOS
Y LA OBTENCIÓN DE ACEITES ESENCIALES Y OTROS SUBPRODUCTOS**

ROSA IMELDA RUEDA VELÁSQUEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2005

**DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA CONCENTRACIÓN DE JUGOS CÍTRICOS
Y LA OBTENCIÓN DE ACEITES ESENCIALES Y OTROS SUBPRODUCTOS**

ROSA IMELDA RUEDA VELÁSQUEZ

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniera Química.

Director

ALVARO RAMÍREZ GARCÍA

Ingeniero Químico, PhD.

Codirector:

CARLOS FERNANDO GUERRA HERNÁNDEZ

Ingeniero Químico.

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2005

A Dios, porque sin sus inmensos dones de sabiduría, perdón, paciencia, fortaleza y constancia, no habría sido posible realizar este proyecto.

A la persona que siempre ha demostrado su apoyo, su paciencia y su amor inconmensurable conmigo. Para quien me enseñó los valores y las cosas importantes de la vida. Para ti mamá... porque todo lo que soy es gracias a ti.

A Edgar Agudelo, mi novio, por brindarme su ayuda y su apoyo, cuando más los necesitaba. Por haberme dado lo mejor de él y por esperar siempre lo mejor de mí.

A todas las personas que, en algún momento, me ayudaron a lo largo de mi carrera, haciendo ver más agradable el camino.

AGRADECIMIENTOS

Al doctor, ALVARO RAMÍREZ GARCÍA, Director del Proyecto, por su colaboración y orientación en la realización de este trabajo.

Al ingeniero CARLOS OSCAR TORRES DUQUE, Codirector del Proyecto, por su valiosa ayuda y el aporte de su conocimiento y experiencia.

Al ingeniero, CARLOS FERNANDO GUERRA, Codirector del Proyecto, por el aporte de sus ideas y sus valiosas opiniones.

A la señora BEATRIZ ANGARITA DE GUZMÁN, Gerente de COMINTEX Ltda., por el apoyo financiero a este estudio y su especial interés en el sector agrícola del departamento.

A LUIS EDUARDO CARREÑO PÉREZ y a WILSON CARREÑO SOLER, Técnicos del Laboratorio de Operaciones Unitarias de Ingeniería Química, por el aporte de su experiencia y su gran colaboración para el desarrollo experimental de este trabajo.

A KELLY JOHANNA NAVAS GÓMEZ, Ingeniera química, por su gran colaboración en la finalización de este proyecto.

Al ingeniero ROGER ROJAS, Gerente de Tangás S.A., por su valiosa colaboración en la cotización de algunos equipos.

A todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de este proyecto.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. CONCEPTOS TEÓRICOS	4
1.1 FRUTAS CÍTRICAS	4
1.1.1 Composición del fruto	4
1.1.1.1 Flavedo	4
1.1.1.2 Albedo	4
1.1.1.3 Endocarpo	5
1.2 VARIEDADES CÍTRICAS DE IMPORTANCIA COMERCIAL CULTIVADAS EN LA REGIÓN	6
1.2.1 Naranja Valencia	6
1.2.2 Limón Tahití	6
1.2.3 Mandarina común	6
2. ESTUDIO DE MERCADOS	7
2.1 PRODUCTO	7
2.1.1 Definiciones y Especificaciones	7
2.1.1.1 Jugo concentrado congelado	7
2.1.1.2 Aceites esenciales	9
2.1.1.3 Alimento para animales	11
2.1.2 Normas	13
2.2 MERCADO DE DESTINO	13
2.2.1 Mercado interno	13

2.2.1.1	Jugo concentrado congelado	13
2.2.1.2	Aceites esenciales	14
2.2.1.3	Alimento para animales	14
2.2.2	Mercado externo	15
2.2.2.1	Jugo concentrado congelado	15
2.3	ESTUDIO DE MERCADO DEL PRODUCTO	15
2.3.1	Mercado nacional	15
2.3.1.1	Jugo concentrado congelado	15
2.3.1.2	Aceites esenciales	16
2.3.1.3	Alimento para animales	17
2.3.2	Mercado internacional	18
2.3.2.1	Jugo concentrado congelado	18
2.4	PRESENTACIONES DEL PRODUCTO	20
2.4.1	Jugo concentrado congelado	20
2.4.2	Aceites esenciales	20
2.4.3	Alimento para ganado	21
2.5	ESTUDIO DE MERCADO DE INSUMOS	21
2.5.1	Cítricos	21
2.5.2	Otros insumos	23
2.6	CRONOGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA	23
2.7	ANÁLISIS DE PRECIOS	25
2.7.1	Jugo concentrado congelado	25
2.7.1.1	Jugo concentrado congelado de naranja	25
2.7.1.2	Jugo concentrado congelado de limón	26
2.7.1.3	Jugo concentrado congelado de mandarina	26
2.7.2	Aceites esenciales	26
2.7.3	Alimento para ganado	27
2.7.4	Frutas cítricas	27
2.7.5	Otros insumos	28
2.8	LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA	28

2.8.1	Localización general	28
2.8.2	Localización específica	29
2.9	ESTUDIO DE DISTRIBUCIÓN Y ACOPIO	29
2.9.1	Acopio de la materia prima	29
2.9.2	Distribución del producto	29
2.10	PUBLICIDAD Y PROPAGANDA	30
2.10.1	Nombre de la empresa	30
2.10.2	Propaganda	30
3.	ESTUDIO TÉCNICO	31
3.1	SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	31
3.1.1	Jugos concentrados congelados	31
3.1.2	Aceites esenciales	37
3.1.3	Alimento para ganado	40
3.2	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO	41
3.3	DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO	42
3.4	BALANCES DE MASA GLOBALES	44
3.5	DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS	45
3.5.1	Vida útil de los equipos	45
3.6	DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS INDUSTRIALES	46
3.6.1	Energía eléctrica	46
3.6.2	Vapor	46
3.6.3	Agua	46
3.6.4	Aire	47
3.6.5	Bombas y compresores	47
3.7	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	48
3.8	RACIONALIZACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y DE AGUA EN LA PLANTA	48
3.9	ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL	49
3.9.1	Efluentes gaseosos	49

3.9.2 Residuos sólidos	50
3.9.3 Efluentes líquidos	50
4. ESTUDIO ADMINISTRATIVO	51
4.1 DETERMINACIÓN DEL TIPO DE EMPRESA	51
4.2 RAZÓN SOCIAL	51
4.3 CONSTITUCIÓN DE LA EMPRESA	51
4.3.1 Misión de AGROFACTORÍA Ltda.	51
4.3.2 Visión de AGROFACTORÍA Ltda.	52
4.3.3 Objetivos de AGROFACTORÍA Ltda.	52
4.4 ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA Y OPERATIVA	52
4.5 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA	52
4.6 DETERMINACIÓN DE LA MANO DE OBRA DIRECTA E INDIRECTA	53
5. ESTUDIO FINANCIERO	54
5.1 INVERSIÓN	54
5.1.1 Inversión fija	54
5.1.2 Inversión diferida	54
5.1.3 Capital de trabajo	55
5.2 COSTOS DE PRODUCCIÓN	57
5.2.1 Costos de fabricación	57
5.2.1.1 Costos directos	57
5.2.1.2 Gastos de fabricación	57
5.2.1.3 Otros gastos indirectos	57
5.2.2 Gastos de Administración	57
5.2.3 Gastos de ventas	57
5.3 INGRESOS	58
5.4 ORIGEN DE RECURSOS	58
5.5 DIAGRAMA DE FLUJO DE FONDOS	58

6. EVALUACIÓN DEL PROYECTO	60
6.1 EVALUACIÓN AMBIENTAL	60
6.2 EVALUACIÓN SOCIAL	62
6.3 EVALUACIÓN FINANCIERA	63
7. CONCLUSIONES	64
8. RECOMENDACIONES	66
BIBLIOGRAFÍA	67
ANEXOS	70

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Contenido de sólidos solubles de concentrados de frutas cítricas.	7
Tabla 2. Requisitos microbiológicos para los concentrados de fruta pasteurizados.	8
Tabla 3. Contenido máximo de metales pesados en el concentrado de jugo.	9
Tabla 4. Especificaciones del alimento para ganado.	12
Tabla 5. Digestibilidad de la pulpa de Naranja	12
Tabla 6. Importaciones Colombianas de aceites esenciales.	16
Tabla 7. Exportaciones Colombianas de aceites esenciales.	17
Tabla 8. Asignación de puntos para la localización de la planta.	28
Tabla 9. Cuadro comparativo de varios métodos de producción de aceites esenciales.	39
Tabla 10. Productos obtenidos en el proceso de la planta.	44
Tabla 11. Factores relativos para la estimación de la inversión de capital ,	56

para los diversos rubros , basados en el costo de los equipos entregados.

Tabla A.1. Subpartidas arancelarias de jugos cítricos importados por Estados Unidos.	72
Tabla A.2. Importaciones en Estados Unidos de jugos cítricos.	73
Tabla A.3. Exportaciones colombianas a Estados Unidos de jugos cítricos.	75
Tabla F.1. Puntuación de los factores para la ubicación específica de la planta.	94
Tabla I.1. Descripción de los equipos del diagrama de flujo.	114
Tabla I.2. Descripción de las corrientes del diagrama de flujo.	118
Tabla J.1. Especificaciones de equipos.	126
Tabla N.1. Mano de obra indirecta en la planta AGROFACTORÍA Ltda.	159
Tabla N.2. Mano de obra directa en la planta AGROFACTORÍA Ltda.	162
Tabla O.1. Costo de los equipos requeridos para el funcionamiento de la planta.	165
Tabla O.2. Inversión requerida para el montaje de la planta y su proyección para los diez años de funcionamiento.	170
Tabla P.1. Costo de la materia prima.	173

Tabla P.2. Costo de los materiales directos de producción.	173
Tabla P.3. Costo de otros materiales directos.	174
Tabla P.4. Costo de los materiales indirectos.	174
Tabla P.5. Valor de otros gastos indirectos.	174
Tabla P.6. Plan de amortización del crédito solicitado para la inversión a realizar.	175
Tabla P.7. Costos de producción de la planta y su proyección para los diez años de funcionamiento.	176
Tabla Q.1. Ingresos de la planta para el primer año de funcionamiento.	178
Tabla Q.2. Utilidades del funcionamiento de la planta.	179

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Corte transversal de un cítrico.	5
Figura 2. Cadenas estructurales de terpenos.	10
Figura 3. Participación en las exportaciones mundiales de jugo concentrado de naranja en el 2003.	19
Figura 4. Diagrama de bloques del proceso.	41
Figura 5. Diagrama de flujo de la planta.	43
Figura 6. Organigrama de AGROFACTORÍA Ltda.	53
Figura B.1. Distribución Regional de la producción Nacional de Cítricos de acuerdo al acumulado de producción de 1998-2002 en Tm.	77
Figura B.2. Distribución Regional de la producción Nacional de Naranja de acuerdo al acumulado de producción de 1998-2002 en Tm.	77
Figura B.3. Distribución Regional de la producción Nacional de mandarina de acuerdo al acumulado de producción de 1998-2002 en Tm.	78
Figura B.4. Distribución Regional de la producción Nacional de limón de	78

acuerdo al acumulado de producción de 1998-2002 en Tm.

Figura C.1. Producción anual de cítricos en el departamento de Santander.	80
Figura C.2. Producción anual de limón Tahití en el departamento de Santander.	80
Figura C.3. Producción anual de Mandarina Común en el departamento de Santander.	81
Figura C.4. Producción anual de Naranja Común en el departamento de Santander.	81
Figura C.5. Producción anual de Naranja Valencia en el departamento de Santander.	82
Figura C.6. Producción anual de Limón Común en el departamento de Santander.	82
Figura C.7. Producción anual de Mandarina Arrayana en el departamento de Santander.	83
Figura C.8. Producción anual de cítricos en el municipio de Lebrija.	83
Figura D.1. Precio de Mandarina Común en Bucaramanga.	85
Figura D.2. Precio de Naranja Valencia en Bucaramanga.	85
Figura D.3. Precio de Limón Tahití en Bucaramanga.	86

Figura E.1. Precio del jugo de naranja de 65°Brix, transado en la bolsa de Estados Unidos.	88
Figura E.2. Comportamiento del precio de los aceites esenciales de naranja, limón y mandarina.	88
Figura E.3. Precio pagado al productor, en el municipio de Lebrija, por tonelada de limón Tahití, de Naranja Valencia y de mandarina común.	89
Figura G.1. Extractor de zumo de cítricos in-line de FMC.	97
Figura G.2. Funcionamiento del extractor de zumo in-line de FMC.	98
Figura H.1. Destilación con agua y vapor.	110
Figura H.2. Destilación directa con vapor.	111
Figura K.1. Fuerzas que actúan sobre una gota de aceite.	142
Figura K.2. Separador de fases líquidas.	146
Figura L.1. Distribución en planta.	149

LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A. Importaciones y exportaciones de aceites esenciales de cítricos	71
ANEXO B. Comportamiento regional de las especies cítricas	76
ANEXO C. Gráficas de la producción de cítricos en Santander	79
ANEXO D. Gráficas de los precios de las frutas cítricas en el Centroabastos de Bucaramanga	84
ANEXO E. Gráficas del comportamiento de los precios de los productos y de los insumos de la planta	87
ANEXO F. Sistema de puntos para la determinación de la localización de la planta	90
ANEXO G. Tipos de extractores de zumo de cítricos	95
ANEXO H. Métodos de obtención de aceites esenciales	100
ANEXO I. Descripción de los equipos y corrientes indicados en el diagrama de flujo	113

ANEXO J. Especificaciones de los equipos requeridos por la planta	125
ANEXO K. Diseño de equipos	131
ANEXO L. Diagrama de distribución en planta	148
ANEXO M. Estructura Administrativa y Operativa	150
ANEXO N. Mano de obra directa e indirecta en la planta	158
ANEXO O. Inversión necesaria para el montaje de la planta	164
ANEXO P. Costos de producción de la planta	172
ANEXO Q. Flujo de ingresos y utilidades de la producción de la planta	177

TÍTULO:

DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA CONCENTRACIÓN DE JUGOS CÍTRICOS Y LA OBTENCIÓN DE ACEITES ESENCIALES Y OTROS SUBPRODUCTOS.*

AUTOR:

Rosa Imelda Rueda Velásquez.**

PALABRAS CLAVES:

Cítricos, jugo concentrado congelado, aceites esenciales, piensos para ganado, concentración por evaporación, extractores de jugo, agroindustria.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO:

El departamento de Santander es el tercer productor nacional de cítricos. Sin embargo, los agricultores de cítricos sufren graves pérdidas, porque actualmente no existen otras vías de aprovechamiento diferentes al mercado en fresco y, en un menor porcentaje, el mercado de exportación, que es muy exigente. De esta manera, existe un gran volumen de frutas susceptibles de procesarse para dar origen a múltiples productos, tales como jugos, aceites esenciales y piensos para ganado. Existen otros subproductos que pueden obtenerse a partir de los cítricos, pero no se abordaron en el diseño por diferentes razones.

En el estudio de mercados, se determinaron el destino y la demanda efectiva de cada uno de los productos; así como la oferta disponible de materias primas, que determinó la capacidad por instalar en 10400 Tm/año; encontrando que la localización apropiada para la planta sería Lebrija.

En el estudio técnico se diseñó la planta, acoplando procesos continuos con discontinuos, buscando disminuir los costos de maquinaria y asegurando la calidad de los productos. Los efluentes líquidos y gaseosos producidos por la planta serían poco agresivos con el medio ambiente y podrían mitigarse mediante sencillas acciones.

Al evaluar el estudio financiero, se encontró que la planta no es económicamente rentable, como consecuencia del bajo precio actual de los jugos concentrados; así como por la capacidad instalada, que no alcanza la mínima económicamente rentable, que fue calculada en 20600 Tm/año. Se podría pensar en procesar un volumen superior de materias primas, ya sea negociando con los agricultores y/o adquiriéndolas en otros municipios productores.

* Trabajo de grado.

** Facultad de Ingenierías Físico – Químicas. Escuela de Ingeniería Química.

Director: Álvaro Ramírez García, PhD. Codirector: Carlos Fernando Guerra Hernández.

TITLE:

DESIGN OF A PLAN FOR CONCENTRATING CITRIC JUICES AND FOR OBTAINING ESSENTIAL OILS AND OTHER SUBPRODUCTS.*

AUTHOR:

Rosa Imelda Rueda Velásquez.**

KEYWORDS:

Citric fruits, frozen concentrated juice, essential oils, cattle food, concentration by evaporation, juice extractors, agroindustry.

DESCRIPTION OF THE CONTENTS:

Santander is the third national producer of citric fruits. Nevertheless, the agriculturists of citric fruits suffer grave losses, because at present there aren't other different ways for profiting them to the fresh market and, with a lower percentage, the exportation market, which is very strict. So, there is a great quantity of available citric fruits for processing and to originate multiple products, such as juices, essential oils and cattle food. There are other subproducts that can be obtained from the citric fruits, but they weren't taken up in the design by different reasons.

In the market study, the destination and the effective demand of each product were determined; in the same way, the available offer of raw materials was determined, which established the capacity to be installed in 10400 Tm/año; finding the appropriate localization of the plan in Lebrija.

In the technical study the plan was designed, coupling continuous and discontinuous processes, searching to decrease the cost of the machinery and assuring the quality of the products. The liquid and gaseous emanations produced by the plan would be a little aggressive with the environment and they could be mitigated with simple procedures.

Evaluating the financial study, it was concluded that the plan isn't economically feasible, by consequence of the low present price of the concentrated juices; so as by the capacity to be installed, which doesn't reach the smallest economically feasible capacity, which was calculated in 20600 Tm/h. It could be considered to process a bigger quantity of raw materials, trading with the agriculturists and/or buying them in other producer towns.

* Pre-graduate work.

** College of Physical – Chemical Engineerings. School of Chemical Engineering.

Director: Alvaro Ramírez García, PhD. Codirector: Carlos Fernando Guerra Hernández.

INTRODUCCIÓN

Las frutas cítricas son uno de los principales productos agrícolas del departamento de Santander, que ocupa el tercer puesto a nivel nacional en producción de cítricos. Sin embargo, actualmente no existe un integral aprovechamiento de estas frutas, sino que por el contrario, los agricultores sufren graves pérdidas, al no tener otro canal de comercialización para sus voluminosas cosechas.

Por esta razón, el propósito del trabajo aquí presentado es realizar un diseño básico de una planta para el aprovechamiento de estos productos agrícolas, buscando minimizar los residuos generados por la fruta, al darles un valor agregado, y obtener así aceites esenciales de la cáscara y alimento para ganado, a partir de los hollejos, las semillas y las cáscaras gastadas.

La metodología empleada permitió que, una vez realizadas algunas pruebas experimentales preliminares, dirigidas al reconocimiento del proceso y de las múltiples variables involucradas en éste, se tuviera una visión más amplia y así se pudiera realizar el diseño de la planta, seleccionando de los métodos mencionados en la literatura, el más apropiado para las condiciones técnicas, sociales y económicas de este proyecto.

Luego, realizando un estudio de mercados, se reconocieron los potenciales compradores para los tres productos derivados de la planta, así como sus especificaciones; presentaciones y empaques; precios y demanda; tanto a nivel nacional, como en Estados Unidos, hacia donde estaría dirigida la producción de jugos concentrados.

A partir del estudio de mercados también se logró definir la capacidad de procesamiento de la planta, al analizar la producción de cítricos en el departamento de Santander, tanto por municipio, como por tipo de cultivo. Sobre estas bases se definió la localización más apropiada para la planta.

Posteriormente, se realizó el estudio técnico para definir el tipo de proceso de cada línea de producto y el diagrama de flujo de cada uno de los tres procesos productivos. De igual manera, se identificaron cada una de las corrientes involucradas y se seleccionaron ó diseñaron todos los equipos indicados.

En el estudio técnico también se realizó un breve análisis del impacto ambiental que generarían los efluentes líquidos, sólidos y, en consecuencia, se plantearon posibles acciones que se podrían adelantar posteriormente, para su manejo y disposición.

En el estudio administrativo se definió el tipo de empresa, así como sus políticas, su organización administrativa y los requerimientos de mano de obra directa e indirecta.

En el estudio financiero se estimó el costo total de los equipos, de acuerdo con las especificaciones indicadas en el estudio técnico, a partir de cotizaciones en diferentes empresas nacionales y extranjeras; y luego se calcularon los demás rubros de la inversión, a partir del método del porcentaje del equipo entregado.

Asimismo, se identificaron cada uno de los costos de fabricación y operación y se procedió a proyectarlos para los diez años de funcionamiento de la planta, asumiendo un escenario económico con una inflación del 7%.

A continuación, se calcularon los ingresos generados por la actividad productiva de la planta, y de igual manera que los costos, se proyectaron para un horizonte

de 10 años. Así, se obtuvieron las utilidades como la diferencia ente ingresos y costos, para cada uno de los años proyectados.

Finalmente, se realizaron las evaluaciones social, ambiental y financiera, las cuales permitieron concluir sobre el impacto, la rentabilidad y los beneficios o perjuicios que, con el ambiente y con la población, podría tener el proyecto.

1. CONCEPTOS TEÓRICOS

1.1 FRUTAS CÍTRICAS

En los frutos de los cítricos se distinguen dos partes: la piel o corteza y los segmentos o cascos. La corteza a su vez está formada por los siguientes tejidos: epicarpio y mesocarpio (mesocarpio externo y mesocarpio interno), que forman la parte coloreada de la corteza, la cual recibe el nombre de flavedo.

El mesocarpio interno es de color blanco, de allí el nombre de albedo. En algunas variedades el mesocarpio interno está coloreado de amarillo a rosa pálido. El endocarpio está constituido por los cascos o segmentos.

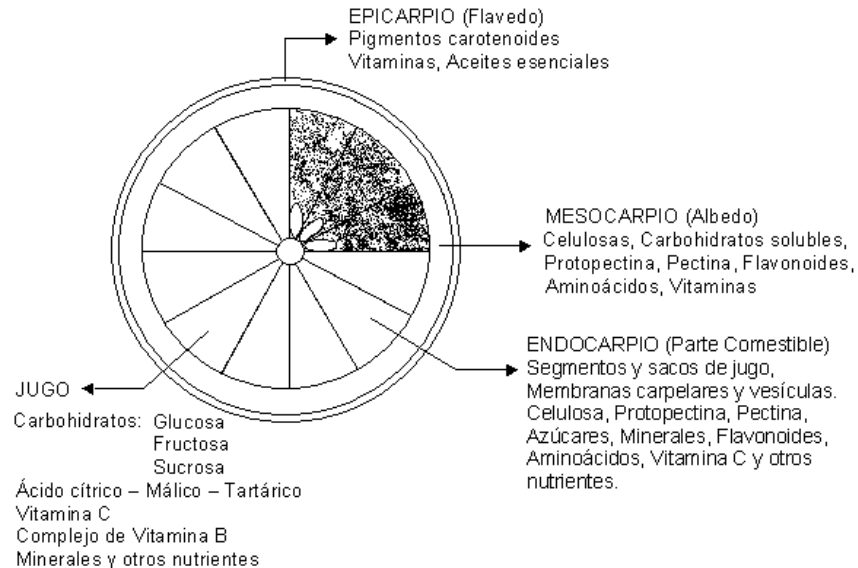
1.1.1 Composición del fruto

1.1.1.1 Flavedo. Los pigmentos y aceites esenciales son las sustancias más importantes de los contenidos en el flavedo. Ver Figura 1.

1.1.1.2 Albedo. En estado fresco, el albedo contiene 75 a 80% de agua. En la madurez, la materia seca del mismo fruto está compuesta por: 44% de azúcares (glucosa, fructosa, sacarosa), 33% de celulosa y 20% de sustancias pécticas, que tienen la particularidad de absorber agua. Además contiene glucósidos y ácido ascórbico en cantidad apreciable.

En las naranjas existen dos principios preamargos: la limonina y la isolimonina en las de ombligo; ambas presentes en el albedo en forma no amarga, pero debido a su solubilidad en agua, se incorporan al jugo al ser extraído y en éste que es un medio ácido se hidrolizan formando un compuesto amargo.

Figura 1. Corte transversal de un cítrico.



1.1.1.3 Endocarpo.

- **Sólidos disueltos.** Están compuestos principalmente por los azúcares y los ácidos. En los limones, los ácidos representan la mayor parte de los sólidos disueltos (alrededor de 7% de un total de 9%), mientras que en la naranja los compuestos dominantes son los azúcares (7.5% de un total de 11 a 12%).
- **Proteínas.** En los frutos hay baja cantidad de proteínas (menos de 2%), sólo en las semillas hay cantidades importantes (hasta 16%).
- **Vitaminas.** La vitamina C es la más abundante; encontrándose principalmente en el albedo y el jugo. Los jugos de los cítricos son pobres en provitamina A.
- **Ácidos.** Contiene diversos ácidos: cítrico, málico, oxálico y succínico. En la naranja los principales ácidos son el cítrico y el málico; este último especialmente abundante en las limas dulces.

- **Sólidos solubles totales.** Aproximadamente el 85% del total de sólidos solubles son azúcares. Aún en frutos de una misma variedad y dentro del mismo árbol se dan diferencias en el contenido de azúcares.

1.2 VARIEDADES CÍTRICAS DE IMPORTANCIA COMERCIAL CULTIVADAS EN LA REGIÓN

1.2.1 Naranja Valencia. La naranja, en general, es conocida como *Citrus sinensis*. Es una naranja de maduración tardía usada para jugo. Contiene de 6-8 semillas y un peso promedio de 250 g.

1.2.2 Limón Tahití. También es conocido como lima Tahití, persa o bears. Denominada *Citrus latifolia* y es la más importante de las limas ácidas grandes. Tiene menores exigencias de calor y mayor resistencia al frío que el limón común, es menos ácido que éste y sin semillas.

1.2.3 Mandarina común. La mandarina común, conocida como *Citrus reticulata*, encierra un gran grupo de especies, por esta razón varía ampliamente en los caracteres del árbol y del fruto. Usualmente son menos “sopladas” y la piel es más adherida, tiene menos corazón que la de otros grupos. Algunas variedades de este grupo son la Oneco y la Dancy.

No se conserva bien en el árbol después de su maduración y la soltura de la corteza hace que la fruta se deteriore mucho cuando se separa del árbol.

Los frutos son más sensibles al frío que las naranjas y toronjas, debido a su tamaño pequeño y corteza delgada.

2. ESTUDIO DE MERCADOS

2.1 PRODUCTO

2.1.1 Definiciones y especificaciones

2.1.1.1 Jugo concentrado congelado. Producto elaborado mediante la extracción parcial del agua de constitución del jugo o de la pulpa de la fruta, hasta obtener un mínimo del 50% por encima del grado Brix natural de la fruta⁽⁸⁾.

- **Características fisicoquímicas.** Para que se puedan considerar como concentrados, los jugos o pulpas deberán someterse a evaporación o cualquier otro procedimiento térmico que permita obtener un 50% por encima del Brix natural de la fruta, conforme se indica en la siguiente tabla.

Tabla 1. Contenido de sólidos solubles de concentrados de frutas cítricas⁽¹³⁾.

Concentrado de	Porcentaje mínimo de sólidos solubles por refractometría a 20°C (Brix)
Limón	9.0
Mandarina	13.50
Naranja	13.50

Sin embargo, en Estados Unidos el producto suele encontrarse en concentración de 4.1, es decir, el jugo de naranja se concentrará hasta 42° Brix, el de limón hasta 32°Brix y el de mandarina hasta 42° Brix. Estas especificaciones aumentan los costos de operación en la planta, pero reducen los de transporte y distribución del producto.

El jugo concentrado de limón se comercializa con contenidos de 300 a 600 GPL (gramos de ácido cítrico anhidro por litro de concentrado).

- **Características microbiológicas.**

Tabla 2. Requisitos microbiológicos para concentrados de frutas pasteurizados⁽⁸⁾.

	n	m	M	c
Recuento de aerobios mesófilos, UFC/g	3	100	1000	1
NMP coliformes/g	3	<3	-	0
NMP coliformes fecales/g	3	<3	-	0
Recuento de esporas sulfito reductoras, UFC/g	3	<10	-	0
Recuento de mohos, UFC/g	3	10	100	1
Recuento de levaduras, UFC/g	3	10	100	1

Donde; n : número de muestras a examinar; m : índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad; M : índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad; C : número máximo de muestras permisibles con resultado entre m y M; NMP : número más probable; UFC : unidades formadores de colonias, indica el grado de contaminación microbiológica.

- **Aditivos**

- **Conservantes.** No se permite el uso de conservantes.
- **Antioxidantes.** Sólo se permite la adición de ácido ascórbico, de acuerdo con Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

- **Sustancias no permitidas.** En los concentrados no se permite la adición de los ésteres naturales para recuperar los aromas naturales de la fruta. Sólo en los concentrados de naranja, mandarina y toronja se permite la adición de edulcorantes naturales, en niveles tales que al reconstituirlos como jugos contengan un máximo de 5% de azúcar.

- **Límite de defectos.** No se permite la presencia de niveles mayores a 20 puntos negros de máximo 2 mm cada uno, en 10g de muestra reconstituida a su Brix Natural.
- **Contenido máximo de metales pesados**

Tabla 3. Contenido máximo de metales pesados en el concentrado de jugo⁽⁸⁾.

METAL	Máximo mg/kg
Arsénico expresado como As	0.2
Cobre expresado como Cu	5
Estaño expresado como Sn	250
Zinc expresado como Zn	5
Hierro expresado como Fe	15
Suma de Cobre, Zinc, Hierro	20
Plomo expresado como Pb	0,3

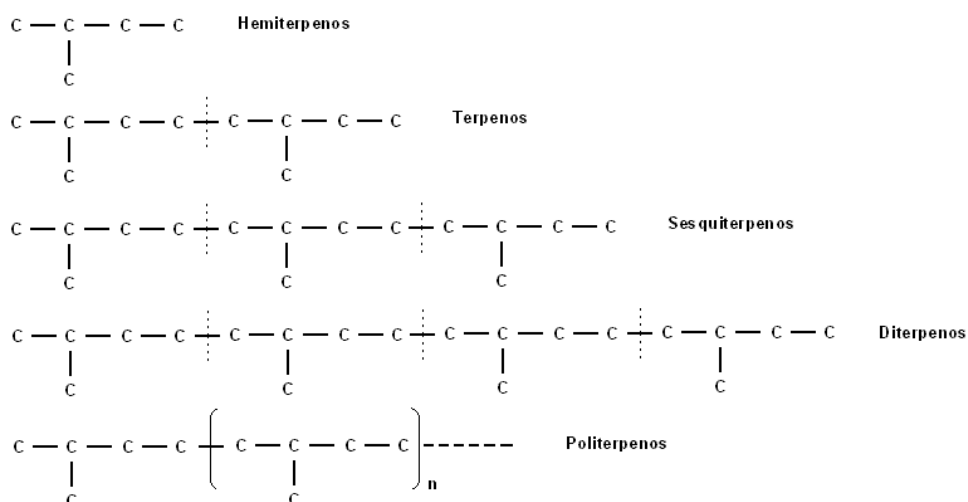
2.1.1.2 Aceites esenciales. Son una mezcla de componentes volátiles, producto del metabolismo secundario de las plantas. Se forman en las partes verdes (con clorofila) del vegetal y al crecer la planta son transportadas a otros tejidos, en concreto a los brotes en flor. El término aceite esencial se aplica también a la sustancias sintéticas similares preparadas a partir del alquitrán de hulla, y a las sustancias semisintéticas preparadas a partir de los aceites naturales esenciales.

Los aceites esenciales generalmente son mezclas complejas de hasta más de 100 componentes que pueden ser: hidrocarburos terpénicos y sesquiterpénicos; compuestos oxigenados como: aldehídos, alcoholes, ésteres, cetonas, ácidos y óxidos; y residuos no volátiles como: acroleínas, esteroides y ceras parafínicas.

- **Terpenos.** La denominación *Terpenos* designa los compuestos que tienen una relación con la molécula simple de isopreno C_5H_8 , y en un sentido más restringido para designar compuestos con 10 átomos de carbono, derivados del C_{10} . Ver Figura 2.

Los terpenos pueden ser: monoterpenos acíclicos, monoterpenos monocíclicos, monoterpenos bicíclicos, monoterpenos tricíclicos, sesquiterpenos, diterpenos y triterpenos.

Figura 2. Cadenas estructurales de terpenos.



- **Compuestos oxigenados.** El segundo mayor grupo de componentes del aceite esencial está formado por hidrocarburos de cadena recta y sus derivados oxigenados: alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres, éteres, ácidos y óxidos. Varían desde el metanol hasta compuestos con 15 a 30 átomos de carbono.

- **Compuestos no volátiles.** Su presencia es incidental. En el aceite de naranja se han identificado: ceras hidrocarbonadas, cumarinas, flavonoides, carotenoides, tocoferoles, ácidos grasos y esteroides. Para reducir el porcentaje de estos

compuestos no volátiles, el aceite es almacenado en cuartos fríos por varias semanas para causar decantación.

Las características de los aceites esenciales son: líquidos volátiles, en su mayoría insolubles en agua, pero fácilmente solubles en alcohol, éter, aceites vegetales y minerales; además son arrastrables por el vapor de agua. Por lo general no son oleosos al tacto. Raramente tienen color y su densidad es inferior a la del agua (la esencia de sasafrás o de clavo constituyen excepciones). Casi siempre dotados de poder rotatorio, tienen un índice de refracción elevado. Las constantes físicas varían según la procedencia, la manera de obtención y la estación del año.

Las propiedades físico-químicas de los aceites esenciales o esencias son muy diversas, puesto que el grupo engloba sustancias muy heterogéneas.

Los aceites esenciales se utilizan para dar sabor y aroma al café, al té, los vinos y a las bebidas alcohólicas. Son los ingredientes básicos en la industria de los perfumes y se utilizan en jabones, desinfectantes y productos similares. También tienen importancia en medicina, tanto por su sabor como por su efecto calmante del dolor y su valor fisiológico.

Algunos autores han publicado composiciones aproximadas de ciertos tipos de aceites esenciales, y se reportan en diferentes textos⁽⁴⁾.

2.1.1.3 Alimento para animales. Por el procesamiento de los residuos cítricos se pueden obtener pulpa y finos. La pulpa que suele ser higroscópica, debe conservarse en un almacén seco. Los finos suelen venderse como fertilizantes o sirven de combustible en la fábrica.

Las cáscaras de cítricos se pueden usar después de extraérseles el aceite esencial, pues éste irrita las mucosas nasales de los animales, y sin extraérseles

la pectina del albedo, ya que ésta tiene en el alimento una influencia importante en sus propiedades hidrofílicas.

Las características más importantes de estos desechos son su alto valor energético y su fácil digestibilidad. Los fabricantes de pulpa de agrios garantizan en sus etiquetas el siguiente análisis:

Tabla 4. Especificaciones del alimento para ganado⁽⁴⁾.

Proteína bruta	Más del 6%
Grasa bruta	Más del 3%
Fibra bruta	Menos del 14 -15%
Extracto no nitrogenado	Más del 53-55%

La pulpa seca puede utilizarse especialmente para el ganado vacuno lechero, para estimular la producción lechera. Los coeficientes de digestibilidad y las sustancias nutritivas digeribles de la pulpa son los siguientes:

Tabla 5. Digestibilidad de la pulpa de Naranja⁽⁴⁾.

	Pulpa de naranja			
	Proteína bruta %	Fibra bruta %	Extracto libre N %	Grasa bruta %
Coeficiente de digestibilidad	36,57	93,1	88,51	6,59
Sustancias digeribles	2,14	9,99	57,30	0,05

La ración diaria recomendable para el ganado lechero, es:

Heno	2.5 a 3.5 kg
Torta de Algodón	1.5 kg
Pulpa de agrios (seca)	4 a 4.5 kg

De esta ración puede sustituirse la pulpa seca de agrios por 20 a 25 kg de desperdicios de toronja (no secos), que el ganado come directamente. Para el de cerda no es conveniente esta clase de piensos, ni tampoco para las aves.

2.1.2 Normas

Las siguientes normas están relacionadas con la actividad productiva de la planta: Decreto 3075 de 1997 República de Colombia, Norma Técnica Colombiana 1364 (NTC 1364), NTC 1236, NTC 440, NTC 512-1, Resolución 7992 de 1991 y FDA. Título 21. Capítulo I. Subcapítulo B. Parte 146. Subparte B. Sección 146.146.

2.2 MERCADO DE DESTINO

2.2.1 Mercado interno

2.2.1.1 Jugo Concentrado Congelado. En estudios realizados^(1,7), se hicieron encuestas a los compradores potenciales del producto, como son los hogares de estratos medio, medio-alto y alto, así como al mercado institucional, como son los restaurantes y las clínicas, entre otros; encontrándose que el producto no es muy conocido por la población, inclusive en Bucaramanga el jugo concentrado congelado no es vendido en ninguno de los grandes supermercados.

En las ciudades de Barranquilla, Santa Marta y Cartagena, se encontró que un 34,3% de las personas estarían dispuestas a utilizarlo si el producto satisface sus expectativas y exigencias, a pesar de que sería un poco más costoso que comprar directamente la fruta. En el mercado institucional, como son los restaurantes y las clínicas, ven el producto de gran utilidad para la prestación de los servicios que ellos ofrecen, pero sólo la utilizan en épocas de no cosecha. En épocas de cosecha prefieren comprar la fruta fresca.

En las encuestas realizadas en las ciudades de Bucaramanga, Floridablanca, Piedecuesta y Girón, se encontró que un 65,0% de las familias estarían dispuestas a adquirir el jugo concentrado, principalmente por ser un producto práctico. Asimismo, un 69,9% contestó no conocer sobre las propiedades de las frutas procesadas, lo que implicaría realizar campañas informativas para el consumidor; dado que en Bucaramanga no existe un mercado para este producto actualmente.

Adicionalmente, a nivel nacional, el producto también tendría como posibles compradores a las industrias de las bebidas, la industria láctea y otras industrias de alimentos, que utilizan el producto como materia prima para la obtención de jaleas, mermeladas, gelatinas, alimentos infantiles, pastelería y confitería. También se usan para cocinar y para hacer bebidas alcohólicas.

2.2.1.2 Aceites esenciales. Muchos aceites esenciales tienen aplicaciones en la industria de los sabores siendo las más comunes los aceites de especias, menta, hierba buena, y los aceites cítricos como es el caso del aceite esencial del limón (*Citrus limonium*).

Se pretendería entonces ingresar con este producto únicamente al mercado nacional, representado principalmente en los más importantes centros industriales del país: Cali, Medellín, Barranquilla y Bogotá. El mercado de destino del producto, al ser éste un producto intermedio, queda enmarcado solamente por la delimitación geográfica, sin darle cabida a delimitaciones sociales, económicas y de edad.

2.2.1.3 Alimentos para animales. El mercado está dirigido al sector ganadero, especialmente al de carácter intensivo. Se buscaría competir en el mercado regional, y posiblemente en los departamentos aledaños a esta región, dada la cercanía geográfica de mercados ganaderos, con el correspondiente ahorro en costos de transporte que ello implica.

2.2.2 Mercado externo

2.2.2.1 Jugo concentrado congelado. El principal destino del jugo concentrado congelado de naranja es la elaboración de bebidas que incluyen al jugo de naranja en distintas proporciones, muchas veces mezclado con otros jugos frutales. El porcentaje en volumen es superior a las bebidas elaboradas por los países de Suramérica.

Brasil es el mayor productor de jugo de naranja del mundo, seguido por el estado de la Florida. Por esta razón, la entrada de Brasil, con su elevada cuota productora hizo descender el precio del jugo en los mercados internacionales en un dólar, en el término de 6 meses. Para marzo de 2004, el precio implícito CIF del jugo proveniente de Brasil se situó en 16 centavos por litro; mientras que en Estados Unidos el precio negociado en la bolsa era mucho más alto que el proveniente de Brasil. Recientemente, el Departamento de Comercio, en Washington, emitió una decisión preliminar donde ordenó la aplicación de aranceles punitivos al 60% de las importaciones de jugo de naranja de Brasil, al señalar que se vendía en Estados Unidos a precios muy bajos.

De esta manera, se buscaría poder ingresar a este mercado tan apetecido, dado que en los Estados Unidos hay una gran aceptabilidad del producto y se registran grandes volúmenes de consumo en su población.

2.3 ESTUDIO DE MERCADO DEL PRODUCTO

2.3.1 Mercado nacional

2.3.1.1 Jugo concentrado congelado. Frente al panorama nacional, en especial el mercado local donde el producto es poco conocido, sería un poco difícil crear un

mercado, puesto que el concentrado congelado resulta un poco más costoso comparado con la fruta fresca, la cual se consigue en esta región prácticamente todo el año para los casos del limón y de la naranja, y en los meses de Noviembre a Enero y de Mayo a Julio para la mandarina⁽⁵⁾.

A pesar que la población mostró una actitud positiva hacia el producto, de acuerdo a las encuestas realizadas en los estudios nombrados anteriormente, en especial, por las ventajas que éste ofrece; la producción inicialmente se exportaría en su totalidad, dado que COMINTEX Ltda., que es la empresa interesada en este estudio, cuenta con compradores en Estados Unidos, quienes han mostrado un gran interés en este tipo de producto, dando a conocer su intención de comprar todo el concentrado que esté en capacidad de producir la planta.

2.3.1.2 Aceites esenciales. En las siguientes tablas se presentan las exportaciones e importaciones de aceites esenciales en Colombia.

Como se puede ver, las exportaciones colombianas de aceites esenciales representan menos de un 1% de las importaciones. Por esta razón, se podría reemplazar parte de las importaciones, ofreciendo los mismos productos a un menor precio, para aquellas industrias que los requieren.

Tabla 6. Importaciones Colombianas de aceites esenciales. (Fuente: Proexport).

Año	Aceite esencial de Naranja (Tm/año)	Aceite esencial de Limón (Tm/año)
2002	83.9	79.1
2003	62.6	43.2
2004	289.2	51.8

Tabla 7. Exportaciones Colombianas de aceites esenciales. (Fuente: Proexport)

EXPORTACIONES COLOMBIANAS DE ACEITES ESENCIALES									
Posición Arancelaria	Producto	2001		2002		2003		2004	
		Peso Neto (Kg)	Precio FOB (US\$)	Peso Neto (Kg)	Precio FOB (US\$)	Peso Neto (Kg)	Precio FOB (US\$)	Peso Neto (Kg)	Precio FOB (US\$)
3301120000	Aceites esenciales de Naranja	810	5355	108	552	1300	6583	1182	15249
3301130000	Aceites esenciales de Limón	7	122	201	2973	136	1210	36	115
3301140000	Aceites esenciales de lima	36	1367	0	0	0	0	0	0
3301190000	Los demás aceites esenciales de agrios (Cítricos)	3325	14786	493	3386	2715	23443	85	12296

2.3.1.3 Alimento para animales. Las principales importaciones colombianas procedentes de los otros países miembros de la CAN se concentraron, en el 2001, en residuos y desperdicios alimentarios, que participaron con el 20% del valor, siendo éstos principalmente subproductos de soya y bases para la preparación de alimentos concentrados para animales, de acuerdo a información reportada por la DIAN y los Cálculos del Observatorio Agrocadenas Colombia.

Esto demuestra que la industria colombiana, no logra abastecer la demanda nacional de concentrados para animales, por lo que se ve obligada a importar los desperdicios alimentarios de industrias extranjeras, con los respectivos problemas ambientales que esto implica.

Para el año 2005, se estiman 25 millones de cabezas de ganado vacuno presentes en Colombia, de las cuales, 10 millones están destinados para doble propósito y 1 millón para producción lechera⁽¹²⁾. Tomando un promedio nacional, se tiene que el 4% del ganado está dirigido a producción lechera.

En Colombia, las regiones con mayor participación ganadera son: la norte con el 28% y la oriental con el 27%. Aunque en todos los departamentos del país se evidencia producción ganadera, los departamentos con mayor población son en su orden, Córdoba, Antioquia, Casanare, Caquetá, Cesar, Santander, Meta y Cundinamarca que concentran más de 60% del total.

Se requieren, en promedio, 4.5 kg de piensos / cabeza de ganado lechero por día⁽⁴⁾, es decir 1642,5 kg / cabeza por año. Así, si se quisiera abastecer un 10% de la población vacuna destinada a producción lechera en Colombia, esto es 100.000 cabezas de ganado, se requerirían 164.25 Tm de piensos al año. Es decir, se tiene un mercado potencialmente amplio, lo que permite pensar que se puede vender toda la producción de piensos.

2.3.2 Mercado internacional

2.3.2.1 Jugo concentrado congelado. En el 2003, la producción mundial de jugo concentrado congelado de naranja fue de 2,2 millones de toneladas, con tendencia estable. Actualmente, Brasil lidera el mercado con el 50% del volumen elaborado, seguido por EE.UU. con el 40%. Italia y España producen cada uno el 2% del total mundial como se muestra en la figura 3.

El principal comprador mundial de jugo concentrado congelado de naranja es EE.UU., que absorbe el 68% del total importado. Aunque las compras de este país van disminuyendo a través de los años, en el 2003 fueron de 307 mil toneladas, principalmente de jugos provenientes de Brasil. El resto de la demanda mundial se completa con España (12%), Australia (10%), Italia (7%) y Grecia que absorbe el 3% de las importaciones mundiales. Todos los días, los Estadounidenses consumen alrededor de 79 millones de vasos de 6 onzas de jugo de naranja, lo cual se estima en cerca de la mitad de todo el jugo de fruta vendido en este país.

Figura 3. Participación en las exportaciones mundiales de jugo concentrado de naranja en el 2003. (Fuente: Dirección de Industria Alimenticia, datos del USDA).



De acuerdo a los datos reportados por Proexport, Estados Unidos presenta importaciones de jugos cítricos, con las subpartidas arancelarias mostradas en la Tabla A.1. Las importaciones reportadas en Estados Unidos para algunos de estos productos se muestran en la Tabla A.2.

Se puede destacar el elevado valor de las importaciones del jugo de naranja congelado, el cual supera enormemente a todas las demás importaciones. Además, como se puede observar, Estados Unidos importa grandes volúmenes de jugo de cítricos, en especial aquellos congelados, dado que su producción interna no es suficiente para abastecer la enorme demanda nacional; por esta razón, la exportación de este producto tendría grandes posibilidades de ingresar en este mercado, siempre y cuando tenga las características y la calidad del jugo que allí se produce y comercializa.

Asimismo, Colombia exporta jugos de cítricos a Estados Unidos, con los valores reportados en la Tabla A.3. Como se puede notar, aunque en cantidades limitadas, las exportaciones de jugos de cítricos de Colombia hacia Estados Unidos han crecido en los últimos años. Sin embargo, la participación colombiana en las importaciones totales de este país, es realmente mínima dada que el mercado es inmensamente amplio.

2.4 PRESENTACIONES DEL PRODUCTO

2.4.1 Jugo concentrado congelado. Para exportación debe ser empacado en bolsas de polietileno de alta densidad y protegido en tambores metálicos, con capacidad de 55 galones.

En Colombia existe una empresa llamada Recatam Ltda. que distribuye estos tambores metálicos.

2.4.2 Aceites esenciales. Con los aceites se deben tener en cuenta las siguientes precauciones en su empaque:

- Se deben almacenar en tanques con revestimiento epoxi, estañados o en acero inoxidable.
- También pueden ser envasados en recipientes de vidrio herméticos, de color oscuro y a bajas temperaturas, para evitar las reacciones de oxidación y de descomposición.
- Los envases se deben llenar lo máximo posible, evitando que quede aire dentro del recipiente.

Dado el volumen de producción, los aceites se deben envasar en recipientes de vidrio oscuro, herméticamente sellados, con capacidades de 1 , 2 y 5 galones, de acuerdo al pedido del cliente. Así, los aceites se mantendrán en tanques de acero inoxidable, a temperaturas de 0 a 5°C, y sólo se envasarán al momento de ser vendidos, para evitar alteraciones del producto.

Los envases son vendidos por empresas de Barranquilla, Medellín y Bogotá, tales como Bolten Ltda., Peldar, entre otros. Los precios oscilan entre \$2000 y \$8000, dependiendo del tamaño deseado.

2.4.3 Alimento para ganado. Se debe empaquetar en sacos de 40 Kg, debidamente marcados. El consumo debe ser relativamente rápido con el fin de evitar problemas de fermentación o descomposición.

Los sacos se pueden adquirir en Bucaramanga en la empresa Depósito de Empaques El Maizal, quienes distribuyen sacos plásticos y de polipropileno. Las medidas necesarias del saco son de 60cm x 90cm, los cuales tienen un costo de \$650/saco (con IVA, para Octubre de 2005), si la compra es por mayor y si el saco es totalmente blanco. Si se desea se puede comprar el saco rotulado con el nombre de la empresa y las especificaciones del producto, pero el costo se incrementa, debido al trabajo de litografía.

2.5 ESTUDIO DE MERCADO DE INSUMOS

2.5.1 Cítricos. De acuerdo a las estadísticas reportadas en las Evaluaciones Agropecuarias realizadas por la Unidad Regional de Planeación Agrícola, URPA, así como en los datos del DANE, se encontró que Santander es uno de los principales departamentos citrícolas del país, ocupando el primer puesto a nivel nacional en la producción de mandarina, el cuarto puesto en cosechas de limón y el cuarto puesto en la producción de naranja; posicionándose así en un tercer puesto nacional en producción de cítricos en general, después de los departamentos de Cundinamarca y Valle del Cauca, respectivamente, como se puede observar en las gráficas del Anexo B.

Santander cuenta con una gran producción de cítricos, en especial de mandarina, susceptibles de llevarse a proceso, siempre y cuando los agricultores se comprometan también con el proyecto, entregando un producto de buena calidad, puesto que ellos serían los primeros beneficiados al tener un comprador de sus

cosechas, en especial en tiempos de alta temporada, cuando ellos sufren graves pérdidas.

Adicionalmente, cuando las cosechas se ven afectadas por plagas y enfermedades, sus mercados de exportación, así como sus ventas, disminuyen considerablemente. Para recuperar la inversión, los agricultores pueden cambiar de producción al dedicarse a los productos de jugos procesados que no están sujetos a las restricciones a las que está sometido el producto fresco.

En las gráficas mostradas en el Anexo C, se puede analizar la producción de cítricos en Santander, del año 2001 al 2004 y los pronósticos para el 2005. De acuerdo a estos datos, se puede ver que Lebrija es el municipio que más participa en la producción de cítricos en Santander, para los casos de naranja Valencia, mandarina común y limón Tahití, mientras que San Gil es el municipio que más produce Naranja Común, seguida por el municipio de Rionegro.

Con base en esto, en cuanto a naranja, se podría procesar exclusivamente la tipo Valencia, puesto que ésta es la más empleada en Florida (Estados Unidos) para producir el jugo concentrado congelado, y así, se acopiaría la materia prima totalmente en Lebrija. De esta manera, en cuanto a mandarina, sólo se procesaría la común, dado que la arrayana sólo se cultiva en Guapotá y Palmas del Socorro, dificultando su consecución, adicionalmente este tipo de mandarina posee muchas glándulas de aceite que comunican al fruto inmaduro mal sabor.

De acuerdo a estimaciones de la URPA, Santander exporta alrededor de un 10% del limón Tahití producido, asimismo, se vende fuera del departamento el 60% de la mandarina y el 15% de la naranja producida, aunque se importan las tres quintas partes de la naranja y del limón que se consume en el departamento.

A pesar de que aún no se cuenta con datos concretos de la fruta que se exporta, la que se destina al mercado local y al regional, y de la fruta que se pierde o que el agricultor tiene que vender a precios tan bajos, que no le generan ganancia alguna; se podría decir que alrededor de un 20% de la producción de cada una de las frutas es la que potencialmente se podría destinar para el proceso en la planta, tomando en cuenta que, adicionalmente, los agricultores verían atractiva la posibilidad de contar con un comprador fijo para sus cultivos.

En la Figura C.8, se puede ver comparativamente la producción de Mandarina Común, Limón Tahití y Naranja Valencia, en el municipio de Lebríja. En este municipio, las producciones de cada fruta se han mantenido más o menos constantes en estos últimos años, por lo que se podría esperar que la situación no cambiara y tener producciones anuales promedio de 7710 Tm de Limón Tahití, 40600 Tm de Mandarina Común y 3535 Tm de Naranja Valencia. De esta manera, se contaría con 1542 Tm de Limón Tahití, 8120 Tm de Mandarina Común y 707 Tm de Naranja Valencia, para procesar anualmente en la planta.

2.5.2 Otros insumos. Para la producción se requiere cal, hipoclorito de sodio y sulfato de aluminio.

2.6 CRONOGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA

La planta, como se dijo anteriormente, procesaría anualmente 1542 Tm de limón Tahití, 8120 Tm de Mandarina Común y 707 Tm de Naranja Valencia. Correspondiendo así un 14,9% a limón Tahití, el 78,3% a mandarina y el 6,8% restante a Naranja Valencia. De esta manera, la planta procesaría en total 28,4 Tm de fruta diariamente. Dado que la planta se diseña con un porcentaje de utilización promedio del 80%, estará en capacidad de procesar 35,5 Tm/día (12961 Tm/año) de fruta.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que el limón y la naranja son cultivos permanentes, mientras que la mandarina sólo se cosecha en los meses de Noviembre a Enero y de Mayo a Julio, pero con volúmenes de cosecha muchísimo mayores a los de las otras dos frutas.

Por esta razón, se hace necesario instalar cuartos fríos, permitiendo así que en la época de cosecha se acopie la materia prima, y posteriormente se pueda llevar a proceso, manejando inventarios FIFO.

En las gráficas que se muestran en el Anexo D, se puede observar el comportamiento del precio a mayoristas de estas tres frutas en el Centroabastos de Bucaramanga, reconociendo los meses de mayor producción como aquellos en que el precio es más bajo.

Como se puede ver, los tres tipos de frutas presentan un comportamiento muy similar y lo que se busca es poder procesar la mayor cantidad de fruta en fresco, para obtener productos de mejor calidad y disminuyendo, a su vez, los costos del almacenamiento en frío. Por esta razón, dado que la mandarina es la materia prima más abundante, el funcionamiento de la planta se destinaría totalmente a su procesamiento en los meses de su cosecha que corresponden a Enero, Mayo, Junio, Julio, Noviembre y Diciembre, y adicionalmente se requerirían los meses de Febrero, Agosto, Septiembre y los primeros 13 días del mes de Octubre, para lograr procesar toda la materia prima disponible, de acuerdo a la capacidad de procesamiento de la planta. En Marzo se procesaría la naranja Valencia, requiriendo tan sólo 25 días para cubrir toda la cantidad disponible; esta naranja se debe adquirir en los meses de Diciembre y Enero. Así en los 6 días restantes del mes de Marzo, en el mes de Abril y en los 18 días de Octubre que aún se tienen, se podría procesar el limón Tahití.

Bajo estas condiciones, la planta debe operar las 24 horas del día los 365 días del año, con trabajadores a tres turnos, garantizando así el procesamiento de toda la materia prima disponible. Además, se debe aclarar que en aquellos días en que se cambia el tipo de fruta a procesar, se debe realizar un buen lavado de los equipos para evitar contaminaciones de los nuevos productos, especialmente para el caso del jugo y de los aceites esenciales, dado que el alimento para ganado no requiere ningún cuidado en este sentido.

2.7 ANÁLISIS DE PRECIOS

2.7.1 Jugo concentrado congelado

2.7.1.1 Jugo concentrado congelado de naranja. Por ser Estados Unidos el principal importador mundial del jugo concentrado de naranja y a su vez, el segundo productor, las oscilaciones de su producción local influyen decisivamente en los precios internacionales.

Entre marzo de 1997 y diciembre de 1998, el precio promedio por tonelada del jugo concentrado de naranja (65° Brix) en los mercados europeos pasó de US\$1.000 a un rango que osciló entre US\$1.500 y US\$1.900, cayendo a niveles de US\$900 en noviembre de 1997, el precio más bajo desde 1987. Esta fuerte caída del precio se debió a los altísimos niveles de las cosechas tanto en Brasil como en la Florida (Estados Unidos); la recuperación registrada posteriormente fue el resultado de medidas implementadas por los fabricantes en Brasil, quienes redujeron sus exportaciones hacia Estados Unidos en un 18% y hacia Europa en un 5%, mientras que aumentaron los despachos hacia los mercados asiáticos.

En la Figura E.1, se observa el comportamiento del precio del jugo de naranja transado en la bolsa de los Estados Unidos desde Junio de 1999 a Marzo del

2004. Se debe tener en cuenta que los grados Brix del jugo transado en bolsa son de 65 °Brix y que los precios corresponden a un mercado a plazo.

Como se puede observar, los precios internacionales del jugo concentrado de naranja han oscilado los últimos años, desde valores de US\$850/Tm alcanzando precios de hasta US\$1900/Tm.

2.7.1.2 Jugo concentrado y congelado de limón. Los jugos concentrados de limón han tenido valores muy similares a los de naranja, con precios que van desde US\$925/Tm a US\$1380/Tm libres de impuestos, según reporta el **Market News Service** para la fecha de Agosto del 2004.

2.7.1.3 Jugo concentrado y congelado de mandarina. El jugo concentrado de mandarina es un producto que poco se encuentra en el mercado internacional, aunque es muy apetecido por su sabor exótico. Sus precios han oscilado entre US\$1500/Tm y US\$2000 /Tm, incluyendo el costo de los fletes, en Estados Unidos. Según reporta el **Market News Service** para la fecha de Agosto del 2004.

2.7.2 Aceites esenciales. Los aceites esenciales de naranja, limón y mandarina tienen prácticamente el mismo valor. En el mercado se encontró que estos precios oscilan considerablemente, dependiendo de la calidad del aceite y de su método de obtención.

De acuerdo a los datos reportados por Proexport para las exportaciones colombianas de aceites esenciales, el comportamiento en los últimos años del precio del aceite de naranja, limón y mandarina es el mostrado en la Figura E.2.

Se observa que el precio tanto del aceite esencial de naranja, como el de mandarina han mantenido una tendencia al alza; por el contrario, el precio del aceite esencial de limón ha disminuido. Sin embargo, este comportamiento puede

no ser del todo representativo, puesto que el precio se calculó dividiendo el valor total de las exportaciones entre la cantidad de aceite exportado.

Con el fin de tomar un valor representativo se encontró un precio promedio de US\$7.42/Kg para el aceite esencial de naranja, US\$11.48/Kg para el de limón y US\$8.60/Kg para el aceite esencial de mandarina.

2.7.3 Alimento para ganado. En el mercado de Bucaramanga, sólo se encontró un almacén agrícola que distribuye este producto, el Almacén Agropecuario El Potrero, con un valor de \$22000/bulto (bulto de 40 Kg).

Esto demuestra que el producto tendría un buen mercado en la ciudad de Bucaramanga, ya que no existe un gran número de distribuidores que cubran la demanda.

2.7.4 Frutas cítricas. En algunos casos, la calidad de la fruta que se ofrece no corresponde a la requerida por la agroindustria (se produce naranja valencia con 9,5 a 10,5 grados brix y se requiere de 11 y 12 grados brix) y, además, la oferta mundial de jugo concentrado es muy amplia y a precios competitivos por lo que el 90% de la industria importa jugo concentrado de naranja para los diferentes procesos.

Por estas razones, se tendrá que negociar un precio justo con los agricultores de Lebrija, donde la fruta cumple con las características requeridas. De esta manera, se garantiza un abastecimiento continuo de materia prima, donde ambas partes se benefician mutuamente.

Los precios reportados en las Evaluaciones Agropecuarias de la URPA para el limón Tahití, la mandarina común y la naranja Valencia, en el municipio de Lebrija, se pueden observar en la Figura E.3.

Como se puede observar, los precios se han mantenido relativamente constantes en los últimos años. Además, se puede ver que la mandarina es la fruta menos costosa, siendo a su vez la que se produce en mayor cantidad.

2.7.5 Otros insumos. De acuerdo con las cotizaciones hechas, los costos de los insumos son del orden de \$8700/galón de hipoclorito de sodio al 13%, en Laboratorios León, para el mes de septiembre de 2005; un precio de \$10000 más IVA por bulto de 50 Kg de cal, en la empresa Cales y Carburos de Santander, en este mismo mes; así como un valor de \$490/Kg más IVA para el sulfato de aluminio sólido (Tipo B).

2.8 LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

2.8.1 Localización general. La planta podría ubicarse en el parque industrial de Chimitá o en Lebrija, dadas las ventajas que tiene el primero para la instalación y funcionamiento de la planta; así como, la facilidad que tiene Lebrija para el acopio de la materia prima. La selección de la localización se hizo mediante el sistema de puntos, y los factores que se evaluaron, así como sus respectivos grados, se muestran en el Anexo F. La asignación de los puntos, se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Asignación de puntos para la localización de la planta.

Factor	Parque industrial de Chimitá		Lebrija	
	Grado	Puntos	Grado	Puntos
Disponibilidad de servicios	3	100	3	100
Proximidad materia prima	1	0	3	100
Políticas impositivas	2	37,5	1	0
Costo terreno	2	37,5	3	75
Acceso a mercados	2	25	2	25
Disponibilidad mano de obra	2	25	3	50
Facilidad importación de bienes	1	0	1	0
Total puntos		225		350

De esta manera, la planta se ubicaría en el municipio de Lebrija, dado que presenta notables ventajas en cuanto al acopio de la materia prima y el costo del terreno.

2.8.2 Localización específica. La localización específica de la planta sería cercana a los cultivos, en la vía que de Lebrija va hacia Barrancabermeja, en zona rural, donde se cuenta con los servicios de agua, luz, gas y teléfono.

2.9 ESTUDIO DE DISTRIBUCIÓN Y ACOPIO

2.9.1 Acopio de la materia prima. Las frutas, se recolectarían mediante camiones en la zona rural de Lebrija. Trataría de crearse una cooperativa, para que los campesinos cuya producción sea pequeña, recolecten todos sus productos en un centro de acopio. Los demás insumos necesarios se podrían adquirir en Bucaramanga.

2.9.2 Distribución del producto. Los concentrados congelados tendrían que enviarse en tanques refrigerados hasta el puerto, y allí ser cargados en contenedores, igualmente refrigerados. Estas exportaciones serían periódicas, aproximadamente cada mes o cada dos meses, una vez se tenga un volumen suficiente de producto.

Los aceites esenciales, cuya producción es menor, sólo se envasarían al momento de ser vendidos, y se distribuirían también en camiones refrigerados.

El alimento para ganado se llevaría mediante camiones a Bucaramanga, donde se distribuiría en los almacenes agrícolas. Dado que el almacenamiento de este producto debe ser de corto tiempo, cada dos o tres días se llevaría una carga a esta ciudad.

Para el requerimiento de camiones, la empresa podría inicialmente contratar este servicio a una empresa de transporte, mediante la modalidad de **outsourcing**, y posteriormente estudiar la posibilidad de adquirirlos por cuenta propia.

2.10 PUBLICIDAD Y PROPAGANDA

2.10.1 Nombre de la empresa. La empresa tendrá por nombre Agrofactoría Ltda., como desean los inversionistas.

2.10.2 Propaganda. A los jugos concentrados congelados, no se les hará ningún tipo de publicidad. En caso de querer ingresar al mercado nacional, se utilizarían medios de comunicación como periódicos de circulación local y nacional, dado que el producto también sirve de insumo para otras empresas; así también se podría vender para el consumo doméstico.

Se utilizará la página de Internet *www.agrofactoria.com.co* como un medio para comunicarse con los clientes y al mismo tiempo como un instrumento para dar publicidad a los productos. La empresa estará registrada a directorios como Páginas amarillas tanto en Internet como en el directorio domiciliario e industrial (papel).

Finalmente para los piensos específicamente, se hará una publicidad adicional en las ferias ganaderas y en las veterinarias especializadas en ganado vacuno.

3. ESTUDIO TÉCNICO

3.1 SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

En la industria de zumos de naranjas, toronjas, limones, etc., se producen cantidades importantes de residuos que pueden ser objeto de aprovechamiento, una vez elaborados convenientemente.

A partir de 100 kg de fruta fresca se obtienen 43.6 kg de zumo y 56.4 kg de pieles y raspaduras. De estos últimos se obtienen 1.5 kg de pectinas, 0.2 kg de aceites y 10 kg de pulpa seca.

Después de extraído el zumo, como principales subproductos pueden citarse: la pulpa, melazas, aceites esenciales, aceites de prensado, pectinas, etc. En la piel de la naranja se encuentran dos flavonoides, la naringina y la hesperidina, que pueden ser susceptibles de aplicación. El zumo de naranja desechado puede destinarse a la obtención de alcohol mediante fermentaciones, o de ácido láctico por un proceso análogo.

3.1.1 Jugos concentrados y congelados. El Departamento de Cítricos de la Florida inventó el jugo de naranja concentrado congelado en 1945, y dio la patente al gobierno de los Estados Unidos en 1948.

En general, el proceso utilizado en las industrias no ha cambiado desde entonces, y es esencialmente el mismo para los tres tipos de fruta. Sin embargo, la industria de la maquinaria si ha evolucionado sorprendentemente, encontrando en el mercado soluciones prácticas y versátiles para las distintas operaciones del proceso.

En el caso de la naranja, se emplean para jugo varias especies, las más conocidas son las que se denominan: Homosassa, Parson, Brown, Hamlin, Jaffa, Pineapple y, la más popular, la Valencia, que será la empleada para esta planta.

A continuación se describen las etapas del proceso.

- **Recepción y selección de la materia prima.** Los camiones son pesados al llegar a la planta y cuando ya los han vaciado, se determina por diferencia la cantidad de materia prima ingresada en la bodega. La fruta es descargada en una pileta con agua, con el fin de minimizar daños en la descarga, y es transportada a silos para su almacenamiento, o bien pasa a proceso directamente.

La fruta deberá cumplir los requisitos generales para la presentación y comercialización de cítricos, de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana número 4086.

- **Lavado y cepillado.** En este proceso las frutas son conducidas en bandas transportadoras hacia una lavadora con aspersores y cepillos donde se eliminan impurezas que pudieran traer del campo, usando agua potable y algún aditivo especial, como hipoclorito de sodio.

- **Selección por tamaño.** Las materias primas siguen avanzando por una banda transportadora hasta llegar a un equipo seleccionador que deja caer las frutas pequeñas antes que las medianas y éstas antes que las grandes.

- **Extracción del jugo.** La fruta entera pasa a la hilera de extractores de jugos cítricos, los cuales van en orden según el tamaño de la fruta, es decir, primero están los extractores para fruta pequeña, luego los de fruta mediana y por último los de fruta grande.

Los extractores industriales comenzaron a desarrollarse en los años 40 y 50, y desde entonces no han dejado de incorporar nuevas mejoras y avances tecnológicos que han permitido aumentar los rendimientos y la calidad del zumo obtenido. Los extractores mecánicos son sorprendentemente eficientes y remueven el jugo de hasta 400 a 700 frutas por minuto.

Los tipos de extractores de zumo de cítricos que se utilizan actualmente en la industria son el Sistema in-line y el extractor Zumex, los cuales se describen en el Anexo G.

Dada la alta capacidad de procesamiento del sistema in-line, así como su versatilidad, éste sería el adecuado para la planta.

Una vez se ha extraído el jugo, los que difieren en acidez y sabor pueden ser luego combinados y endulzados con más azúcar, si esto es deseado y permitido por la ley. En el pasado, las leyes de Florida prohibían la añadidura de azúcar, mientras en California es permitida a condición de que la etiqueta lleve la indicación correspondiente. Para este proceso se evitará la adición de azúcar, así como de aditivos, con el fin de obtener un producto totalmente natural, aprovechando la tendencia actual hacia los productos saludables y naturales.

- **Filtración.** El chorro de jugo que contiene algunas semillas y pequeñas cantidades de pulpa (estimándose éstos en un 1%), pasa luego a través de mallas o coladores, en donde éstas son eliminadas.
- **Desaireación del jugo.** En esta etapa el jugo contiene aire y oxígeno. El oxígeno causaría la destrucción de la vitamina C y la pérdida del color y el sabor, de manera que el jugo es pasado luego por un desaireador a un vacío de 26 a 29 pulgadas de Hg, para eliminar el aire y el oxígeno. Esta etapa tiene como

propósito adicional eliminar la espumosis del jugo, la cual podría ocasionar problemas en el proceso de concentración.

El oxígeno es el factor más destructivo del jugo, causando degradación de la vitamina C. Sin embargo, uno de los principales azúcares encontrados en el jugo de naranja, la fructosa, también puede causar la degradación de la vitamina C. A altas concentraciones de fructosa, mayor es la pérdida de esta vitamina. Por el contrario, altos niveles de ácido, tales como ácido cítrico o málico, estabilizan la vitamina C.

- **Pasteurización del jugo.** El jugo sigue siendo muy perecedero debido a los microorganismos y las enzimas naturales. Por eso se le pasa por un pasteurizador de placas, llevando rápidamente el jugo a 80 - 90°C durante 20 a 30 segundos, para luego enfriarlo bruscamente. Este proceso también permite destruir las diastasas que modifican el sabor durante la conservación del producto.

La inactivación de las enzimas es necesaria, debido a que éstas rompen las cadenas de pectinas, con lo que queda un sobrenadante que le resta calidad al zumo; de esta manera, con su inactivación se evita la pérdida de la turbiedad.

- **Concentración del jugo.** Hay diversos métodos de preparación del jugo concentrado: congelación del zumo, ósmosis inversa y por evaporación del agua; siendo esta última la técnica más utilizada en la industria.

Los evaporadores originales de baja temperatura han sido reemplazados en la industria por otro tipo de equipos, como los siguientes: evaporadores de múltiple efecto, de multi-etapas, de alta temperatura, evaporadores de corto tiempo y evaporadores térmicamente acelerados de corto tiempo (TASTE).

Para el caso de la naranja, el jugo natural contiene alrededor del 10.5% de sólidos. Si se va a hacer un concentrado de 4.1, los sólidos tienen que ser aumentados al 42% y éste se hace en un evaporador al vacío de baja temperatura; de tal forma que con un vacío de 725 mmHg no se sobrepasen los 43°C. Sin embargo, cuando se concentra el jugo de naranja, algunos de los componentes del sabor se pierden al ser hervidos. De manera que se emplea comúnmente el método de concentrarlo excesivamente hasta que contenga un 65% de sólidos (para el jugo de mandarina se puede elevar también hasta un 65% y para el jugo de limón hasta un 55% de sólidos) y luego agregarle jugo fresco de consistencia natural hasta lograr el deseado 42% de sólidos. De esta manera, el jugo fresco añade sabor al jugo concentrado. A veces se le añade algo del aceite de la cáscara para mejorar el sabor.

De igual manera, los vapores originados en el proceso de concentración, se condensan, obteniendo la llamada "Esencia acuosa", la cual es usada ampliamente para mejorar el sabor del jugo concentrado, ya que posee el aroma fragante del jugo recién exprimido .

- **Envasado y congelación del jugo.** El jugo concentrado está ahora listo para ser congelado y éste puede hacerse de la siguiente manera: al concentrado se le congela hasta el nivel de escarcha al hacerlo pasar por unos cambiadores de calor de tipo tubular. Luego, el jugo frío, concentrado, en forma de escarcha es envasado en los tambores metálicos, y éstos son cerrados y pasados por un túnel de congelación en donde el concentrado solidifica.

El producto terminado, en el caso de la naranja, consiste en un puré empacado en bolsas de polietileno cerradas con alambre; éstas se colocan dentro de tambores de capacidad de 55 galones, conteniendo un promedio de 208 l de jugo concentrado, que pesan alrededor de 265 Kg, con 42 grados brix y congelado a

-23 °C, con una relación acidez/grados brix de 15 a 16.1 preferiblemente. El porcentaje de acidez debe ser mayor de 0,5 y menor que 1,0.

Puede existir una tendencia a alterar el sabor durante la conservación, siempre que no se mantenga a baja temperatura. Esta alteración es más intensa en el concentrado de limón. De esta manera, siempre y cuando el jugo concentrado se mantenga a temperaturas por debajo de los -18°C, el producto conservará sus características y su calidad hasta por 24 meses.

Otra alteración que puede producirse es obscurecimiento por reacción de los aminoácidos y los azúcares, con formación de anhídrido carbónico; si la concentración es baja puede producirse fermentación por ataque de mohos y levaduras.

El zumo concentrado tiene una serie de ventajas para las empresas que lo elaboran porque permite mejor transporte y almacenamiento, ya que ocupa menos espacio. Por otra parte, el zumo concentrado se puede conservar durante todo el año y esto le permite a la empresa un continuo abastecimiento del mercado.

La evaluación de la pérdida de la calidad durante la conservación prolongada del zumo es imprescindible para poder garantizar su calidad, la cual experimenta variaciones que dependen de las condiciones de almacenamiento y de la técnica de envasado. Algunos de estos cambios parecen asociados a los constituyentes no volátiles, tales como el ácido ascórbico, los azúcares y lípidos; mientras que otros están relacionados con los constituyentes volátiles.

La conservación refrigerada retrasa estos cambios químicos y por consiguiente la pérdida de calidad, pero no los evita.

De acuerdo a un estudio⁽¹⁷⁾, el zumo de naranja de la variedad Valencia mantiene un grado de aceptación satisfactorio durante los primeros seis meses de almacenamiento sólo a temperaturas de -20°C o inferiores, ya que no varían las características analíticas objetivas (ácido ascórbico, furfural, color y constituyentes volátiles), ni la calidad sensorial; por el contrario, si el almacenamiento se efectúa a temperatura ambiente ($28 \pm 2^\circ\text{C}$) se detectan pérdidas de calidad después del primer mes.

También observaron que la pérdida de ácido ascórbico se comporta como una reacción aparente de orden cero que satisface la ecuación de Arrhenius en el intervalo de temperatura de 10 a 40°C. Asimismo, lograron confirmar que los contenidos en furfural y en α -terpineol pueden ser considerados como índices de envejecimiento del zumo de naranja, ya que las correlaciones de estas variables con la calidad sensorial resultan significativas.

El zumo recién extraído no es amargo, pero, al poco tiempo, se va generando este sabor como consecuencia de la transformación del ácido limónico monolactona A, presente en el zumo, que no es amargo en la dilactona correspondiente, denominada limonina, de fuerte sabor amargo. Esta lactonización viene favorecida en medio ácido y por efecto del calor.

La limonina, responsable del sabor amargo del zumo de naranja, se detecta sensorialmente a concentraciones muy bajas (umbral 6-7 ppm). Debido al efecto negativo que la limonina tiene sobre la calidad del zumo de naranja, su determinación analítica requiere disponer de un método rápido y sensible.

3.1.2 Aceites esenciales. Los aceites esenciales se pueden extraer por diversos métodos, los cuales se describen en el Anexo H.

Los aceites cítricos naturales de más alta calidad son los conocidos comercialmente como “prensados en frío” (**Cold Pressed**) extraídos por cualquiera de los procesos mecánicos mencionados en el Anexo H. En cuanto a la calidad de los aceites esenciales destilados, ésta depende de varios factores, incluyendo: naturaleza del material a tratar, tratamiento térmico durante la destilación con vapor y tiempo de exposición al calor. Aunque generalmente son considerados inferiores a los aceites prensados en frío, esto no implica que su mercado sea menor o más restringido.

De un lado, resultados experimentales en laboratorio⁽²⁾ demuestran que de la cáscara de naranja Valencia es posible sacar hasta 20 litros aproximadamente de aceite esencial por tonelada de cáscara tratada por destilación con vapor, mientras que el rendimiento obtenido mediante el proceso del **Pipkin Juice Extractor**, el más popular en Brasil y Estados Unidos, es de 3,7 litros de aceite por tonelada de cáscara. Es decir que, después del proceso de extracción del jugo y del aceite por prensado en frío, se queda en la cáscara cerca del 81% del aceite esencial.

En los procesos mecánicos de extracción, el rendimiento del aceite esencial es menor que el teóricamente posible debido a dos razones: en primer lugar, el aceite es absorbido por el esponjoso albedo o se mezcla con el jugo, y en segundo término, los productores de aceite esencial de cáscara de naranja prefieren extraer poca cantidad de aceite de una gran cantidad de cáscara, en lugar de extraerle todo el aceite posible a una pequeña cantidad de cáscara, lo cual actualmente hace necesaria la recuperación de este aceite esencial durante diferentes etapas del proceso de la fruta en esta industria.

Con el fin de seleccionar un método para la obtención de aceites esenciales en la planta, se compararán los aspectos más importantes de cada uno de ellos, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 9. Cuadro comparativo de varios métodos de producción de aceites esenciales ⁽²⁾.

Método	Nombre	Rendimiento Litros aceite/Tm de cáscara	Requerimientos			
			Capital	Mano de obra	Conocimiento	Rapidez del proceso
Manual	Esonja	10,15-15,22	Muy bajo	Elevado	Requiere habilidad manual.	Muy lento.
	Ecuelle	4,06	Muy bajo	Elevado	Requiere habilidad manual.	Muy lento.
	Aguja	6.65	Moderado	Elevado	Bajo.	Moderado.
Mecánico	Sfumatrici	-	Moderado	Bajo	Técnico	Alta
	Avena	-	Alto	Bajo	Técnico	Alta
	Koffler	16,24	Alto	Bajo	Técnico	Alta
	Brown Peel Shaver	-	Elevado	Bajo	Técnico	Moderada
	Pipkin Roll	1,00	Alto	Bajo	Técnico	Alta
	Screw Press	2,62	Alto	Bajo	Técnico	Alta
	Fraser Brace Extractor	5,20	Alto	Bajo	Técnico	Alta
	Pipkin Juice Extractor	3,75	Alto	Bajo	Técnico	Alta
Destilación	Arrastre con vapor	20,30	Moderado	Moderado	Alto	Moderado
Extracción con solventes	-	3,11	Alto	Moderado	Alto	Moderada
Por enflorado	-	-	Moderado	Alto	Bajo	Lento
Extracción con fluidos supercríticos	-	-	Muy elevado	Moderado	Técnico	Alto.

- Datos no reportados en bibliografía

En base a esta información, el método más adecuado para la obtención de aceites esenciales sería la destilación por arrastre con vapor, dado que este proceso permite obtener cantidades bastante altas de aceite, en corto tiempo y con un costo relativamente bajo, comparado con los otros métodos. Por estas razones este proceso sería el más adecuado para la planta.

3.1.3 Alimento para ganado. Una parte importante de los residuos que se generan en la industria de transformados vegetales está constituida por la fracción orgánica sólida derivada del tratamiento previo de las materias primas vegetales. Esta fracción de sólidos orgánicos se emplea en parte como alimentación animal, una pequeña proporción se destina a otras aplicaciones (por ejemplo, como combustible) y el resto de la materia no empleada constituye un residuo destinado a vertedero. El envío de esta materia orgánica a vertedero supone una pérdida de recursos puesto que podría aprovecharse en otros procesos como son: compostaje, mecanización, etc.

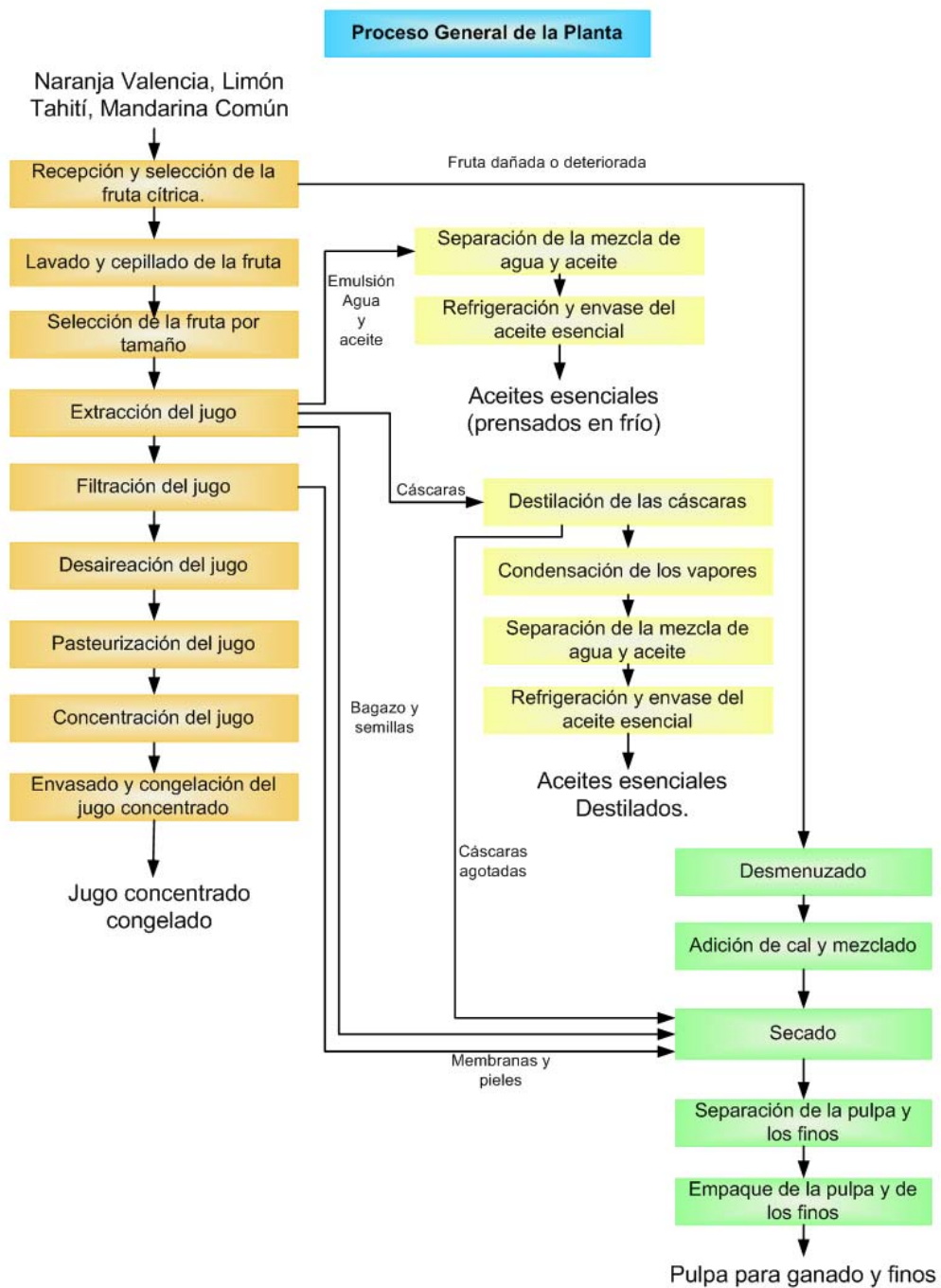
El residuo sólido lo constituyen los restos de cáscara, semillas y hollejos. A los valores de procesamiento, significaría alrededor de 5500 Tm anuales de este residuo. Sin embargo, se puede reducir en casi su totalidad por la incorporación de deshidratadores y presecaderos, que permiten su secado y aprovechamiento. Este producto, además da valor agregado a la ecuación económica final del procesamiento industrial.

El método más común para la desecación de residuos consiste esencialmente en la adición de un 0.3-0.5% de cal, mezclándolo bien en grandes depósitos. Luego se utilizan secadores rotativos empleando vapor. La adición de cal suele fijarse por el cambio de color en las mezclas pulpa – cal. Este tratamiento suele durar de 45 a 50 minutos, aunque en algún caso con 5 o menos es suficiente. El secado suele durar de 10 min a 2 horas, según el tipo. Y al salir de éstos, la pulpa pasa a unos ciclones separadores que separan el conjunto en pulpa y finos.

El material secado debe contener menos de un 10% de humedad y protegerse del ataque de insectos y roedores. La pulpa, que suele ser higroscópica, debe conservarse en un almacén seco.

3.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO

Figura 4. Diagrama de bloques del proceso.



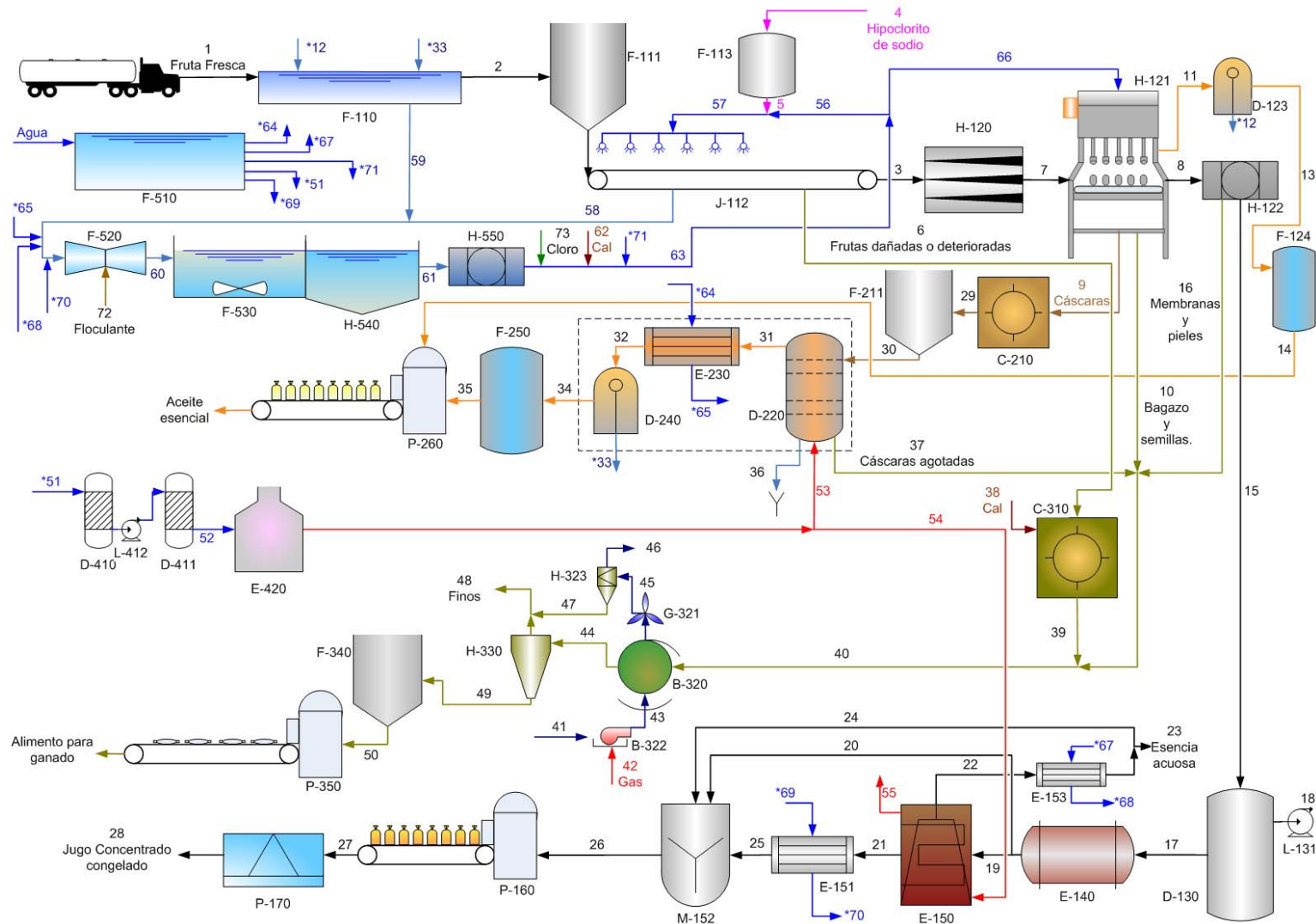
3.3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Los equipos y corrientes especificados en el diagrama de flujo, se describen en las tablas mostradas en el Anexo I.

Dado que el jugo natural de mandarina y de naranja tienen en promedio 9,5 °Brix y se deben concentrar hasta 65 °Brix, para finalmente alcanzar 42 °Brix con el jugo de reposición; por cada 12,9 litros que ingresen al evaporador para el proceso de concentración, se deberá destinar 1 litro de jugo pasteurizado para la reposición. Es decir, un 92,8% del total del jugo entra al proceso de concentración y un 7,20% se debe destinar al proceso de reposición para alcanzar los 42 °Brix deseados. De igual manera, el jugo que ingresa al proceso de concentración se tendrá que evaporar hasta disminuir su volumen aproximadamente a la octava parte, para alcanzar los 65°Brix. Del agua retirada como vapor, y luego condensada para obtener la “Esencia del jugo”, se tendrá que reutilizar un 1,65% para recuperar el aroma perdido en el proceso de concentración.

Por su parte, en el caso del jugo de limón que naturalmente tiene 6,5 °Brix y se debe concentrar hasta 55 °Brix, para finalmente obtener con el jugo de reposición un concentrado de 32 °Brix; requiere que por cada 13,2 litros de jugo que se concentren, se destine 1 litro de jugo para la reposición. Es decir, del jugo pasteurizado, un 92,94% debe ingresar al proceso de concentración y el 7,06% restante se debe destinar como jugo de reposición. Asimismo, el jugo que ingresa al proceso de concentración tendrá que evaporarse hasta disminuir su volumen aproximadamente a la décima parte, para alcanzar los 55°Brix. Del agua retirada como vapor, y luego condensada para obtener la “Esencia del jugo”, se tendrá que reutilizar un 1,85%.

Figura 5. Diagrama de flujo de la planta.



En este diagrama de flujo no se ilustra el tratamiento de agua completo, consistiendo en una filtración previa, con mallas, para retener los sólidos de gran tamaño, luego, se mide el caudal, y en base a éste se dosifica el floculante que se adiciona en la canaleta de mezcla rápida. Una vez se ha adicionado el floculante, se lleva a tanques de floculación, y luego de sedimentación, donde se depositan los flóculos que han alcanzado el tamaño y peso suficiente. Para eliminar la turbidez del agua, se hace pasar por un filtro de arena. Posteriormente, se adiciona cloro, para desinfectar el agua, y cal, para regular el pH. Finalmente, el agua se lleva a un tanque de almacenamiento para su recirculación.

3.4 BALANCES DE MASA GLOBALES

De acuerdo al estudio de mercados, se concluyó que la planta procesaría anualmente 1542 Tm de limón Tahití, 707 Tm de naranja Valencia y 8120 Tm de mandarina común, de las cuales se estima que un 2% se desechan en el proceso de selección, por no tener la calidad adecuada. De esta manera, en la siguiente tabla se muestran las cantidades de los productos obtenidos, calculadas a partir de balances de masa.

Tabla 10. Productos obtenidos en el proceso de la planta.

	Limón Tahití	Naranja Valencia	Mandarina Común
Jugo concentrado congelado	140,6 Tm/año	64,5 Tm/año	740,2 Tm/año
Aceite esencial destilado	1813,4 Kg/año	831,4 Kg/año	9549,1 Kg/año
Aceite esencial prensado en frío.	604,5 Kg/año	277,1 Kg/año	3183,0 Kg/año
Esencia acuosa	529,6 Tm/año	236,8 Tm/año	2719,1 Tm/año
Pulpa para animales	1584 Tm/año		
Finos.	100 Tm/año		

Asimismo, se calcularon las cantidades necesarias de hipoclorito de sodio, de cal viva y de sulfato de aluminio sólido, encontrando que se requieren anualmente 14,0 m³ de hipoclorito, 30,7 Tm de cal viva y 3154 Kg de sulfato de aluminio sólido (Tipo B).

3.5 DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS

Dado que la planta debe operar al 80% de su capacidad instalada, los equipos se diseñan y seleccionan con este porcentaje de utilización promedio. De esta manera, la planta se diseñó para una capacidad de 12961 Tm/año, cuando realmente cuenta con materia prima de 10369 Tm/año de frutas.

En el Anexo J se muestra el listado de equipos requeridos por la planta, con sus respectivas especificaciones y descripción de su funcionamiento, en cada uno de los procesos que se llevan a cabo. Los equipos que están sombreados fueron diseñados detalladamente y se encuentran en el Anexo K.

3.5.1 Vida útil de los equipos. La vida útil de los equipos seleccionados varía y está influenciada por el material de que están contruidos y por los productos a manipular. Debido a que se espera una vida útil prolongada, para evitar futuras inversiones en el reemplazo de equipos, y con el propósito de garantizar la asepsia de la fabricación del jugo y la calidad de los aceites esenciales, se propuso la construcción de todos los equipos en acero inoxidable tipo austenítico 18 Cr, 8 Ni. De acuerdo con la tabla de “Propiedades generales de corrosión de algunos metales y diversas aleaciones”, del Manual del Ingeniero Químico de Perry, este tipo de acero presenta un comportamiento “Normalmente excelente” tanto con suministros de agua dulce estática o con movimiento, turbulenta, con vapor húmedo o condensado, así como con el ácido cítrico, en el rango de temperaturas y concentraciones presentes en el proceso.

3.6 DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS INDUSTRIALES

3.6.1 Energía eléctrica. La planta requerirá electricidad para todo el sistema de bombeo, los sistemas de control automático en los procesos, los motores de la banda transportadora, de los extractores de jugo, de los cortadores de cuchillas, del secador rotatorio y del agitador en el tanque de mezclado y del tanque de floculación. En la zona administrativa para los computadores, el aire acondicionado de las oficinas, los scanners, las impresoras, los teléfonos, las máquinas fax, las neveras y los ventiladores, en general.

En el departamento de aseguramiento de la calidad para el cromatógrafo de gases; los computadores; las planchas de calentamiento, el refractómetro, el polarímetro y el pHmetro eléctrico y adicionalmente para la iluminación interna y el alumbrado externo de la planta.

3.6.2 Vapor. El vapor se requiere para el proceso de concentración del jugo y para la destilación de los aceites esenciales. De acuerdo a las especificaciones del evaporador, se requiere 1 Kg de vapor por cada 4 Kg de agua a evaporar. Dado que se requieren evaporar alrededor de 405 Kg/h del agua presente en el jugo, se necesitarán 102 Kg/h de vapor.

En el proceso de destilación de los aceites esenciales, el vapor requerido es el necesario para arrastrar los aceites, más el que se condensa en el alambique y más el que es absorbido por las cáscaras. En total este requerimiento es de 412 Kg/h. De esta manera, se necesitarían 514 Kg/h de vapor en la planta, los cuales podrían ser suministrados mediante la instalación de un calderín.

3.6.3 Agua. La planta emplea agua en la recepción de la fruta y en su lavado, siendo este proceso el que tiene la demanda más elevada. También se necesita agua en la extracción del jugo, para arrastrar los aceites; en los intercambiadores

del proceso de concentración; en los condensadores, para la obtención de aceites esenciales; para la producción de vapor en el calderín y, por último, para todas las actividades de aseo, higiene y limpieza en la planta.

Instalando el sistema de tratamiento de aguas grises se logra disminuir el requerimiento de agua, desde un valor superior a los 20 m³/h, a valores por debajo de 4 m³/h. Esto se debe a que el agua empleada en el lavado de la fruta es de 16 m³/h, valor que es muy elevado, por lo cual se puede reciclar tantas veces como sea necesario, proporcionándole un proceso de acondicionamiento, con el fin de disminuir el impacto ambiental de estas descargas tan elevadas.

3.6.4 Aire. En la planta se requiere aire para el proceso de secado de los residuos sólidos. Este flujo se controla mediante la instalación de un ventilador de extracción, que jala el aire a través del secador; obteniendo de esta manera un control más completo de este flujo.

3.6.5 Bombas y compresores. Mediante una estimación preliminar, la planta requeriría:

- 5 bombas centrífugas autocebantes en acero inoxidable y plástico, de ½ hp, con impulsor cerrado y tubería en acero inoxidable, para el flujo de jugo en su proceso de producción, que es de 500 l/h en promedio.
- 1 bomba centrífuga con impulsor cerrado de 3 in, motor de ¼ hp y velocidad de 500 rpm, para impulsar un flujo de agua de 514 l/h desde una resina de intercambio iónico a la otra.
- 1 bomba centrífuga de ½ hp, con impulsor cerrado de 3 in y velocidad de 500 rpm, para impulsar el agua necesaria en la condensación de los vapores desprendidos en la extracción de aceites esenciales.
- 2 bombas centrífugas de ¼ hp, impulsor cerrado de 3 in, para llevar el agua necesaria en los intercambiadores de calor del proceso de concentración del jugo.

- 1 bomba centrífuga de ¼ hp, impulsor cerrado de 3 in, para impulsar cerca de 2 m³/h de agua hacia los extractores de jugo, para arrastrar los aceites esenciales desprendidos en esta operación.
- 1 bomba de 5 hp, de una etapa, con impulsor cerrado de 5 in y 3450 rpm, para llevar un flujo de 16 m³/h de agua hacia la banda transportadora, para el lavado de la fruta.
- 4 bombas para hacer un vacío de 26 a 29 inHg.
- 2 compresores de aire a tornillo, para el cuarto frío y el de congelación, cada uno de 5.5 hp.

3.7 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

El diagrama de distribución en planta se muestra en el Anexo L.

3.8 RACIONALIZACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y DE AGUA EN LA PLANTA

Para disminuir el consumo de combustible utilizado en el proceso industrial, se podrían emprender las siguientes acciones en la planta:

- Construir un conducto de recuperación de los gases de combustión de la caldera, para aprovecharlos en el secado de los residuos sólidos.
- Aislar las tuberías conductoras de vapor, para minimizar las pérdidas y evitar consumo adicional de combustible.
- Mejorar la combustión del calderín por la instalación de un equipo de monitoreo de combustión, lo que lleva a un menor consumo de gas combustible.
- Automatización del sistema de alimentación y combustión en el secador y en el calderín.

- Recuperar el vapor de caldera condensado en el evaporador, con retorno a la misma.

Con el empleo de un evaporador de múltiples efectos en el proceso de concentración, se consigue una disminución del consumo de vapor proporcional al número de efectos, y por consiguiente, del combustible necesario en el calderín. La estimación de disminución del consumo es de aproximadamente el 70% del necesario, si se utilizaran evaporadores de un solo efecto.

De igual manera, para disminuir el consumo de energía utilizado en el proceso industrial se podrían ejecutar las siguientes acciones:

- Aislar térmicamente el cuarto frío y el cuarto de congelación.
- Instalar arrancadores de motores eléctricos inteligentes.
- Instalar sistemas automáticos para el funcionamiento de la iluminación externa.

Para disminuir el consumo de agua en la empresa se implementaría el sistema de reciclo y la incorporación de equipos con menor consumo, como se planteó anteriormente con la instalación de una planta de tratamiento de aguas grises.

3.9 ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL

3.9.1 Efluentes gaseosos. La empresa podría disminuir la cantidad de emisiones gaseosas por:

- Aprovechamiento de los gases de combustión a la salida de la caldera, como se dijo anteriormente.
- Reducción de la cantidad de gases calientes emitidos en el secador, construyendo conductos a la salida, que permitan su parcial reciclo.

Se podría mejorar la calidad de los gases emitidos en la combustión mediante las siguientes acciones:

- Tipo de combustible utilizado. El calderín debería operar con gas natural, de mejor performance en la combustión y emisiones más puras.
- Instalar un sistema de monitoreo de combustión en el calderín.
- Durante el proceso de producción de alimentos para ganado a partir de cáscaras cítricas, es ventajoso remover tanto aceite como sea posible de la cáscara antes de que ésta sea sometida a secado, para evitar que se emitan hidrocarburos terpénicos contaminantes en cantidades apreciables (aproximadamente 16 litros volatilizados / Ton de cáscaras) hacia la atmósfera.
- Siguiendo tendencias internacionales de protección a la capa de ozono, se podrían utilizar modernos compresores a tornillo que trabajan con amoníaco, reemplazando los equipos frigoríficos base de freon-12.

3.9.2 Residuos sólidos. Están constituidos por la fruta desechada, los restos de cáscaras, semillas y hollejos. A los valores de la capacidad de procesamiento, significarían alrededor de 5940 Tm anuales. Estos residuos son aprovechados en su totalidad en la producción de alimento para ganado. Dándole así un valor agregado a la ecuación económica final del proceso.

3.9.3 Efluentes líquidos. Los efluentes líquidos constituirían el principal efluente de la planta.

El agua desechada podría contener en suspensión:

- Sólidos: restos de pulpa y cáscara de cítricos (biodegradable)
- Líquidos: azúcares (provenientes de cítricos), ácido cítrico (proveniente de la fruta), pectinas (carbohidratos provenientes de la fruta) y restos de aceites esenciales de frutos cítricos (biodegradables).

4. ESTUDIO ADMINISTRATIVO

4.1 DETERMINACIÓN DEL TIPO DE EMPRESA

La planta, se puede clasificar como una empresa de tipo industrial según su actividad económica; de acuerdo a la procedencia del capital, como una empresa privada; según el número de propietarios, como una sociedad limitada y por el tamaño, una mediana empresa. El objetivo común de la sociedad es con ánimo de lucro.

Las normas legales para la confirmación y funcionamiento de las sociedades limitadas están estipuladas por el código de comercio, en el Título V, artículos del 353 al 372.

4.2 RAZÓN SOCIAL

La empresa será constituida por escritura pública y la razón social será AGROFACTORÍA Ltda.

4.3 CONSTITUCIÓN DE LA EMPRESA

4.3.1 Misión de AGROFACTORÍA Ltda. AGROFACTORÍA Ltda. es una empresa dedicada al procesamiento de cítricos para la producción de jugos concentrados congelados, aceites esenciales y alimento para ganado, con alta calidad microbiológica y fisicoquímica, desarrollada por profesionales competitivos que

buscan ofrecer productos de excelentes características, siguiendo las normas internacionales HACCAP, ISO 9000 e ISO 14000.

4.3.2 Visión de AGROFACTORÍA Ltda. En el año 2015, AGROFACTORÍA Ltda. estará en capacidad de producir jugos concentrados, aceites esenciales y alimento para ganado, abarcando un mercado tanto nacional como internacional, mediante el posicionamiento de sus productos, logrando mantener su imagen y prestigio en el más alto nivel de competitividad.

4.3.3 Objetivos de AGROFACTORÍA Ltda.

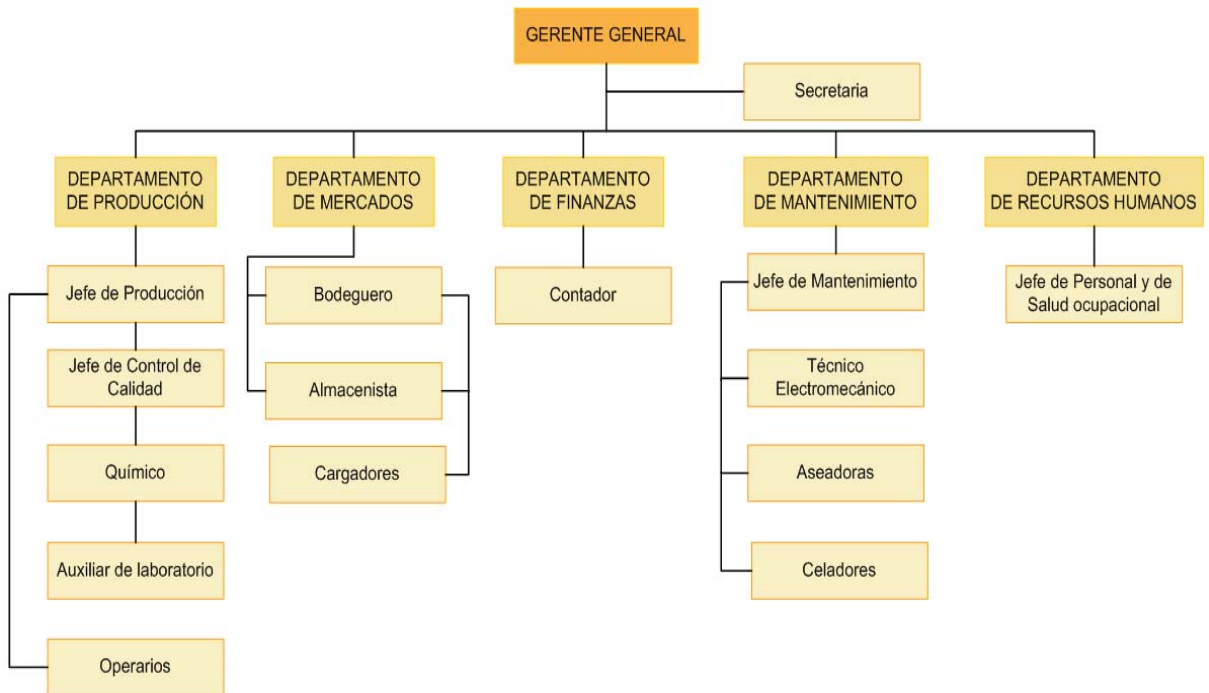
- Ofrecer productos de alta calidad microbiológica y fisicoquímica, para el consumo tanto humano como animal.
- Obtener la mayor eficiencia en la extracción de jugos concentrados, aceites esenciales derivados de cítricos como la naranja, el limón y la mandarina.
- Aprovechar de forma integral las materias primas para contrarrestar daños a nivel ambiental, social y cultural.
- Lograr una excelente acogida en el mercado tanto local como internacional.
- Aumentar progresivamente los niveles de participación dentro del mercado de la industria de jugos concentrados a nivel internacional.

4.4 ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA Y OPERATIVA

La dirección, administración y vigilancia interna de la planta estarán a cargo de: la asamblea general, el consejo de administración, la junta de vigilancia y los comités especiales. Ver anexo M.

4.5 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA. En la siguiente figura se puede observar el organigrama de la empresa.

Figura 6. Organigrama de AGROFACTORÍA Ltda.



4.6 DETERMINACIÓN DE LA MANO DE OBRA DIRECTA E INDIRECTA

AGROFACTORÍA Ltda. generará empleo, no sólo para la operación directa en la planta, sino también en toda la región y, en especial, para los agricultores, quienes tendrán incentivos para mejorar sus prácticas de cultivo y su productividad.

El personal requerido, sus funciones y su remuneración para el primer año de funcionamiento de la planta, planeado para el año 2007, se describen en el Anexo N. El salario asignado fue estimado en base a salarios actuales, pero puede estar sujeto a la dinámica del mercado laboral en Bucaramanga y a la inflación nacional. El factor prestacional permite calcular, de manera simplificada, el monto total de la nómina, incluyendo cesantías, prestaciones, vacaciones, primas, seguridad social, y todos los demás conceptos de ICBF, Sena, entre otros.

5. ESTUDIO FINANCIERO

5.1 INVERSIÓN

5.1.1 Inversión Fija. Las inversiones fijas son aquellas que se realizan en bienes tangibles, se utilizan para garantizar la operación del proyecto y no son objeto de comercialización por parte de la empresa y se adquieren para utilizarse durante su vida útil.

Con excepción de los terrenos, los otros activos fijos comprometidos en el proceso de producción van perdiendo valor a consecuencia de su uso y también por efecto de la obsolescencia, debido al desarrollo tecnológico. Costo que se refleja en la depreciación, por lo que estos se denominan activos fijos depreciables.

Clasificación de las inversiones fijas: terrenos cuyo valor en la zona de ubicación de la planta tiene un costo de \$40'000.000/Ha; construcciones y obras civiles; maquinaria y equipo; vehículos y muebles.

5.1.2 Inversión diferida. Es aquella que se realiza sobre la compra de servicios o derechos que son necesarios para la puesta en marcha del proyecto.

Clasificación de las inversiones diferidas: estudios técnicos y jurídicos; estudios económicos y ambientales; gastos de organización; gastos de montaje; instalación, pruebas y puesta en marcha; uso de patentes y licencias; capacitación y gastos financieros durante la instalación.

5.1.3 Capital de Trabajo. Corresponde al conjunto de recursos necesarios, en forma de activos corrientes, para la operación normal del proyecto durante un ciclo productivo.

El capital de trabajo, es entonces, la parte de la inversión orientada a financiar los desfases entre el momento en que se producen los egresos correspondientes a la adquisición de insumos y los ingresos generados por la venta de bienes o servicios, que constituyen la razón de ser del proyecto.

Clasificación del capital de trabajo: efectivo y bancos; inventario de materia prima y materiales; productos en proceso; inventarios de productos terminados y cuentas por cobrar (cartera).

Para la estimación de algunos componentes de la inversión de capital, se empleó el método del *Porcentaje del costo del equipo entregado*, de tal manera, que una vez que se calculó dicho costo, se estimaron los restantes rubros como un porcentaje de este valor.

Los porcentajes utilizados al hacer una estimación de este tipo deben determinarse sobre la base del tipo de proceso, de la complejidad del diseño, de los materiales de construcción necesarios, de la localización de la planta, de la experiencia previa y otros rubros que dependen de la planta que se considera. Los promedios de los diversos porcentajes fueron determinados para plantas químicas y los resultados se reúnen en la tabla 14.

Dado que la planta procesa sólidos y líquidos, su inversión se puede calcular con los datos de la columna central, de esta tabla.

Tabla 11. Factores relativos para la estimación de la inversión de capital , para los diversos rubros , basados en el costo de los equipos entregados⁽¹⁶⁾.

Rubro	Porcentaje de costo del equipo entregado para:		
	Planta que procesa sólidos	Planta que procesa sólidos y fluidos	Planta que procesa fluidos
Costos directos			
Equipo adquirido y entregado (incluyendo equipo fabricado y maquinaria para el proceso)	100	100	100
Instalación del equipo adquirido	45	39	47
Instrumentación y controles (instalados)	9	13	18
Cañerías y tuberías (instaladas)	16	31	66
Instalaciones eléctricas (colocada)	10	10	11
Obras civiles (incluyendo servicios)	25	29	18
Mejoras del terreno	13	10	10
Instalaciones de servicios (montadas)	40	55	70
Terreno (si es necesario adquirirlo)	6	6	6
Costo directo total de la planta	264	293	346
Costos indirectos			
Ingeniería y supervisión	33	32	33
Gastos de construcción	39	34	41
Total de costos directos e indirectos de la planta	336	359	420
Honorarios del contratista (aprox. el 5% de los costos directos e indirectos de la planta)	17	18	21
Eventuales (alrededor del 10% de los costos directos e indirectos de la planta)	34	36	42
Inversiones de capital fijo	387	413	483
Capital de trabajo (alrededor del 15% de la inversión total de capital)	68	74	86
Inversión total de capital	455	487	569

En la determinación del costo total del equipo entregado, se estimaron los gastos de nacionalización, fletes y seguros de los equipos importados, como un 30% de su valor total. El valor del dólar se tomó como \$2294.75, de acuerdo a lo reportado por la bolsa de valores de Santafé de Bogotá, para el 18 de Octubre de 2005.

En el Anexo O se muestra el cálculo del costo del equipo entregado, en base a las cotizaciones realizadas y, posteriormente, el cálculo de los demás rubros. Como se puede ver, el costo de los equipos asciende a 1715 millones de pesos y la inversión total necesaria es de 8320 millones.

5.2 COSTOS DE PRODUCCIÓN

5.2.1 Costos de Fabricación. Son aquellos que se vinculan directamente con la elaboración del producto. Se suelen clasificar en: costo directo, gastos de fabricación y otros gastos.

5.2.1.1 Costos directos. Constituido por la materia prima, los materiales directos, la mano de obra directa (obreros), con sus respectivas prestaciones y otros materiales directos.

5.2.1.2 Gastos de Fabricación. Constituido por materiales indirectos y mano de obra indirecta con sus respectivas prestaciones.

5.2.1.3 Otros Gastos Indirectos. Constituido por depreciación de fábrica, servicios, mantenimiento, seguros, impuestos, amortización de diferidos y otros.

5.2.2 Gastos de Administración. Constituido por sueldos, prestaciones, depreciaciones, amortización de diferidos, seguros, impuestos y otros.

5.2.3 Gastos de Ventas. Se pueden clasificar en dos grandes ramas: los gastos de comercialización y los gastos de distribución.

En las tablas del Anexo P se muestran los costos de producción de la planta y su proyección para los diez años de funcionamiento planeados.

5.3 INGRESOS

Están representados por el dinero recibido por concepto de las ventas del producto o por la liquidación de los activos que han superado su vida útil dentro de la empresa, o también por los rendimientos financieros producidos por la colocación de excesos de liquidez.

En el Anexo Q se muestra el flujo de ingresos por concepto de ventas y su proyección en los diez años programados de funcionamiento de la planta.

5.4 ORIGEN DE RECURSOS

Los socios de AGROFACTORÍA Ltda. solicitarán un préstamo equivalente al 100% de la inversión, a través de una línea de crédito para PYMES, con la entidad gubernamental Bancoldex, pagaderos a 7 años, con una tasa de interés efectivo anual del 11%. El plan de amortización del crédito se muestra en la tabla P.6.

5.5 DIAGRAMA DE FLUJO DE FONDOS

El “flujo neto de caja” es un esquema que presenta en forma organizada y sistemática, cada una de las erogaciones e ingresos líquidos registrados período por período.

Se hicieron los cálculos para obtener los flujos netos de caja, realizando primero los cálculos de las utilidades de la producción de la planta, como se muestra en el Anexo Q.

Sin embargo, como se puede observar, los ingresos de la planta no alcanzan a cubrir ni siquiera los gastos de funcionamiento y producción, obteniendo utilidades negativas, durante toda la vida del proyecto. Por esta razón, no se estimó conveniente realizar el diagrama de flujo de fondos, dado que a partir de estos resultados, ya se concluye la inviabilidad del proyecto.

6. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

6.1 EVALUACIÓN AMBIENTAL

Cada vez que se emprende el estudio de una propuesta de inversión, es necesario ser conscientes de sus efectos externos que, sobre el ámbito geográfico próximo, determinan cambios irreversibles sobre fauna, flora y también sobre las organizaciones sociales.

Esta propuesta, como todo proceso de desarrollo, lleva implícita la movilización de recursos hacia la producción de bienes, para atender necesidades, buscando el bienestar de la población. Se sabe también que los recursos utilizados son de variado origen: mineral, vegetal, animal, humano, tecnológico, energético, etc. Estos elementos, de todos modos, son bienes económicos y componen el entorno que rodea la actividad humana. Constituyen pues, lo que se ha convertido en el llamado “Medio Ambiente”; el cual conforma, por un lado, la fuente de donde extraemos los recursos para atender la supervivencia de las comunidades y, por otro, lo usamos como recipiente para la colocación de los desechos resultantes de los procesos de consumo industrial, comercial, institucional y familiar.

Hoy en día cada proyecto de inversión necesariamente debe tener muy presente el impacto que puede generar, como consecuencia de sus actividades productivas y comerciales; así que entendiendo esta nueva filosofía ambiental, AGROFACTORÍA Ltda. garantizaría a la comunidad un adecuado sistema de evacuación de desechos tanto sólidos, líquidos y gaseosos.

Dentro del proceso de elaboración de los jugos concentrados, se requiere abundante consumo de agua para etapas previas a la concentración, más

precisamente en el lavado de la fruta, con el objeto de retirar impurezas, contaminantes y agentes químicos, que vayan en detrimento de la calidad y salud de los consumidores de dichos productos.

Por esta razón, se decidió tener presente la instalación de una planta de tratamiento de agua, para garantizar la reutilización de esta corriente, evitando la eliminación de gigantescos volúmenes y disminuyendo el consumo de agua en la planta, dado que esta corriente se reciclaría tantas veces como fuera posible, realizando purgas periódicamente.

Como se dijo previamente en el estudio técnico, la planta no genera residuos sólidos en su proceso principal, dado que todas las partes sólidas de las frutas se pueden aprovechar en la producción de alimento para ganado. Sin embargo, en la planta de tratamiento del agua si se generarían este tipo de residuos, constituidos por los lodos generados en el proceso de sedimentación. Estos lodos pueden ser removidos periódicamente y, después de un proceso adecuado de manipulación, llevarlos a un relleno sanitario.

En cuanto a las emisiones líquidas y gaseosas de la planta, posteriormente se podrían adelantar acciones conjuntas con la integración energética, para el aprovechamiento de los gases generados de la combustión en el calderín y la disposición de los efluentes líquidos en lagunas de estabilización, dado que las sustancias que contiene son, en su mayoría, biodegradables.

Finalmente, se controlará la contaminación auditiva y térmica en los procesos productivos, mediante la incorporación de recubrimientos en las paredes y la utilización de silenciadores en las máquinas de acción neumática.

6.2 EVALUACIÓN SOCIAL

La evaluación social está relacionada con los beneficios sociales que traería el proyecto para Lebrija y, en general, a toda la región en el departamento de Santander. En esta evaluación se contemplan las siguientes variables:

- **Generación de Empleo.** AGROFACTORÍA Ltda. daría prelación a los residentes del municipio de Lebrija, para conformar el equipo de trabajo de su organización; asimismo, generaría empleos indirectos en lo que respecta a las labores propias del sector, ya que se requerirá de buena mano de obra para la selección y producción tanto de jugo concentrado, aceites esenciales y alimento para ganado.
- **Desarrollo Regional.** En este aspecto AGROFACTORÍA Ltda. serviría como canal de integración en cada una de las cadenas productivas de Lebrija; permitiendo así el desarrollo industrial de acuerdo con las políticas establecidas por el sur el departamento.
- **Mejoramiento de la calidad de vida.** A través de los impuestos de industria y comercio, AGROFACTORÍA Ltda. se haría partícipe en el mejoramiento de la calidad de vida, ya que sus aportes servirían para incrementar el monto de inversión social por parte de la Alcaldía; así como a la Caja de Compensación, al SENA, al ICBF y a la salud; contribuyendo a que más hogares cuenten con servicios de recreación, capacitación y asistencia médica.
- Finalmente AGROFACTORÍA Ltda., permitiría que la comunidad del departamento, al igual que las demás regiones en donde se distribuyan sus productos, adquieran y consuman productos de la mayor calidad, higiénicos, naturales y a precios asequibles.

6.3 EVALUACIÓN FINANCIERA

El cálculo de la rentabilidad financiera de un proyecto da una primera aproximación de su justificación. Esta cuantificación consiste en comparar desde el punto de vista del entorno económico, los costos y beneficios del proyecto, asignando a cada uno de los rubros que lo compone un valor que refleje su costo de oportunidad, en un horizonte de tiempo previamente establecido.

Del estudio financiero, se pudo ver que el proyecto no genera utilidades, dado que el flujo de ingresos no alcanza a cubrir los gastos de operación y fabricación, por lo cual, mucho menos se alcanzaría a cubrir el pago de la inversión necesaria, para realizar el montaje e iniciar el funcionamiento de la planta; por esta razón no se vio necesario calcular los indicadores de rentabilidad como son el Valor presente Neto (VPN), la tasa interna de retorno (TIR) y el tiempo de recuperación de la inversión del proyecto (TRI).

Al analizar los valores, se puede concluir que ni aún contando con los recursos propios para el montaje de la planta, es decir, sin solicitar el préstamo planteado, se tendrían utilidades positivas en el proyecto.

La infactibilidad del proyecto pudo ser consecuencia del volumen de producción, el cual no alcanza el tamaño mínimo económicamente rentable. Por esta razón, se hicieron los cálculos correspondientes, teniendo en cuenta que los ingresos aumentan en forma proporcional con la capacidad instalada, mientras que los costos de la maquinaria y los gastos de fabricación y operación, aumentan con un factor de potencia de 0,6. De esta manera, se obtuvo un tamaño de 20600 Tm/año, para la cual el VPN se hace igual a cero. Es decir, se requeriría instalar una planta con capacidad de procesamiento superior al doble del valor obtenido por medio del estudio de mercados, para obtener rentabilidad.

7. CONCLUSIONES

Mediante este trabajo se pudo ver que el departamento de Santander posee una gran riqueza cítrica; cuenta con variedades de importancia comercial; pero aún no se han creado otras vías de aprovechamiento, diferentes a las de consumo en fresco, por lo que los agricultores están atados al comportamiento fluctuante del mercado durante el año, con lo que sufren graves pérdidas en las épocas de abundantes cosechas.

Como alternativa, los agricultores han empezado a exportar sus productos, pero dadas las altas exigencias en calidad, tamaño, color y demás características de la fruta, sólo un pequeño porcentaje de su producción logra ser exportado. Se dispone entonces de una gran cantidad de fruta, susceptible de ser aprovechada industrialmente.

Los precios de los cítricos en el departamento han mantenido un precio relativamente constante a lo largo de los tres últimos años; los precios altos se presentan en los meses de Abril y Octubre, y los más bajos para Junio y Julio, coincidiendo así con las épocas de escasez y de cosecha, respectivamente.

De los cítricos se puede aprovechar toda la fruta para dar origen a múltiples subproductos, que permiten cerrar la cadena productiva. Sin embargo, algunos de ellos, como las pectinas y la narinjina, no tienen el suficiente valor comercial ó no se producen en cantidad suficiente, de tal forma, que justifiquen la inversión adicional en equipos y mano de obra.

De igual manera, mediante este trabajo se logró demostrar la viabilidad técnica del montaje de una planta para el procesamiento de frutas cítricas, para la producción

de jugo concentrado congelado, aceites esenciales y alimento para ganado; se cuenta con tecnologías maduras para cada uno de los procesos y con equipos especializados para asegurar la calidad y la seguridad de los productos.

Se encontró que en Bucaramanga se podría adquirir gran parte de la maquinaria, que sólo se recurriría a importaciones en los casos de equipos de alta complejidad mecánica y especialización. Este es un factor a favor de la inversión, que disminuye costos adicionales en fletes, seguros y nacionalización.

Asimismo, después de realizar el estudio financiero, se demostró la infactibilidad económica del proyecto, dado que los ingresos por ventas no lograrían equiparar los gastos envueltos en su fabricación y la inversión inicial en la maquinaria necesaria para el proceso.

La infactibilidad económica se derivó, en parte, al bajo precio comercial que tienen actualmente los jugos concentrados congelados, debido a la alta cuota productora de Brasil, que ha hecho que los precios desciendan en todos los mercados del mundo. Adicionalmente, la necesidad de trabajar en continuo en la planta, dada la naturaleza de las materias primas y de los productos, genera costos adicionales de mano de obra, lo cual se reflejó en la ecuación económica final del proyecto.

De igual manera, se analizó la factibilidad económica contando con recursos propios, pero ni aún así se lograría hacer rentable el proyecto. Por esta razón, no se recomienda su montaje, bajo las condiciones planteadas.

8. RECOMENDACIONES

En estudios posteriores se podría analizar la posibilidad de generar otros tipos de productos, tales como alcoholes, melazas, ácido láctico, entre otros múltiples subproductos derivados de las frutas cítricas, cuyos procesos requieren una menor complejidad e inversión; esto con el fin de encontrar alguna solución a las pérdidas de fruta que se registran en el departamento.

Otra posible alternativa sería tomar un porcentaje superior al 40% de la producción del municipio de Lebrija, con el fin de alcanzar la capacidad mínima económicamente rentable; a pesar de que sería muy aventurado pensar que los agricultores estarían dispuestos a destinar tal porcentaje, dado que ellos pueden vender sus cultivos a precios superiores cuando lo hacen para el mercado en fresco o para exportación.

Llevar a cabo esta última alternativa requeriría de trabajo comunitario y de negociaciones con los agricultores de Lebrija. Se podrían adelantar campañas para la ampliación de los cultivos en esta región, sirviendo como incentivo para los agricultores. También se podría optar por adquirir las materias primas faltantes en otros municipios cercanos, que sean grandes productores, como Rionegro y Barrancabermeja.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALVAREZ CARREÑO, Luis Ernesto y CABEZA SANABRIA, Edgar Guillermo. Análisis Técnico Económico del montaje de una planta procesadora de pulpa y concentrado de frutas tropicales. Bucaramanga, 1987, 515 p. Trabajo de grado (Ingeniero Industrial). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas.
2. BELTRAN BELTRAN, Cesar Augusto y CARREÑO VILLAMIZAR, Darío. Diseño, Construcción y Operación de una Planta Piloto para la extracción de Aceite Esencial de Cáscara de Naranja (Citrus sinensis). Bucaramanga, 1988, 319 p. Trabajo de grado (Ingeniero Químico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico – Químicas.
3. BERGERET, Gualberto. Conservas Vegetales : Frutas y Hortalizas. España : Salvat, 1963. p. 375-376.
4. DE RAFOLS, Wilfredo. Aprovechamiento industrial de los productos agrícolas. Barcelona : Salvat, 1964. p. 469-485, 847-873.
5. ENTREVISTA con Jorge Libardo Pinto, Funcionario del ICA. Bucaramanga, 13 de Junio de 2005.
6. ESTEBAN LOPEZ, Mariela y BAREÑO COLMENARES, Giovanni Sahir. Estudio del aprovechamiento de la pulpa y de la almendra de la semilla del mango. Bucaramanga, 1992, 141 p. Trabajo de grado (Ingeniero Químico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico – Químicas.

7. GARAVITO OSORIO, Claudia y TORRES, Oscar Mauricio. Factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de jugos concentrados de frutas ubicada en el área metropolitana de la ciudad de Bucaramanga. Bucaramanga, 2001, 266 p. Trabajo de grado (Profesional en Gestión Empresarial). Universidad Industrial de Santander. Instituto de Educación a Distancia.
8. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Frutas procesadas : Concentrados de frutas. Santafé de Bogotá : ICONTEC, 1996. 6 p.
9. JOHNSTON, Carol S. Frozen concentrated orange juice and vitamin C. En : Journal of the American Dietetic Association. No. 102 (abr. 2002); p. 525-529.
10. LOESECKE, Harry W. Outlines of Food Technology. Estados Unidos : Reinhold, 1942. p. 57-63.
11. MCCABE, Warren L., SMITH, Julian C. y HARRIOTT, Peter. Operaciones básicas de Ingeniería Química. 4 ed. España : McGraw-Hill, 1991. p. 997-1028.
12. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Observatorio Agrocadenas Colombia. La cadena de la carne bovina en Colombia : Una mirada global de su estructura y dinámica, 1991-2005. Documento de Trabajo No. 73. Bogotá, Marzo de 2005.
13. MINISTERIO DE SALUD (Colombia). Resolución 7992 de 1991. Santafé de Bogotá : República de Colombia, 1991.

14. MIRANDA M, Juan J. Gestión de proyectos : Identificación – Formulación - Evaluación financiera, económica, social y ambiental. 4 ed. Santafé de Bogotá : Editores MM, 2002.
15. PAYAN NAVIA, Carlos Alberto. Aprovechamiento de la Naranja : Extracción de los aceites esenciales de la cáscara de la naranja. Cali, 1969, 106 p. Trabajo de grado (Ingeniero Químico). Universidad del Valle. División de Ingeniería.
16. PETERS, Max S. y TIMMERHAUS, Klaus D. Plant design and economics for Chemical Engineers. 2 ed. New York : Mc Graw-Hill, 1958.
17. PINO, J.A., RANIVOELISOA, V. y TORRICELLA, R. Influencia de la temperatura de almacenamiento sobre la calidad del zumo de naranja envasado en frascos de vidrio. En : Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. Vol. 27, No. 2 (1987); p. 261-269.
18. POTTER, Norman N. La ciencia de los alimentos. México : Centro regional de ayuda técnica, 1973. p. 34-38, 111-167, 203-259, 309-320.
19. THORNER, Marvin Edward y BURNAM MANNING, Peter. Quality Control in food service. Estados Unidos : Avi, 1981. p. 81-99, 223-231.
20. TROOST, Gerhard. Tecnología del vino. Barcelona : Omega, 1985. p. 80-121, 682-693.
21. VILLA LONDOÑO, Jorge A. Cítricos. Medellín : Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, 1996. 270 p.

ANEXOS

ANEXO A. Importaciones y exportaciones de aceites esenciales de cítricos

Tabla A.1. Subpartidas arancelarias de jugos cítricos importados por Estados Unidos. (Fuente: Proexport).

Producto	Descripción
200911	Jugo de naranja congelado, sin fermentar y sin adición de alcohol, incluso con adición de azúcar u otro edulcorante.
200912	Jugo de naranja: sin congelar de valor Brix inferior o igual a 20.
200919	Los demás jugos de naranja, sin fermentar y sin adición de alcohol, incluso con adición de azúcar u otro edulcorante.
200920	Jugo de toronja o pomelo, sin fermentar y sin alcohol, incluso con adición de azúcar u otro edulcorante.
200921	Jugo de toronja o pomelo de valor Brix inferior o igual a 20.
200929	Los demás jugos de toronja o pomelo.
200930	Jugo de cualquier otro agrío (cítrico), sin fermentar y sin adición de alcohol, incluso con adición de azúcar u otro edulcorante.
200931	Jugo de cualquier otro agrío (cítrico) de valor Brix inferior o igual a 20.
200939	Los demás jugos de cualquier otro agrío (cítrico).

Tabla A.2. Importaciones en Estados Unidos de jugos cítricos. (Fuente: Proexport)

Partida Arancelaria	Producto	2002		2003		2004	
		Peso Neto (Kg)	Valor US\$	Peso Neto (Kg)	Valor US\$	Peso Neto (Kg)	Valor US\$
200911	JUGO DE NARANJA CONGELADO, SIN FERMENTAR Y SIN ADICION DE ALCOHOL, INCLUSO CON ADICION DE AZUCAR U OTRO EDULCORANTE						
2009110020	Jugo de Naranja no fermentado, congelado en contenedores con capacidad de menos de 0.946 litros.	22.236.402,00	3.595.856	-	1.945.270	-	6.796.262
2009110040	Jugo de Naranja no fermentado, congelado en contenedores con capacidad de 0.946 a 3,785 litros	662.451,00	178.006	-	3.276.919	-	175.768
2009110060	Jugo de Naranja no fermentado, congelado en contenedores de más de 3,785 litros	798.130.324,00	201.145.608	-	249.859.570	-	138.445.409
200919	LOS DEMÁS JUGOS DE NARANJA, SIN FERMENTAR Y SIN ADICIÓN DE ALCOHOL, INCLUSO CON ADICIÓN DE AZÚCAR U OTRO EDULCORANTE						
2009190000	Jugo de Naranja, no fermentado, NESOI	5.166.742,00	2.659.447	-	1.912.317	-	1.662.735
200931	JUGO DE CUALQUIER OTRO AGRIO(CITRICO)DE VALOR BRUX INFERIOR O IGUAL A 20						
2009311020	Jugo de lima, no fermentado, no apto para propósitos de bebida, no concentrado.	3.224,00	4.902	-	82.424	-	117.072
2009311040	Jugo de lima, <20 °Brix, no apto para propósitos de bebida, concentrado.	328.901,00	277.731	-	238.243	-	35.457
2009312020	Jugo de lima, no fermentado, no	962.103,00	831.224	-	1.909.813	-	2.445.761

	concentrado, NESOI.						
2009312040	Jugo de lima, <20 °Brix, concentrado, NESOI.	13.958.368,00	3.754.522	-	5.952.276	-	5.561.736
2009314000	Jugo cítrico, de sólo una fruta, no fermentado, no concentrado, NESOI.	2.484.650,00	2.716.135	-	3.581.357	-	3.282.719
2009316020	Jugo de limón, <20 °Brix, concentrado, congelado.	50.964.010,00	9.640.228	-	5.311.706	-	6.288.278
2009316040	Jugo de limón, <20 °Brix, concentrado, no congelado.	803.459,00	277.189	-	365.238	-	41.302
2009316060	Jugo cítrico, de sólo una fruta, <20 °Brix, concentrado, NESOI.	2.614.896,00	765.357	-	1.415.265	-	1.438.918
200939	LOS DEMÁS JUGOS DE CUALQUIER OTRO AGRIO (CÍTRICO)						
2009391000	Jugo de lima, no fermentado, no apto para propósitos de bebida, NESOI.	213.689,00	207.771	-	276.057	-	663.835
2009392000	Jugo de lima, no fermentado, NESOI.	202.717,00	68.348	-	225.077	-	122.699
2009396020	Jugo de limón, congelado, NESOI.	26.471.402,00	5.178.174	-	11.010.587	-	10.678.508
2009396040	Jugo de limón, no congelado, NESOI.	1.165.263,00	292.338	-	74.109	-	153.797
2009396060	Jugo cítrico, de sólo una fruta, no fermentado, NESOI.	820.567,00	353.395	-	436.365	-	100.410

* Las filas sombreadas corresponden a los productos que la planta exportaría a Estados Unidos.

** NESOI, significa **not elsewhere specified or indicated**.

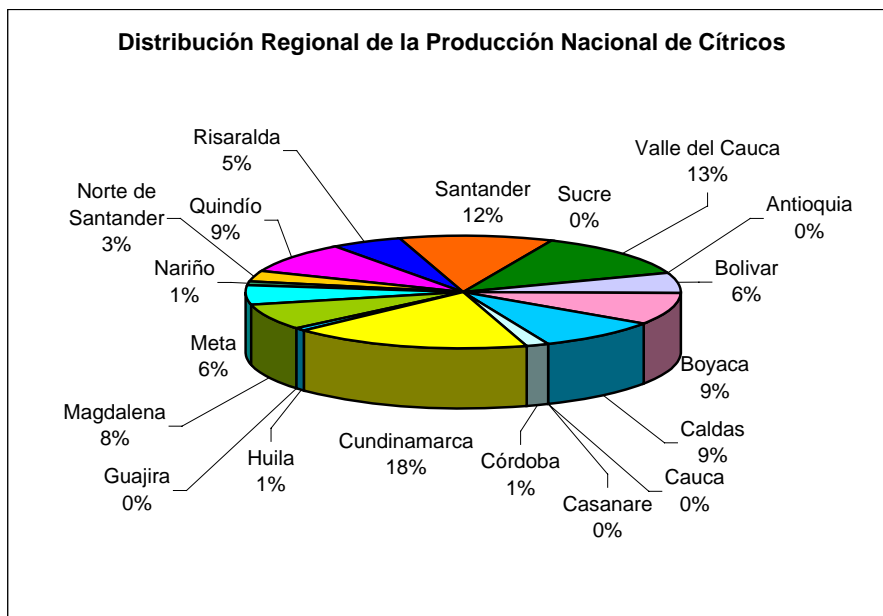
Tabla A.3. Exportaciones colombianas a Estados Unidos de jugos cítricos.
(Fuente: Proexport)

Partida Arancelaria	Producto	2001		2002		2003	
		Peso Neto (Kg)	Valor US\$	Peso Neto (Kg)	Valor US\$	Peso Neto (Kg)	Valor US\$
2009110000	Jugo de naranja congelado, sin fermentar y sin adición de alcohol, incluso con adición de azúcar u otro edulcorante.	50.322	45.432	232.446	285.261	169.903	182.335
2009120000	Jugo de Naranja: sin congelar, de valor Brix inferior o igual a 20.	-	-	230	287	360	738
2009190000	Los demás jugos de naranja, sin fermentar y sin adición de alcohol, incluso con adición de azúcar u otro edulcorante.	-	-	86	601	-	-
2009290000	Los demás jugos de Toronja o Pomelo.	-	-	-	-	9	5
2009310000	Jugo de cualquier otro agrio (Cítrico) de valor Brix igual o inferior a 20.	0	0	0	0	0	0
2009390000	Los demás jugos de cualquier otro agrio (Cítrico)	0	0	25.530	22.775	9.805	7.078

* Las filas sombreados corresponden a los productos que la planta exportaría a Estados Unidos.

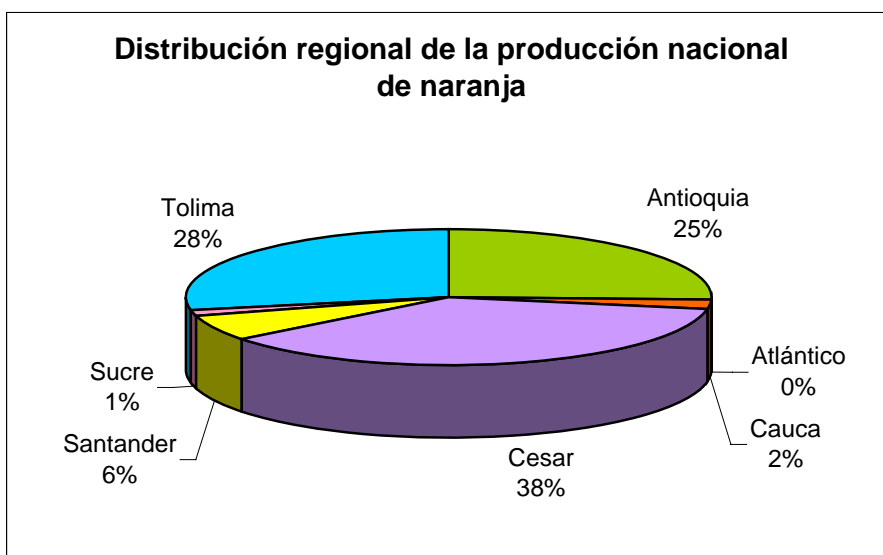
ANEXO B. Comportamiento regional de las especies cítricas

Figura B.1. Distribución Regional de la producción Nacional de Cítricos de acuerdo al acumulado de producción de 1998-2002 en Tm.



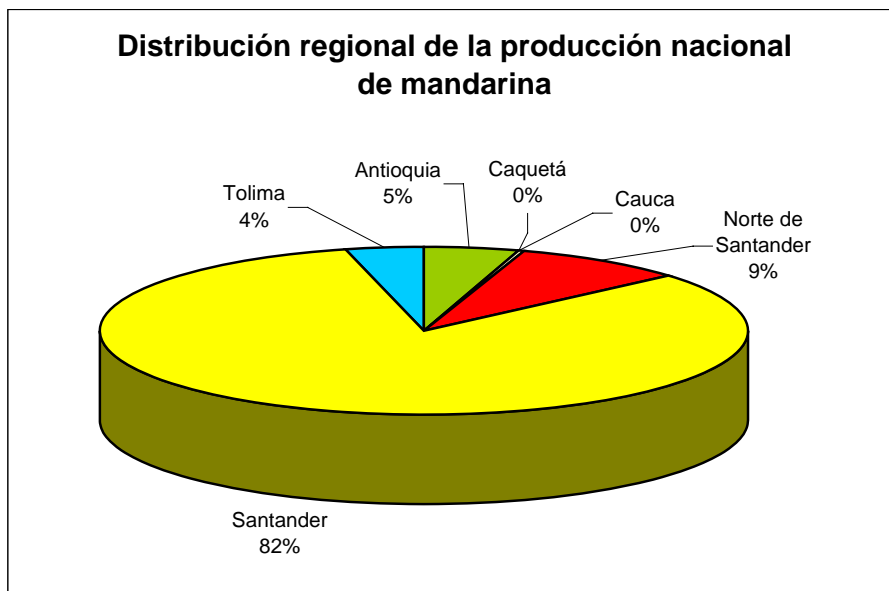
Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Figura B.2. Distribución Regional de la producción Nacional de Naranja de acuerdo al acumulado de producción de 1998-2002 en Tm.



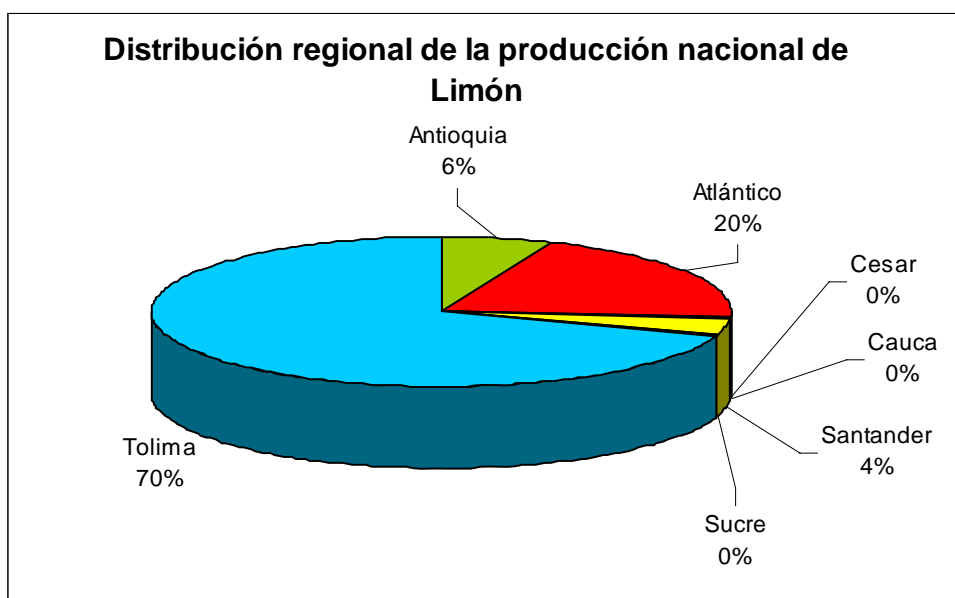
Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Figura B.3. Distribución Regional de la producción Nacional de mandarina de acuerdo al acumulado de producción de 1998-2002 en Tm.



Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

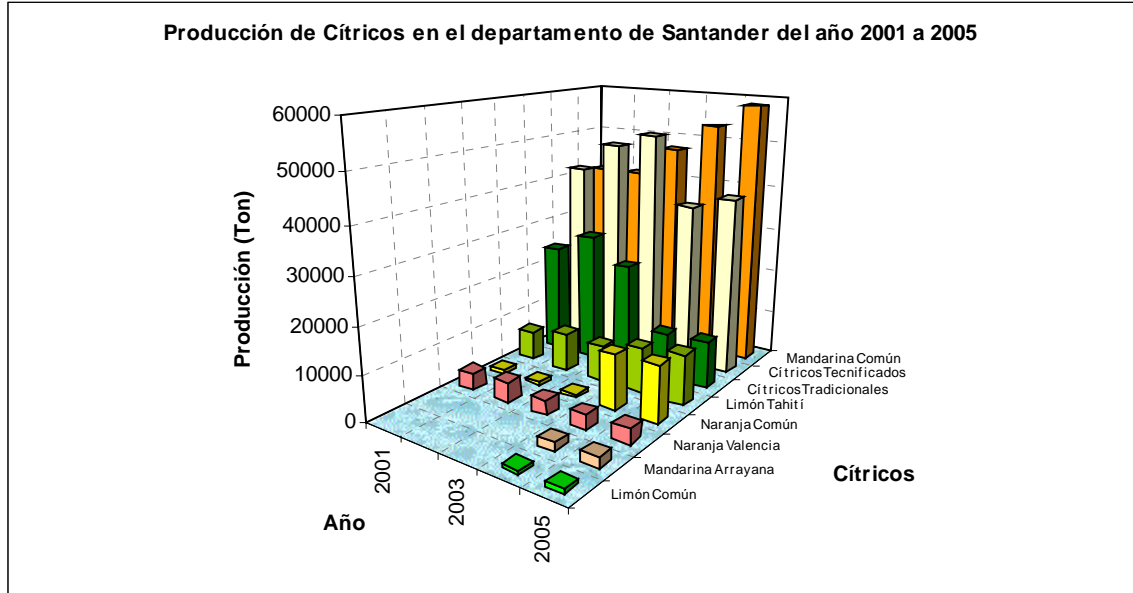
Figura B.4. Distribución Regional de la producción Nacional de limón de acuerdo al acumulado de producción de 1998-2002 en Tm.



Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

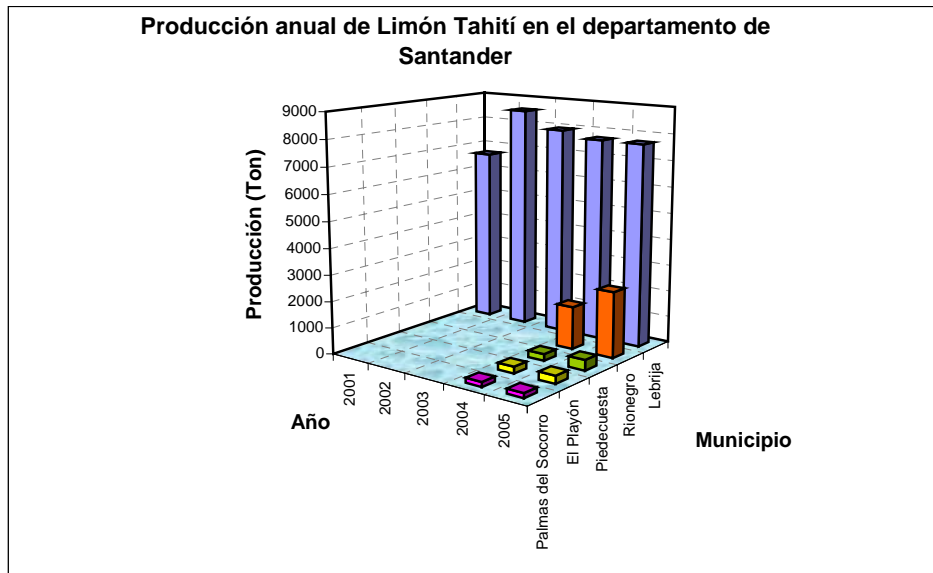
ANEXO C. Gráficas de la producción de cítricos en Santander

Figura C.1. Producción anual de cítricos en el departamento de Santander.



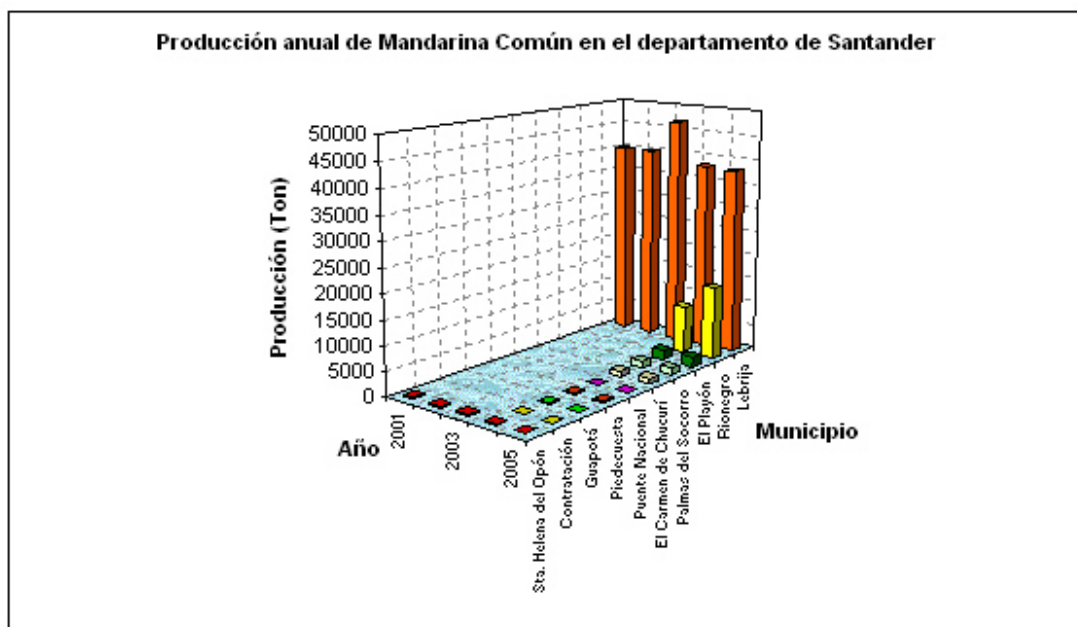
Fuente: Evaluaciones Agropecuarias 2001-2004 de la URPA.

Figura C.2. Producción anual de limón Tahití en el departamento de Santander.



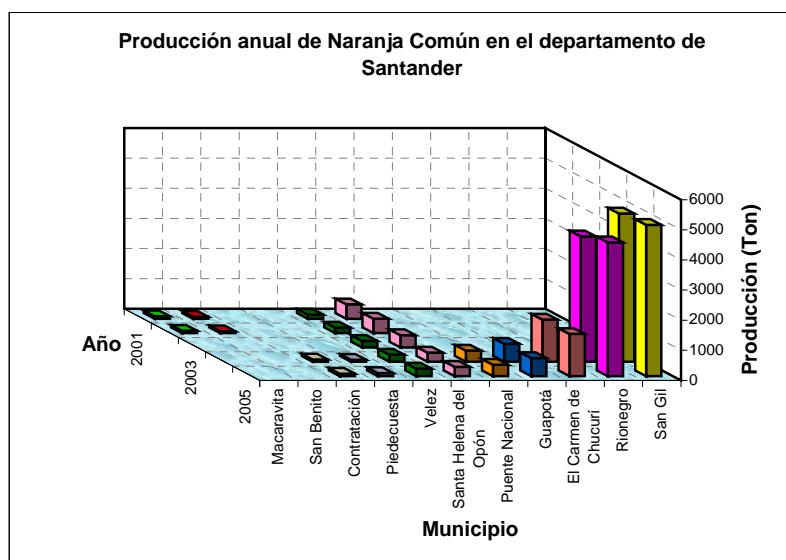
Fuente: Evaluaciones Agropecuarias 2001-2004 de la URPA.

Figura C.3. Producción anual de Mandarina Común en el departamento de Santander.



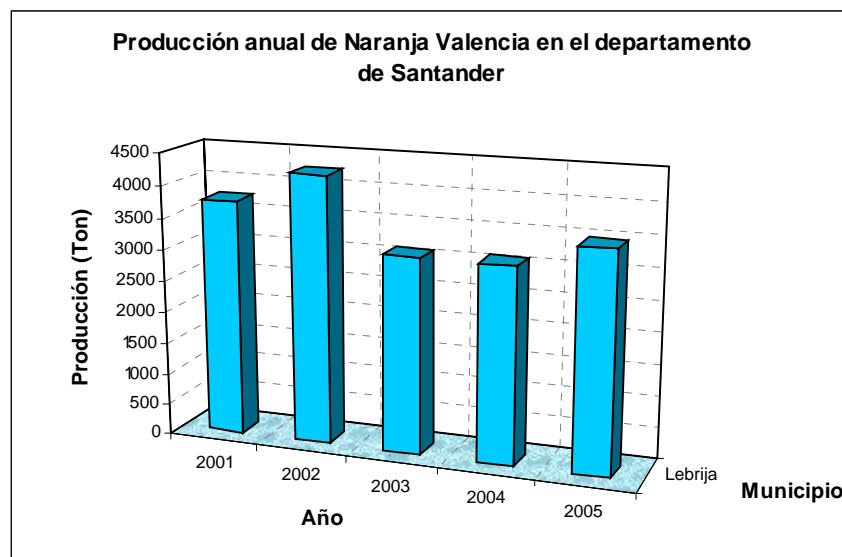
Fuente: Evaluaciones Agropecuarias 2001-2004 de la URPA.

Figura C.4. Producción anual de Naranja Común en el departamento de Santander.



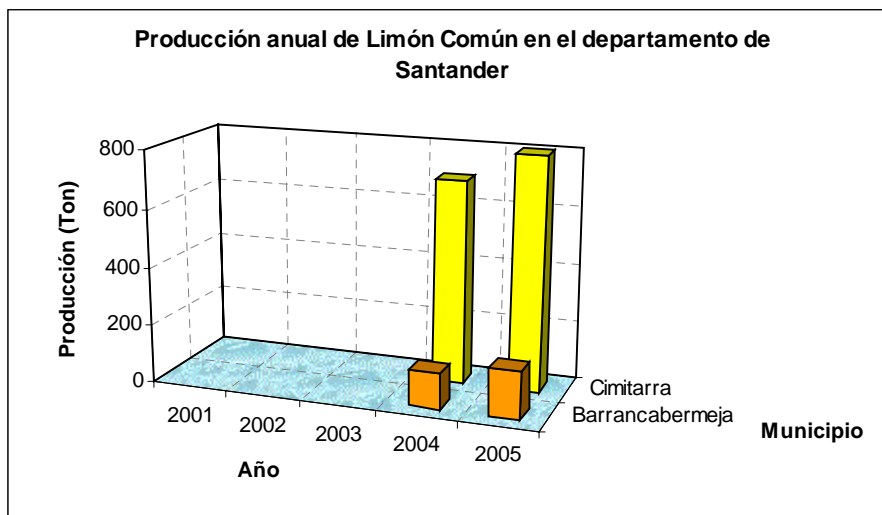
Fuente: Evaluaciones Agropecuarias 2001-2004 de la URPA.

Figura C.5. Producción anual de Naranja Valencia en el departamento de Santander.



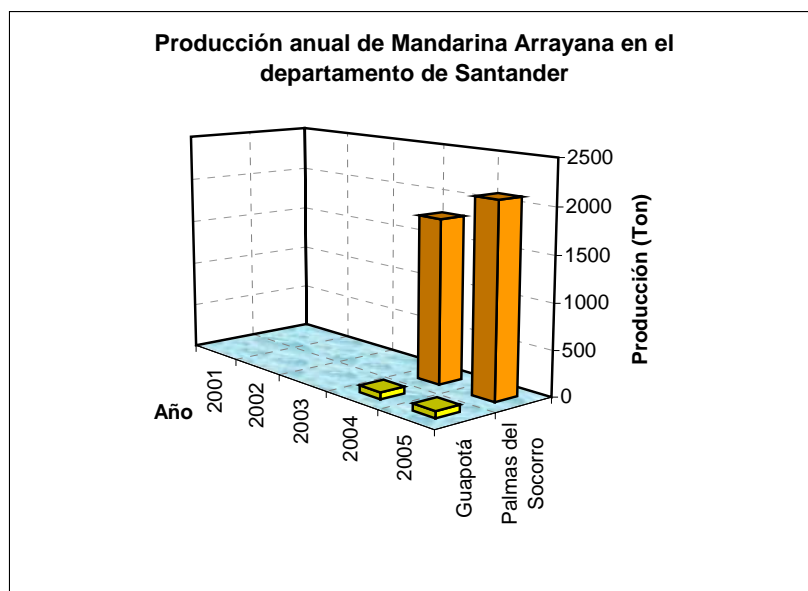
Fuente: Evaluaciones Agropecuarias 2001-2004 de la URPA.

Figura C.6. Producción anual de Limón Común en el departamento de Santander.



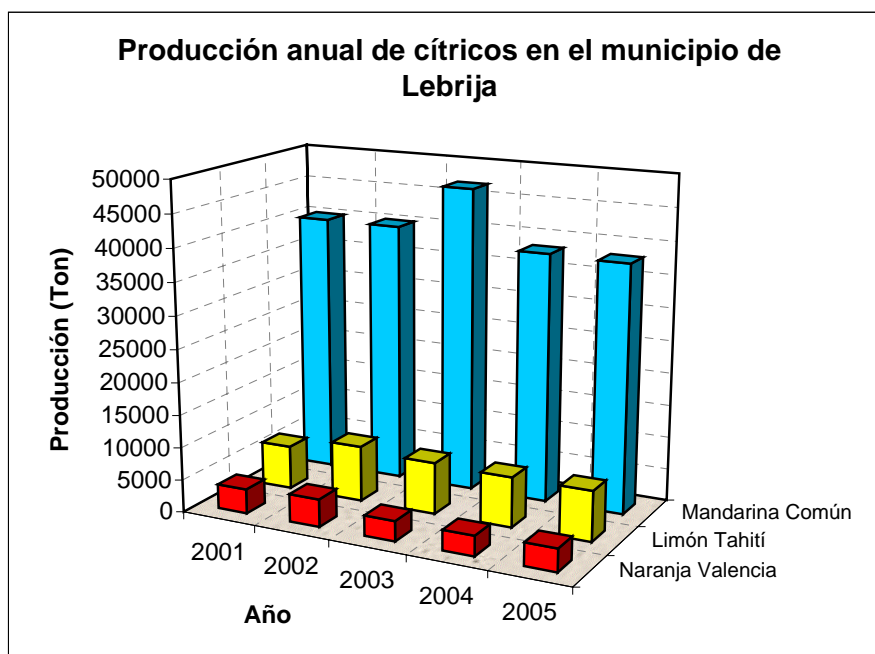
Fuente: Evaluaciones Agropecuarias 2001-2004 de la URPA.

Figura C.7. Producción anual de Mandarina Arrayana en el departamento de Santander.



Fuente: Evaluaciones Agropecuarias 2001-2004 de la URPA.

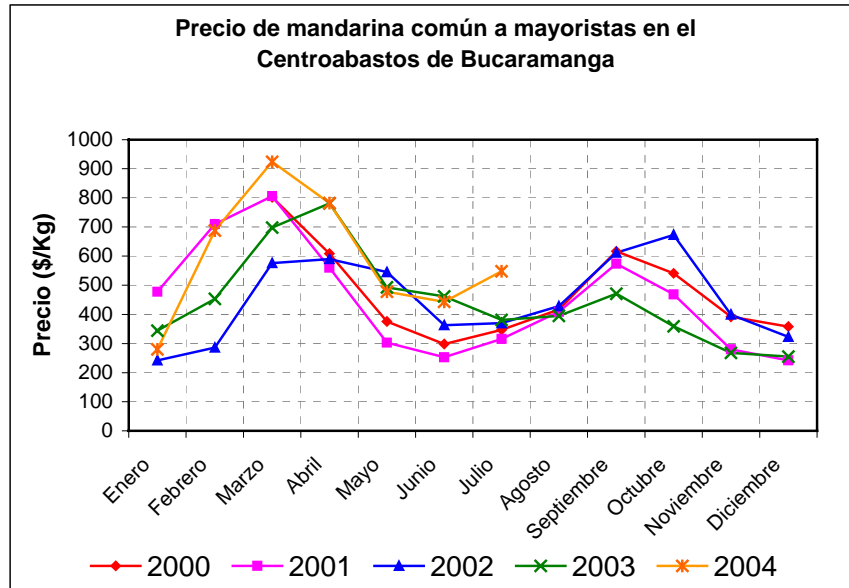
Figura C.8. Producción anual de cítricos en el municipio de Lebrija.



Fuente: Evaluaciones Agropecuarias 2001-2004 de la URPA.

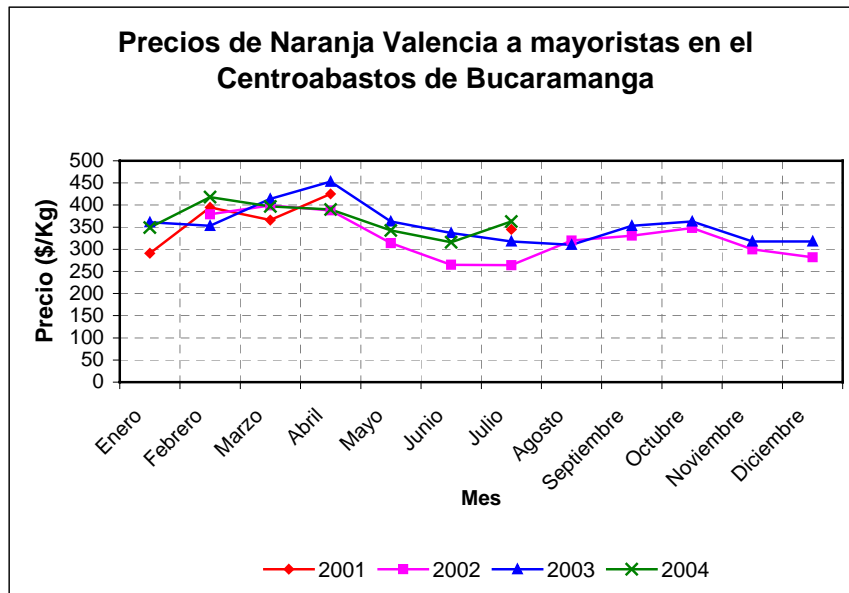
**ANEXO D. Gráficas de los precios de las frutas cítricas en el Centroabastos
de Bucaramanga**

Figura D.1. Precio de Mandarina Común en Bucaramanga.



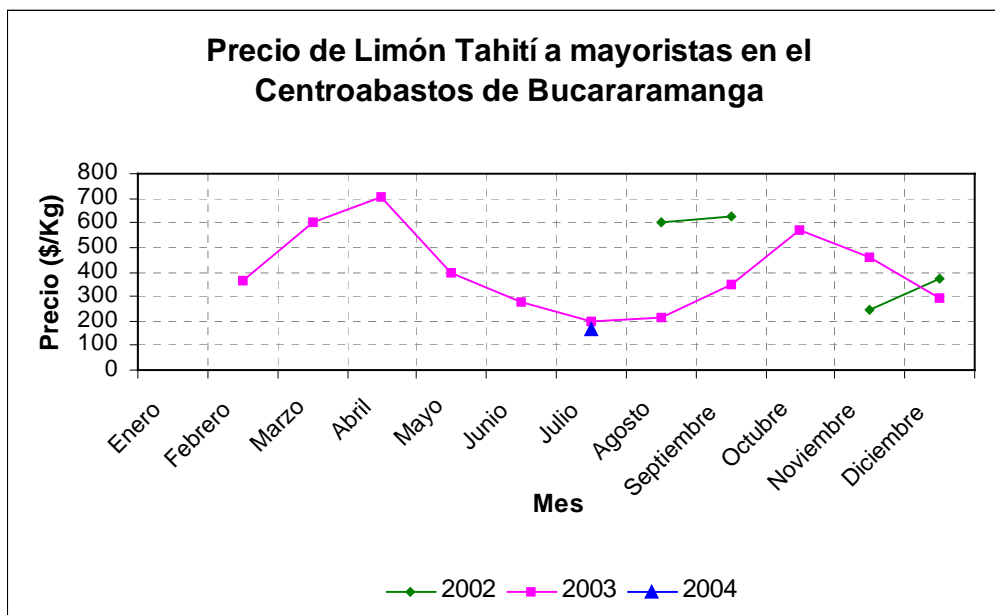
Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocalendas Colombia.

Figura D.2. Precio de Naranja Valencia en Bucaramanga.



Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocalendas Colombia.

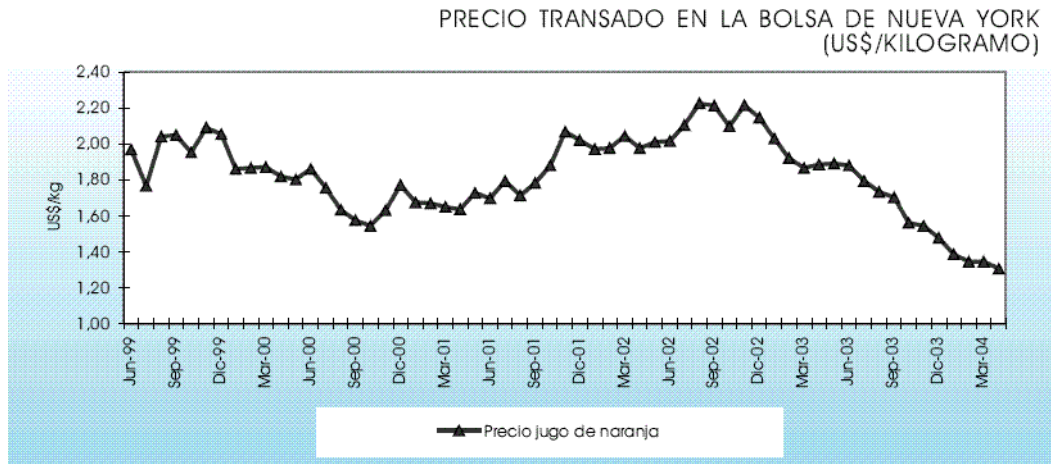
Figura D.3. Precio de Limón Tahití en Bucaramanga.



Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agro cadenas Colombia.

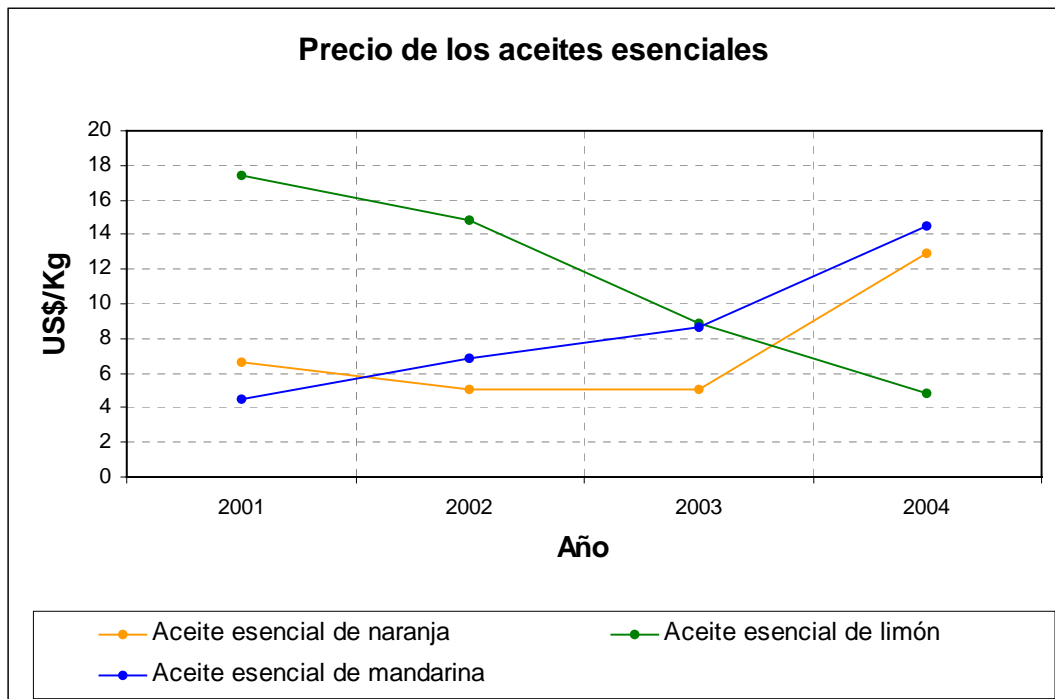
ANEXO E. Gráficas del comportamiento de los precios de los productos y de los insumos de la planta

Figura E.1. Precio del jugo de naranja de 65°Brix, transado en la bolsa de Estados Unidos.



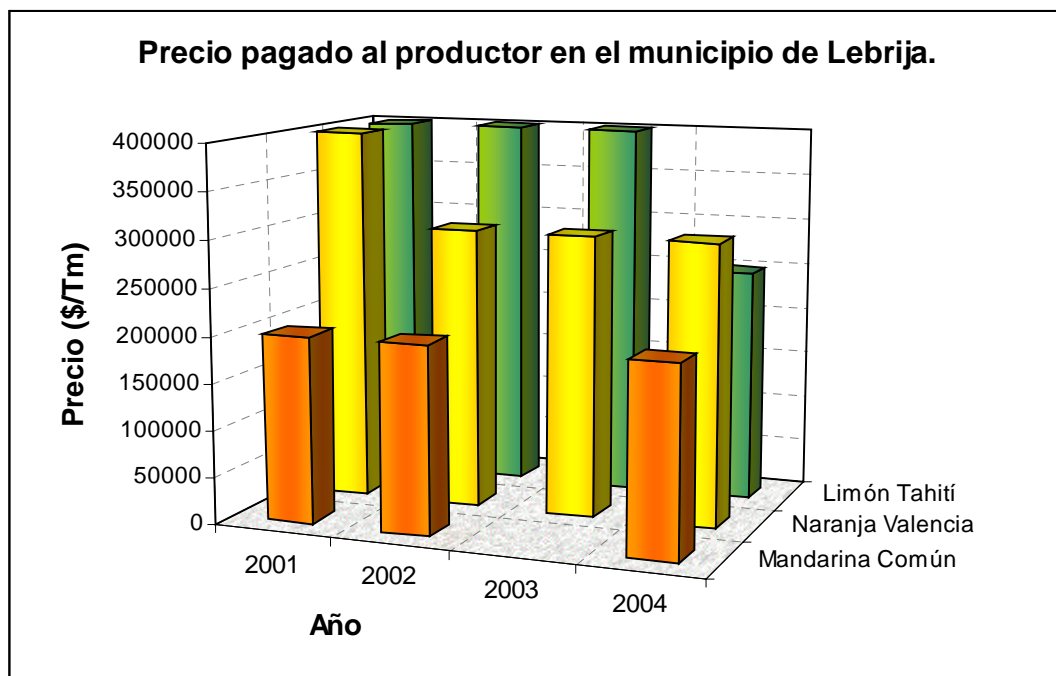
Fuente: Precios históricos de la bolsa de Nueva York. Cálculos: Corporación Colombia Internacional.

Figura E.2. Comportamiento del precio de los aceites esenciales de naranja, limón y mandarina.



Fuente: Proexport.

Figura E.3. Precio pagado al productor, en el municipio de Lebrija, por tonelada de limón Tahití, de Naranja Valencia y de mandarina común.



Fuente: Evaluaciones Agropecuarias 2001-2004 de la URPA.

ANEXO F. Sistema de puntos para la determinación de la localización de la planta

Los factores tenidos en cuenta para la selección de la localización de la planta fueron los siguientes:

a) Proximidad de la materia prima.

Grado	Descripción
1.	La distancia de los centros de producción de materia prima a la planta es relativamente grande, incrementando el costo de transporte, sin embargo, no presenta problemas para el combustible.
2.	La distancia de los centros de producción de materia prima a la planta se puede considerar como intermedia. El costo de transporte de la materia prima hasta el lugar no ocasiona costo adicional, pero se presenta problema para el suministro de combustibles.
3.	Los centros de producción de materia prima, en su gran mayoría, están cercanos a la planta. No se presentan problemas ni costos adicionales para el transporte tanto de la materia prima como del combustible.

b) Facilidad de acceso a los diferentes mercados.

Grado	Descripción
1.	Se encuentran los mercados, a nivel regional, distribuidos entre lejanos y cercanos. Para los mercados internacionales hay acceso a los puntos de embarque y facilidades para su envío.
2.	Los mercados a nivel regional se encuentran distribuidos entre lejanos y cercanos. Presenta condiciones bastante favorables para el embarque de productos con destino al mercado internacional.
3.	A nivel regional los mercados son cercanos. Presenta condiciones óptimas para el embarque de productos con destino al mercado internacional.

c) Disponibilidad de servicios

Grado	Descripción
1.	Los servicios son deficientes.
2.	Hay deficiencias en el servicio de agua, pero en lo relacionado con energía y teléfonos el servicio es aceptable.
3.	La prestación de servicios es aceptable.

d) Disponibilidad de mano de obra.

Grado	Descripción
1.	No existe suficiente personal capacitado en la región.
2.	Existe personal capacitado en la región, pero su estabilidad laboral es mínima.
3.	Existe suficiente personal capacitado y es estable, laboralmente hablando.

e) Políticas impositivas

Grado	Descripción
1.	No existen planes a nivel regional con el propósito de colaborar en la creación de nuevas empresas, por parte del gobierno, disminuyendo las tasas impositivas o creando políticas especiales para tal fin. No ofrece exención de impuestos, ni ventajas de tipo tributario.
2.	Existen políticas para proteger impositivamente alguno sectores de la economía. No ofrece exención de impuestos, pero sí algunas ventajas de tipo tributario.
3.	Las autoridades de la región están desarrollando programas especiales, con el propósito de atraer inversión. Ofrece grandes

ventajas tributarias y exención de impuestos, debido a políticas para su reactivación.

f) Costo del Terreno

Grado	Descripción
1.	El terreno presenta un costo muy elevado por m ² .
2.	El costo de terreno es elevado.
3.	El costo del terreno está de acuerdo con las expectativas.

g) Facilidades para la importación de bienes de capital.

Grado	Descripción
1.	No ofrece ventajas.
2.	Se puede importar por zona franca.
3.	Sin estar en zona franca se puede hacer uso de ella mediante Plan Vallejo.

La ponderación asignada a cada uno de los factores es la siguiente:

- Disponibilidad de servicios 20%
- Proximidad de la materia prima 20%
- Políticas impositivas 15%
- Costo del terreno 15%
- Facilidad de acceso a los diferentes mercados 10%
- Disponibilidad de mano de obra 10%
- Facilidades de importación 10%

La puntuación máxima es quinientos y la mínima cero. Con base en esto, la tabla de puntuación es la siguiente:

Tabla F.1. Puntuación de los factores para la ubicación específica de la planta.

Factores							
Grado	Disponib. de servicios (20%)	Proximidad materia prima (20%)	Políticas impositivas (15%)	Costo del terreno (15%)	Acceso a mercados (10%)	Disponib. mano de obra (10%)	Import. de bienes (10%)
1	0	0	0	0	0	0	0
2	50	50	37.5	37.5	25	25	25
3	100	100	75	75	50	50	50

ANEXO G. Tipos de extractores de zumo de cítricos

G.1. SISTEMA IN-LINE.

Se trata de unidades que constan de 5 copas cada una. Las copas de cada unidad tiene distinto tamaño para adaptarse al tamaño de los frutos que se deben procesar en ellas.

Es el tipo de extractor más utilizado, a nivel industrial, en la extracción de zumos de cítricos para la elaboración de concentrados. Son comercializados por la empresa **Food Machinery Company (FMC) Corporation** (Lakeland, Florida).

La principal característica de los extractores FMC es que extraen el zumo del fruto entero, sin partirlo previamente por la mitad. Las ventajas del sistema FMC son las siguientes: versatilidad, alta productividad, zumo de alta calidad y sencillez.

- **Descripción del equipo y funcionamiento**

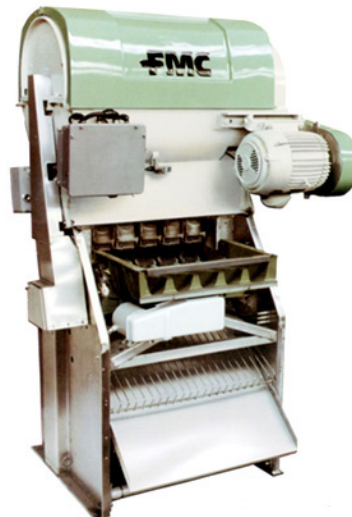
El principio de funcionamiento se basa en la separación instantánea de los elementos constituyentes del fruto (piel, membrana, semillas y otros productos no deseables) que, de permanecer demasiado tiempo en contacto con el zumo, pueden tener una influencia adversa para la calidad final del producto. Como resultado se obtiene un zumo de gran calidad.

La fruta, previamente calibrada por tamaños, llega al extractor a través de una cinta transportadora y se posiciona automáticamente en la parte inferior de la copa. Una cuchilla de acero inoxidable situada en la parte superior (**upper cutter**) corta un círculo de corteza en la parte superior del cítrico, para permitir la separación de la corteza de las porciones interiores de la fruta. En la parte inferior otra cuchilla (**lower cutter**) corta una porción de corteza para permitir el acceso del cilindro de tamizado (**prefinisher tube**) al interior del fruto. La copa superior

(**upper cup**) y la copa inferior (**lower cup**) sujetan el fruto durante todo el proceso de exprimido para evitar su rotura. Ver Figura G.1.

El cilindro de pretamizado separa los elementos internos del fruto en función de su tamaño; el zumo y la pulpa pasarán a través de los orificios del pretamizador y se depositarán en el depósito de zumo (**juice manifold**), mientras que las membranas y semillas se descargarán por el tubo inferior (**orifice tube**).

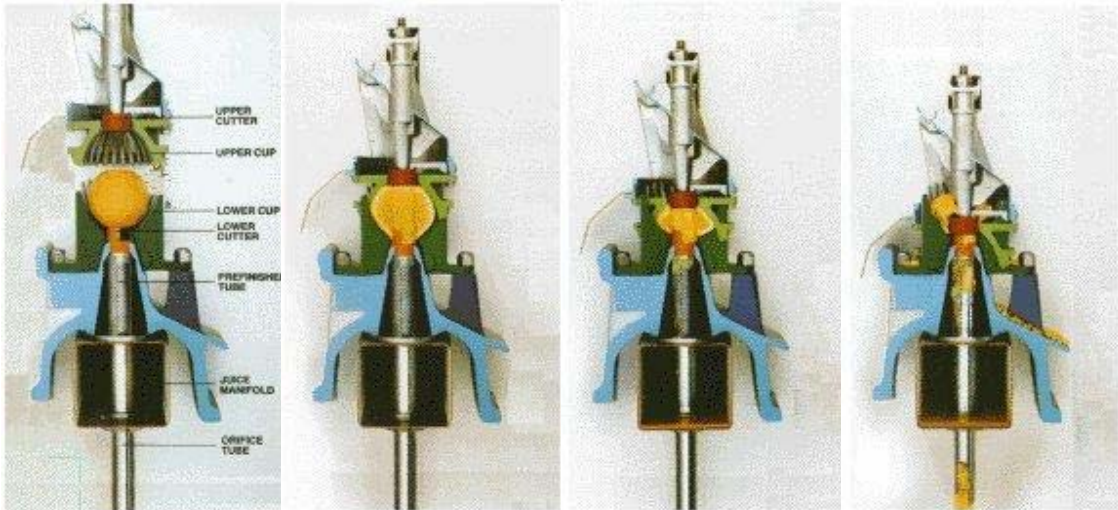
Figura G.1. Extractor de zumo de cítricos in-line de FMC. (Fuente: Food Machinery Company.)



El proceso se realiza muy rápidamente, ya que estos extractores pueden llegar a realizar casi 100 ciclos por minuto.

En la primera fase del ciclo de extracción, la copa superior se desplaza hacia abajo provocando una presión en el cítrico de forma que las cuchillas superior e inferior comienzan a cortar los extremos superior e inferior del fruto. El diseño de las copas permite que el fruto quede perfectamente sujeto, evitando que se rompa y consiguiendo una extracción uniforme durante todo el proceso.

Figura G.2. Funcionamiento del extractor de zumo in-line de FMC.



Fuente: Food Machinery Company.

En general, en todos los sistemas de extracción de zumos de cítricos, es muy importante la operación preliminar de calibración de los frutos por tamaños, ya que la eficiencia de la extracción y la calidad del zumo obtenido van a estar muy relacionadas con la correcta asignación del tamaño de fruta al tamaño de copa apropiado.

Cuando el ciclo de extracción continúa, los dedos de las copas se entrecruzan y el aumento de presión sobre el cítrico obliga al zumo y a las partes interiores del fruto (zumo, pulpa, membranas y semillas) a pasar a través del fondo al cilindro tamizador. Al mismo tiempo, la corteza empieza a salir por la parte superior, entre la copa y la cuchilla. Ver figura G.2.

Una vez finalizada la extracción, las porciones interiores del cítrico se hallan localizadas en el interior del cilindro tamizador. En este momento, el tubo del orificio se mueve hacia arriba, presionando el contenido del cilindro tamizador, lo que provoca que el zumo y la pulpa pasen a través de los orificios del tamiz y

pasen al depósito colector de zumo. Las partes del fruto de mayor tamaño, que no pueden atravesar el tamiz, son descargadas por un orificio en el tubo inferior y evacuadas fuera de la máquina. Las cortezas, rotas al ser forzadas a pasar a través de los dedos de las copas, se eliminan por la parte superior de la máquina depositándose en un colector.

Durante la extracción, las pieles forzadas a pasar a través de los dedos de las copas, sueltan el aceite esencial contenido en las vesículas. Este aceite es arrastrado mediante una corriente de agua y recogido por separado como una emulsión de aceite.

G.2. EXTRACTORES ZUMEX

Este tipo de máquinas extractoras se utilizan principalmente en establecimientos de restauración y hostelería para la obtención de zumo fresco. Son comercializados por la empresa Zumex Máquinas y Elementos S.A..

Su funcionamiento se basa en partir el fruto por la mitad y hacer pasar las mitades entre dos cilindros giratorios que presionan el fruto y extraen el zumo.

El original y simple sistema de extracción se basa en unos tambores machos y hembras que con una perfecta sincronización extraen el zumo de la pulpa de la fruta, que previamente ha sido cortada en dos mitades automáticamente por medio de una cuchilla.

Su gran peculiaridad reside en que en ningún momento las bolas de exprimido están en contacto con la corteza de la naranja, sino sólo con la pulpa, evitando el sabor amargo y obteniendo por tanto un zumo de la más alta calidad. Este sistema permite por tanto un rendimiento de hasta el 95%, evitando el que la corteza y, por tanto, el aceite esencial sean también exprimidos.

ANEXO H. Métodos de obtención de aceites esenciales

H.1. MÉTODOS MANUALES

- **Método de la esponja.** Es el método más antiguo. Inicialmente se utilizó en Sicilia para la extracción el aceite de cáscara de limón, siendo el jugo un producto de desecho hasta que se empezó a utilizar más tarde para la recuperación de ácido cítrico.

Las frutas son partidas por la mitad, la pulpa es removida por una cuchara de bordes afilados (“**rastrello**”) y las cáscaras son sumergidas en agua por unas horas. Luego, las cáscaras son presionadas a mano sobre una esponja que absorbe el aceite expulsado junto con agua y tejidos fluidos. La esponja es exprimida de vez en cuando en un recipiente en el cual se separa el aceite del fluido acuoso.

El proceso esponja da un aceite de mejor calidad del que puede ser obtenido por cualquier otro método, pero es lento, costoso y requiere de habilidad manual, por lo que ahora es obsoleto.

- **Método de la escudilla (Ecuella).** Se dice que este método fue originado en el sur de Francia. Consiste en un tazón pando de cobre ajustado en el centro a un tubo cerrado en la parte inferior y que recuerda un embudo. El tazón está provisto de un gran número de dientes metálicos sobre los cuales se hace rodar la fruta, punzando las glándulas en las que está contenido el aceite.

El aceite liberado y los fragmentos de cáscara son recogidos en el tubo, del cual es decantado de vez en cuando. Este método sufre de las desventajas del proceso esponja.

- **Método de la aguja.** Originado en España. Consiste en un eje horizontal movido por un motor eléctrico, es un arreglo muy similar al de un torno.

Un operador coloca la fruta entre dos soportes provistos de uñas, mediante un embrague conecta los soportes a un motor y la fruta gira a 500-600 rpm. Una aguja raspa la corteza a una profundidad tal que libere el aceite y éste es arrastrado por un rocío de agua. Este método adolece también de requerimientos de gran mano de obra.

H.2. MÉTODOS MECÁNICOS

Los progresos técnicos gradualmente trajeron una transformación de los procesos primitivos hacia métodos más eficientes. El auge de la mecanización y el cambio de aceites exprimidos manualmente a aceites extraídos mecánicamente tuvo un efecto grande en la industria de cítricos.

De otra parte, los métodos modernos de procesamiento han tenido una marcada influencia, tanto en el rendimiento como en las propiedades de los aceites esenciales cítricos.

Estos aceites manufacturados sin el uso de calor se denominan **PRENSADOS EN FRÍO (Cold Pressed Oils)**.

- **Máquinas Sfumatrici.** Numerosas máquinas de éste tipo fueron desarrolladas por las primeras industrias italianas. Son, en su mayor parte, máquinas simples y relativamente baratas que constan de un miembro móvil (un tambor o un cinturón giratorio) montado dentro o contra un miembro estacionario. Las cáscaras son comprimidas en un canal angosto formado por la montura excéntrica del miembro móvil. El aceite es arrastrado por una corriente de agua y conducido a tanques de decantación donde es separado.

- **Máquina Avena.** Fabricada por la **Avena Company** (Messina, Italia), alcanzó considerable popularidad en otros países. La máquina es similar en principio a un “pelador de papas”. Las frutas enteras y lavadas son introducidas en un recipiente circular, la base del cual gira mientras las paredes permanecen estacionarias. La base está recubierta con segmentos removibles cubiertos con puntos abrasivos piramidales de acero inoxidable, mientras que las paredes están recubiertas con placas de vidrio que poseen protuberancias no abrasivas. Cuando la base gira, arroja las frutas contra los lados de la máquina, sirviendo las protuberancias para voltear la fruta, de manera que la remoción de la capa que arrastra el aceite, lo cual es afectado principalmente por la periferia de la base giratoria, es uniforme y completa. El aceite y los **detritus** son arrastrados por un rocío continuo de agua ubicado en lo alto de la máquina.

- **Máquina Koffler.** Diseñada para la extracción automática de jugo y aceite, fue desarrollada en Israel y utiliza el principio del “rallador casero” para obtener el aceite esencial. En este caso la fruta pasa sobre una serie de rodillos huecos, la superficie de los cuales está parcialmente perforada como en el rallador doméstico. Estos puntos pican los sacos de aceite de la fruta y el aceite expulsado es arrastrado por un rocío de agua. Este extractor de aceite es capaz de manejar cualquier variedad y cualquier tamaño de frutas cítricas. Extrae cerca del 80% del total del aceite contenido en la cáscara.

En los Estados Unidos hay dos diferentes métodos para el procesamiento de frutas cítricas que pueden ser divididos de acuerdo al orden en que se extrae el jugo y el aceite.

- **Métodos de recuperación del aceite después de la extracción del jugo.**

- * **Método de extracción Pipkin Roll.** En este método el aceite es exprimido pasando las cáscaras, ya desprovistas de jugo y pulpa, por entre dos cilindros

pesados, estriados de acero inoxidable, que están colocados muy cerca entre sí y rotan lentamente en sentidos opuestos. La distancia entre los dos cilindros es ajustada de tal forma que la presión contra la cáscara es suficiente para reventar las glándulas de aceite sin macerar o raspar la cáscara. Sobre la superficie de los cilindros hay una serie de estrías capilares lo suficientemente profundas para recibir el aceite que sale de las glándulas, manteniéndolo fuera de contacto con la corteza y eliminando de esta forma, en alguna cantidad, la absorción por el esponjoso albedo de la corteza a medida que los cilindros giran.

Cuando no se usa rocío de agua para arrastrar el aceite, la pérdida de componentes solubles en agua puede ser mantenida a un mínimo. Sin embargo, ya sea que se use agua o no, la emulsión de aceite debe ser tamizada y separada en centrifugas de alta velocidad.

* **Método de extracción con tornillo prensa (Screw Press).** Las cáscaras remanentes de la extracción del jugo son conducidas a prensas de tornillos afilados, en las cuales los tornillos giran en secciones cónicas con perforaciones de $\frac{1}{4}$ de pulgada. A medida que la cáscara es alimentada dentro de la máquina, estos tornillos la presionan fuertemente contra las perforaciones, la cáscara se lacera y el aceite es liberado del flavedo. El uso de rocío de agua para arrastrar el aceite es opcional. Como en el caso anterior, el aceite debe ser separado de la emulsión formada mediante tamizado, para separar las partículas sólidas (detritus), y luego mediante centrifugación.

* **Método de extracción por raspado (Brown Peel Shaver).** En este método, las cáscaras de naranja provenientes de los extractores de jugo son alimentadas al pelador o raspador, el cual separa la cáscara en delgadas secciones de albedo y flavedo. El flavedo, transportador del aceite, una vez separado es separado es prensado en cilindros, provistos de protuberancias, en presencia de agua y el aceite es liberado en forma de emulsión acuosa.

- **Métodos en los que se trabaja con la fruta entera.**

* **Método de superficies abrasivas (Fraser Brace Extractor).** La fruta entera es automáticamente conducida a través de un túnel hecho de cilindros horizontales recubiertos de carborundum que giran a alta velocidad. A medida que la fruta pasa a través de este túnel está sujeta a suficiente acción abrasiva para remover el flavedo hasta una profundidad de 0,03968 cm (1/64 pulgada). Al mismo tiempo la fruta es rociada con agua, la cual remueve el aceite y los desechos de la cáscara como un lodo. Este lodo es tamizado para removerle los sólidos y el aceite es recuperado de la emulsión por centrifugación. Luego, la fruta entera, menos el flavedo, es conducida a los extractores de jugo.

* **Método de extracción con Pipkin Juice Extractor (FMC in line).** Este extractor de jugo proporciona un método donde tanto el jugo como el aceite de la cáscara son extraídos simultáneamente de la fruta entera, pero de tal manera que no entran en contacto entre sí en cantidades importantes. Cada extractor tiene cinco cabezas que actúan en forma sincronizada. Después que la fruta es depositada, por un mecanismo alimentador, la copa superior desciende. Como la fruta es comprimida, el aceite de la cáscara es desalojado y arrastrado por un rocío de agua hasta un recipiente, para ser posteriormente separado.

En la Florida y en California existen otros procesos en los que se trabaja con la fruta completa y que no son extensamente usados. Entre ellos están: el escoriador AMC, las versiones modernas del proceso Avena y los **Pellatrici** italianos y otro proceso en el que se aplasta toda la fruta entre dos rodillos pesados, obteniéndose un lodo de jugo, residuos no comestibles y aceite esencial, que luego es cuidadosamente tamizado. Después de la remoción de sólidos, el aceite y el jugo son centrifugados, pero siempre hay una fase que es separada solamente con una gran dificultad. Más aún, los jugos obtenidos por este método usualmente contienen cantidades considerables de aceite, el cual con el

transcurso del tiempo causa deterioro al sabor. Esta falla es solucionada “desaceitando” y “desaireando” el jugo por una rápida destilación al vacío.

En todos los procesos mecánicos, sin hacer diferencia en que utilicen la sola cáscara o trabajen la fruta completa para la extracción del aceite esencial, se debe separar el aceite de la emulsión resultante formada por fluidos de tejidos, fragmentos de corteza, materiales cerosos, aceite esencial y el agua usada para arrastrar el aceite fuera de la máquina.

Con el fin de remover tanta materia sólida como sea posible, la emulsión debe ser tamizada en un filtro prensa, un tamiz vibrador o un tamiz de paletas. Luego, la emulsión debe ser pasada a través de una centrífuga de disco o un deslodador (**sludger**) que opere en un rango de 5000 a 7000 rpm, para remover los materiales sólidos adicionales y la mayoría del agua. La composición de la emulsión rica en aceite que sale de la centrífuga puede variar entre 50 a 70%, pero ocasionalmente el contenido de aceite puede ser mayor.

Para lograr una clarificación adicional del aceite, se “pule” en una centrífuga de copa abierta, copa sólida o una auto-regulada (tipo Sharpless Super, Alfa-Laval o Westfalia) de 16000-18000 rpm. La pureza del aceite descargado aquí puede ser hasta de 99%.

Mediante el uso de una tercera centrífuga de tipo disco se pueden obtener aceites prensados en frío hasta de 99.9% de pureza.

Cuando se presenta dificultad en la separación de las emulsiones se puede usar un segundo método: el proceso Bennett. En los procesos abrasivos y de maceración (Prensa de tornillos, **Brown Peel Shaver**, **Fraser Brace** y Escoriador AMC) se liberan de la cáscara cantidades considerables de fluidos de tejidos y células, junto con pectinas. Los fluidos de tejidos son ácidos y ejercen un efecto

dañino sobre algunos constituyentes del aceite esencial, particularmente el citral. Las pectinas actúan de dos formas adversas: en primer lugar, es la principal causa de emulsificación del aceite y en segundo lugar, se hidroliza fácilmente produciendo metanol, el cual incrementa el poder solvente del agua sobre el citral.

A.H. Bennett encontró que si el agua circulante es reemplazada por una solución diluida de bicarbonato de sodio (2%) que contenga un poco de sulfato de sodio, se puede separar aceite claro de la emulsión durante el centrifugado.

Se asegura que los aceites de limón preparados por este método son iguales a los aceites “esponja” en cuanto a su contenido en citral, y tienen la misma composición, sabor y olor, aunque el residuo de compuestos no volátiles es un poco mayor.

La solución de bicarbonato puede ser recirculada hasta que las sustancias disueltas alcancen una proporción muy alta, y a su vez, el volumen y concentración de la solución de bicarbonato no puede caer por debajo de ciertos límites. Estos factores limitantes dependen de la severidad de raspado a que es sometida la fruta. Si el raspado es más profundo, mayor será la cantidad de fluidos celulares obtenidos y la vida de la solución de bicarbonato será más corta.

Una vez que el aceite es refinado en las centrifugas, se transfiere a recipientes apropiados y almacenado bajo condiciones adecuadas.

El extractor FMC en su versión **in line** o su versión rotatoria (fabricados por **Food Machinery Corporation**), es el equipo más ampliamente usado por la industria procesadora de cítricos en los Estados Unidos y Brasil, seguido por el equipo **Brown (Brown International Corporation)**. También son ampliamente usados los procesos **Pipkin Roll** y la prensa de tornillos (**Screw Press**). El proceso del **Fraser Brace Extractor** no es tan popular, aunque su rendimiento en términos de

libras de aceite por tonelada de cáscara tratada es mayor que cualquiera de las máquinas usadas para este propósito.

H.3. DESTILACIÓN

La aplicación de esta técnica casi invariablemente influencia las propiedades de los aceites a causa de los procesos químicos que ocurren durante la destilación, dando origen a sustancias que no estaban presentes en el aceite original. Estos pueden ser solamente componentes menores que pueden ejercer un marcado efecto en el olor y sabor de un aceite de un aceite, dependiendo de si son complejos o simples. Esto es muy importante desde el punto de vista comercial.

La destilación es un método para separar los componentes de una mezcla de dos o más líquidos por virtud de la diferencia en su presión de vapor, y tal como se aplica a la extracción de aceites esenciales, es un medio para separar el aceite esencial volátil de una masa de material vegetal que no es volátil.

La destilación casi siempre se efectúa con vapor. Generalmente se lleva a cabo a presión atmosférica. Si los componentes del aceite pueden sufrir hidrólisis, el proceso se efectúa a presión reducida.

Durante la destilación predominan en el destilado inicialmente los constituyentes de más bajo punto de ebullición, es decir los más volátiles, pero a medida que la destilación avanza, ellos estarán seguidos por los constituyentes de mayor punto de ebullición, en orden de volatilidad. En general, es necesario prolongar suficientemente la destilación para obtener todos los componentes del aceite; si se disminuye el tiempo requerido para completar la destilación, se obtendrá un aceite de diferente composición (y probablemente de menor valor).

En algunos casos, los constituyentes de alto punto de ebullición no aportan notas odoríferas valiosas, por lo que se debe acortar el tiempo de destilación para obtener un aceite de más alta calidad y poder reducir los costos de combustible y mano de obra.

Conviene realizar la destilación inmediatamente de cosechado el vegetal, después de un oreado o un desecado al aire que le quite algo de la humedad.

En el vegetal, los aceites esenciales se almacenan o sitúan en glándulas, conductos, sacos o pelos glandulares o simplemente reservorios dentro del vegetal, por lo que conviene hacer un desmenuzamiento del material a destilar para exponer esos reservorios a la acción del vapor de destilación. El espesor del material, reducido, permite también una mejor vaporización y destilación, así como una aceleración del proceso.

Los aceites crudos algunas veces se tratan nuevamente, antes de su uso, por rectificación al vacío, por congelación fraccionaria, por lavados con hidróxido de potasio para eliminar ácidos libres y compuestos fenólicos, para eliminar aldehídos y cetonas deseadas, o no deseadas, a través de la formación de compuestos de adición de sulfito o por formación de productos insolubles específicos, como la reacción de cloruro de calcio con geraniol.

Dentro de la práctica tres tipos o métodos son los más utilizados:

- Destilación con agua (hidrodestilación)
- Destilación con agua y vapor (vapor húmedo)
- Destilación directa con vapor (vapor seco)

Desde un punto de vista teórico no debería haber diferencia entre los tres métodos; cualquiera de éstos es un sistema de dos fases. Sin embargo, existen

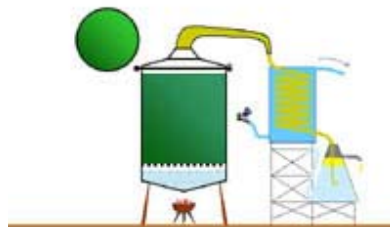
variaciones considerables en los resultados prácticos obtenidos, en parte porque el material vegetal es manejado en forma diferente en cada método.

- **Destilación con agua (hidrodestilación).** El material a destilar entra en contacto directo con el agua hirviente, es una especie de cocimiento donde el material cargado flota o se sumerge según la densidad. El sistema de calentamiento del agua puede ser: a fuego directo, camisa de vapor, serpentinas cerradas con circulación de vapor o serpentinas abiertas o perforadas, también con vapor.

Este método tiene el inconveniente de que los aceites pueden sufrir hidrólisis debido al contacto directo con el agua a altas temperaturas. Además se requiere que el material del recipiente de destilación sea de un espesor suficiente para soportar la carga de agua y cáscaras, aumentando considerablemente la inversión en los equipos.

- **Destilación con agua y vapor (Vapor húmedo).** El material se coloca sobre un fondo perforado o criba ubicado a cierta distancia del fondo de un tanque llamado retorta o alambique. La parte más baja de éste contiene agua hasta una altura algo menor que el nivel de la criba. El calentamiento se produce con vapor saturado que se provee de una fuente de calor que compone el equipo, fluye mojado y a presión baja, penetrando a través del material vegetal.

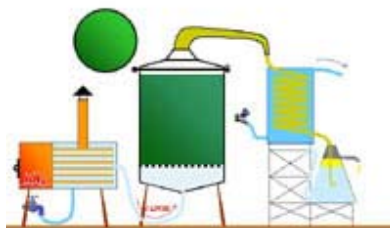
Figura H.1. Destilación con agua y vapor



Este método, al igual que el anterior, requiere que el equipo soporte altas cargas de agua.

- **Destilación directa con vapor (vapor seco).** Es similar al anterior, pero en el fondo de la retorta no hay agua. El vapor saturado o sobrecalentado es provisto por una caldera y a presiones más elevadas que la atmosférica, se inyecta por medio de serpentinas cribadas que están debajo de la carga y se dirige hacia arriba, atravesando la masa vegetal colocada sobre una parrilla interior.

Figura H.2. Destilación directa con vapor



- **Destilación al Vacío.** Es un método para destilar sustancias a temperaturas por debajo de su punto normal de ebullición, haciendo un vacío parcial en el alambique. Este método es tan efectivo como la destilación por vapor, pero más costoso. Cuanto mayor es el grado de vacío, menor es la temperatura de destilación. Si la destilación se efectúa en un vacío prácticamente perfecto, el proceso se llama destilación molecular.

H.4. POR DISOLUCIÓN

Como disolvente se utiliza éter de petróleo, éter, alcohol, dicloroetileno, entre otros solventes. Se aplica generalmente a las flores con extractores tipo soxhlet. El disolvente saturado de perfume, se destila con vapor de agua, y deja un residuo

(unas ceras perfumadas), llamado concretos de flores y que, tratados por alcohol, ceden la parte soluble, que son los extractos de flores. No es el método apropiado para los cítricos, debido a que este aceite contiene demasiados terpenos que dificultan su solubilidad.

H.5. POR ENFLORADO

Da los perfumes más finos. La grasa sólida se extiende bajo un espesor sobre placas de vidrio colocadas en el fondo de marcos de madera. Se emplea una mezcla de grasa de puerco y buey. Se agrega un poco de benjuí para que no se enrancie. El material se coloca encima manteniendo el conjunto a unos 40°C.

H.6. EL MÉTODO DE EXTRACCIÓN CON FLUIDOS SUPERCRÍTICOS

Es de desarrollo más reciente. El material vegetal cortado en trozos pequeños, licuado o molido, se empaca en una cámara de acero inoxidable y se hace circular a través de la muestra un fluido en estado supercrítico (por ejemplo CO₂) , las esencias son así solubilizadas y arrastradas y el fluido supercrítico, que actúa como solvente extractor, se elimina por descompresión progresiva hasta alcanzar la presión y temperatura ambiente, y finalmente se obtiene una esencia cuyo grado de pureza depende de las condiciones de extracción. Aunque presenta varias ventajas como rendimiento alto, es ecológicamente compatible, el solvente se elimina fácilmente e inclusive se puede reciclar, y las bajas temperaturas utilizadas para la extracción no cambian químicamente los componentes de la esencia, sin embargo el equipo requerido es relativamente costoso, ya que se requieren bombas de alta presión y sistemas de extracción también resistentes a las altas presiones.

ANEXO I. Descripción de los equipos y corrientes indicados en el diagrama de flujo

Tabla I.1. Descripción de los equipos del diagrama de flujo

Equipo	Descripción	Observaciones
PROCESO DE OBTENCIÓN DE JUGO CONCENTRADO CONGELADO		
F-110	Tanque de recepción de la fruta fresca.	Debe contener agua para minimizar los daños en la descarga de la fruta.
F-111	Silos de almacenamiento de la fruta fresca.	Estos silos deben tener temperatura y humedad controladas. En el caso de que la fruta se tenga que almacenar por periodos prolongados, se hará en cuartos fríos con temperatura y humedad controlada.
J-112	Banda transportadora.	En esta banda se llevan a cabo el lavado y la selección manual de la fruta.
F-113	Tanque de almacenamiento de agua clorada.	El tanque será de un material plástico. El hipoclorito se debe diluir con el fin de disminuir su efecto corrosivo y porque la concentración necesaria es baja.
H-120	Seleccionador de fruta por tamaños.	Este seleccionador permite separar primero la fruta más grande, luego la mediana y por último la fruta de menor tamaño.
H-121	Extractores de jugo.	Esta máquina permite obtener separadamente la cáscara, el bagazo y las semillas, el jugo y la pulpa, así como parte del aceite.
H-122	Filtro.	Este proceso de filtración del jugo permite retirar las membranas y pieles de la fruta que fueron arrastradas por el jugo. Esta clarificación se puede hacer por medio de mallas.
D-123	Separador de fases líquidas.	A este equipo llega la corriente de agua y aceite proveniente de los extractores de jugo. Su función es separar estas corrientes.
F-124	Tanque de refrigeración.	El aceite esencial separado se lleva a este tanque, a temperaturas de 0 a 5 °C, para que se depositen las ceras.
D-130	Tanque de desaireación.	Este tanque cuenta con una bomba de vacío para desairear el jugo. El espesor del material de las paredes de este tanque debe ser tal que garantice la seguridad del proceso.

L-131	Bomba de vacío.	Esta bomba debe permitir alcanzar un vacío de 26 a 29 pulgadas de Hg.
E-140	Pasteurizador de placas.	Permite llevar rápidamente el jugo a 80 - 90°C durante 20 a 30 segundos, para luego enfriarlo bruscamente.
E-150	Evaporador de película descendente.	En este equipo, el jugo ya pasteurizado, es llevado a una concentración mayor, por medio de la evaporación de parte del agua.
E-151	Intercambiador de calor	El jugo concentrado es llevado a este intercambiador, donde se disminuye su temperatura, para que pueda mezclarse a continuación con el jugo fresco, sin sufrir deterioro de su calidad.
M-152	Tanque de mezclado y homogenización.	En este tanque el jugo concentrado es mezclado con parte del jugo pasteurizado, que no ha sido concentrado, con el fin de recuperar parte de los componentes del aroma del jugo que se evaporaron en el proceso de concentración.
E-153	Intercambiador de calor.	En este equipo se condensan los vapores provenientes del proceso de concentración, obteniendo la "Esencia acuosa", que se usa para reconstituir el aroma del jugo concentrado.
P-160	Unidad de envasado.	El jugo es envasado en tambores metálicos con doble bolsa interna de polietileno, para impedir su contacto con la parte metálica del tambor.
P-170	Unidad de refrigeración.	Este sistema permite mantener almacenado el concentrado, ya empacado, a una temperatura de -23°C.
PROCESO DE OBTENCIÓN DE ACEITES ESENCIALES DESTILADOS		
C-210	Molino de cuchillas	Este equipo corta la cáscara hasta obtener un tamaño promedio de 1 cm ² . Esta operación favorece el proceso de difusión de los aceites hacia el vapor.
F-211	Silo de almacenamiento.	Este silo almacena temporalmente las cáscaras, mientras en la batería de alambiques se lleva a cabo la destilación.
D-220	Alambiques.	En estos dispositivos se cargan las cáscaras a destilar. Deben ser herméticos para evitar pérdidas de aceite esencial. Deben tener en el fondo una criba para sostener el material a destilar y de esta manera se permita el ingreso del vapor y su distribución uniforme dentro del alambique. La temperatura alcanzada durante la destilación en estos equipos es de 96 °C.

E-230	Condensadores de tubos y carcaza.	El flujo de vapor fluirá por los tubos y el agua de enfriamiento por la carcaza.
D-240	Separadores de fases líquidas.	Se les llama también recipientes florentinos. Separan el aceite esencial del agua, después de haber sido condensado el vapor.
F-250	Tanques de refrigeración.	En estos tanques se deben almacenar los aceites esenciales durante un tiempo, a temperaturas de 0 a 5°C, mientras sedimentan las ceras del aceite esencial, que se deben separar.
P-260	Unidad de empaque.	El aceite esencial de mandarina, naranja y de limón, obtenidos por destilación y en el proceso de extracción del jugo (prensado en frío), son empacados separadamente, en recipientes de vidrio oscuro.
PROCESO DE OBTENCIÓN DE ALIMENTO PARA GANADO		
C-310	Desmenuzador.	Este dispositivo, puede ser un molino de cuchillas que corte las frutas desechadas hasta un tamaño adecuado.
B-320	Secador rotatorio.	Los residuos sólidos son secados por medio de aire caliente, hasta una humedad inferior al 10% en peso.
G-321	Ventilador.	Este equipo impulsa el aire hacia el interior del quemador de gas.
B-322	Quemador de gas.	En este equipo se quema gas, con el propósito de calentar el aire que ingresará en el secador.
H-323	Ciclón	Este dispositivo ubicado a la salida del secador logra separar una gran parte de las partículas sólidas que son arrastradas por el flujo de aire.
H-330	Ciclón.	Separa el producto en pulpa y finos.
F-340	Silo de almacenamiento.	En este silo se puede almacenar el alimento para ganado, pero por períodos cortos, dado que pueden presentarse problemas de fermentación.
P-350	Unidad de empaque.	El alimento para ganado es empacado en sacos para ser distribuido en corto tiempo.

SERVICIOS AUXILIARES		
D-410	Resina de intercambio catiónico.	Retira los iones de carga positiva del agua que va a la caldera. Disminuyendo así la dureza del agua.
D-411	Resina de intercambio aniónico.	Retira los iones de carga negativa del agua que va a la caldera, con el fin de disminuir su dureza. Las resinas pueden ser sintéticas a base del copolímero de estireno-divinilbenceno.
L-412	Bomba centrífuga.	Esta bomba impulsa el agua de una resina de intercambio a la otra.
E-420	Calderín.	Genera el vapor necesario en toda la planta para los procesos de destilación de los aceites esenciales y la concentración del jugo. Debe usar como combustible gas propano.
EQUIPOS PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA.		
F-510	Tanque de almacenamiento.	Este tanque servirá como reservorio de agua en la planta.
F-520	Canaleta Parshall.	En esta canaleta se realiza la mezcla del floculante con el agua, favorecida por el flujo turbulento. El agua, en este punto, ya debió haber sido desarenada, aireada y se le debió haber medido el caudal para dosificar el floculante.
F-530	Tanque de floculación.	En este tanque ocurre la desestabilización de los iones, favoreciéndose así la floculación. Este tanque debe tener un agitador en la parte inferior, con una velocidad máxima de 10 rpm.
H-540	Tanque de sedimentación.	En este tanque ocurre la sedimentación de los flóculos formados en el tanque anterior, una vez han alcanzado el tamaño y peso suficiente.
H-550	Filtro de arena.	Aquí se retiran las impurezas suspendidas en el agua, que no se lograron separar por sedimentación, haciendo pasar la corriente líquida a través de un lecho poroso. Posteriormente el agua es desinfectada por medio de cloro, y se le adiciona cal para regular el pH.

* Los aceites esenciales se pueden llevar a la unidad de almacenamiento en frío junto con la fruta fresca, antes de ser empacados, mientras son vendidos o distribuidos, para que sedimenten las ceras.

Tabla I.2. Descripción de las corrientes del diagrama de flujo.

N° de corriente	Descripción	Flujo	Especificaciones
1	Fruta fresca	1,18 Tm/h	Este valor es un promedio, puesto que en ciertas épocas del año no se cosecha mandarina. Se considera que a la planta ingresan anualmente 1542 Tm de Limón Tahití, 8120 Tm de Mandarina Común y 707 Tm de Naranja Valencia.
2	Fruta	1,18 Tm/h	La fruta se dirige a silos de almacenamiento, a cuartos fríos o puede pasar directamente a proceso.
3	Fruta lavada y seleccionada	1,16 Tm/h	Las pérdidas en fruta dañada se estiman en un 2%.
4 y 5	Hipoclorito de sodio	1,6 l/h	El hipoclorito de sodio se obtiene en el mercado con una concentración de 13% en volumen. Para el lavado de la fruta se requiere una concentración del 0.0013%.
6	Frutas desechadas.	23,7 Kg/h	Se llevan al proceso de obtención de alimento para ganado, pasando primero por un proceso de cortado.
7	Fruta seleccionada por tamaños.	1,16 Tm/h	Del seleccionador saldrán tres corrientes de fruta, la pequeña, la mediana y la fruta grande.
8	Jugo con pulpa.	557 Kg/h	Asumiendo que el jugo y las membranas de la pulpa corresponden, en promedio, a un 48% de la fruta.
9	Cáscaras.	197 Kg/h	Las cáscaras corresponden en promedio a un 17% del peso total de la fruta. Una vez separadas, se llevan al proceso de obtención de aceites esenciales.
10	Bagazo y semillas.	406 Kg/h	Estos residuos sólidos, que corresponden en promedio a un 35% de la fruta, se llevan al proceso de obtención de alimento para ganado.

11	Emulsión de aceite y agua.	2000, 46 Kg/h	El aceite esencial desprendido en la extracción del jugo es de alrededor del 0,04% del peso total de la fruta. Es decir, se desprenderán alrededor de 464 g/h de aceite esencial.
12	Agua separada del aceite	2 m ³ /h	Este flujo de agua se puede recircular para el tanque de recepción de la fruta.
13	Aceite separado.	464 g/h	Este aceite se debe llevar a tanques refrigerados para que sedimenten las ceras. Este aceite se denomina prensado en frío.
14	Aceite esencial.	464 g/h	Este aceite, una vez refrigerado, se dirige a la sección de empaque.
15	Jugo filtrado	506 Kg/h	El jugo corresponde en promedio a un 43.6% del peso total de la fruta. El jugo tendrá 9.5 °Brix para el caso de la naranja y la mandarina, y 6.5 °Brix para el caso del jugo de limón. El jugo tiene una densidad promedio entre 1020 y 1100 Kg/m ³ .
16	Membranas y pieles.	51 Kg/h	Al jugo filtrado se le retiran estos componentes sólidos y se llevan al proceso de obtención de alimento para ganado. Corresponden, en promedio, al 4.4% del peso total de la fruta.
17	Jugo desaireado	506 Kg/h	-
18	Aire retirado.	-	Al jugo se le aplica un vacío de 26 a 29 inHg, para retirarle el aire.
19	Jugo pasteurizado que continúa al proceso de concentración.	470 Kg/h	Esta corriente continúa al proceso de concentración del jugo, la otra parte del jugo pasteurizado se envía al proceso de reposición. Esta cifra se obtiene a partir del valor anual calculado para los tres tipos de frutas.
20	Jugo pasteurizado de reposición.	36 Kg/h	Este jugo se emplea para reponer parte de los componentes volátiles del jugo que se han evaporado en el proceso de concentración. De forma similar, esta cifra se obtiene a partir del valor anual calculado para el procesamiento de los tres tipos de frutas.

21	Jugo concentrado.	65 Kg/h	Esta corriente tendrá 65 °Brix para el caso de la naranja y la mandarina, y 55 °Brix para el caso del jugo de limón. Esta corriente tiene una densidad promedio comprendida entre 1100 y 1280 Kg/m ³ .
22	Agua evaporada.	405 Kg/h	Esta corriente contiene componentes volátiles del jugo. También se obtiene a partir del valor anual calculado para el procesamiento de naranja, mandarina y limón.
23	Esencia acuosa.	398 Kg/h	Esta esencia se puede envasar y vender como saborizante.
24	Esencia acuosa.	7 Kg/h	Esta corriente está destinada a la recuperación del aroma del jugo concentrado.
25	Jugo concentrado pre-enfriado.	65 Kg/h	El jugo concentrado se enfría después de la concentración en intercambiadores, para evitar alteraciones en sus propiedades debido a la alta temperatura.
26	Jugo concentrado resustituido.	108 Kg/h	Para el caso de la naranja y la mandarina, esta corriente tendrá 42 °Brix, y para el caso del jugo de limón tendrá 32 °Brix. Su densidad promedio está comprendida entre 1100 y 1200 Kg/m ³ .
27	Jugo concentrado	108 Kg/h	El jugo concentrado envasado en doble bolsa de polietileno dentro de tambores metálicos..
28	Jugo concentrado congelado.	108 Kg/h	El jugo concentrado envasado es llevado a almacenamiento bajo temperaturas de -23°C.
29	Cáscaras cortadas.	197 Kg/h	Estas cáscaras provienen de un proceso de cortado, donde se reduce su tamaño hasta alcanzar una superficie aproximada de 1 cm ² .
30	Cáscaras cortadas.	197 Kg/h	Esta corriente es un promedio del flujo que ingresa periódicamente en los alambiques, al proceso de destilación.
31	Vapores desprendidos de la destilación.	335,5 Kg/h	Corresponden al vapor que arrastra los aceites que logró desprender de las cáscaras. De acuerdo a resultados experimentales se condensan alrededor de 240 Kg de vapor por cada kilogramo de aceite destilado. La temperatura de salida de estos vapores es de 96 °C.

32	Vapores condensados.	335,5 Kg/h	Esta corriente está compuesta por los aceites esenciales y el vapor condensado, utilizado para arrastrar los aceites en la destilación. La temperatura de salida de esta corriente del condensador debe estar comprendida entre 25 y 30 °C.
33	Agua condensada junto con el aceite.	334,1 Kg/h	Esta corriente es muy aromática, dado que tiene disueltos ciertos componentes del aceite esencial, como son algunos alcoholes, aldehídos y cetonas solubles en agua.
34	Aceites esenciales.	1,4 Kg/h	De acuerdo a las prácticas experimentales realizadas, se obtuvo un rendimiento de 0,12% en peso de aceite esencial en la fruta entera, por el proceso de destilación.
35	Aceite esencial refrigerado.	1,4 Kg/h	Esta corriente de aceite esencial está libre de ceras, las cuales se han sedimentado en el proceso de refrigeración. Este flujo se dirige al proceso de empaque en tambores metálicos.
36	Agua condensada en el alambique.	55 l/h	Esta agua, tan pronto se descarga tiene alta temperatura, además contiene pectinas, carotenoides y fracciones del aceite esencial disueltas. Se considera que se condensan 280 litros de agua por tonelada de cáscaras destiladas, de acuerdo a resultados experimentales.
37	Cáscaras agotadas en aceites esenciales.	220 Kg/h	Estas cáscaras tiene un alto porcentaje de humedad, debido al vapor que se ha condensado en el alambique y que ellas han absorbido a través de la pectina presente en el albedo de la cáscara. De acuerdo a resultados experimentales, el peso de las cáscaras aumenta, en promedio, en un 11,4%, como resultado del agua que absorben durante la destilación.
38	Cal viva.	3,5 Kg/h	Se adiciona en un porcentaje de 0,5% a los residuos, con el propósito de secarlos.
39	Frutas desechadas cortadas.	23,7 Kg/h	Estas frutas, una vez cortadas, se llevan a secado con los demás residuos sólidos.

40	Residuos sólidos.	700 Kg/h	Su humedad oscila entre 70 y 85% en base húmeda.
41	Aire.	-	El aire ingresa a temperatura ambiente al quemador de gas y con una humedad aproximada de 0,01 Kg agua/Kg aire seco.
42	Gas.	-	El gas es quemado para calentar el aire que secará los residuos sólidos.
43	Aire caliente.	-	El aire posee una temperatura superior a la entrada del secador, alrededor de 165 °C.
44	Residuos sólidos secados.	192 Kg/h	La humedad de los residuos sólidos se debe disminuir hasta un valor inferior al 10%, se va a asumir que se alcanza un valor de 8% de humedad en base húmeda. La temperatura de descarga es de alrededor de 65°C.
45	Aire húmedo caliente.	-	Este flujo de aire posee una humedad superior, pero una temperatura inferior a la de entrada, alrededor de 71°C.
46	Aire desprovisto de sólidos.	-	Este aire, ya despojado de las pequeñas partículas sólidas que arrastró, puede ser descargado a la atmósfera.
47	Finos.	2 Kg/h	Parte de los finos son arrastrados por el aire que entra al secador, por lo cual son retirados en el ciclón. Alrededor de un 1% del material secado es arrastrado por el aire.
48	Finos.	11 Kg/h	Un 5% de los residuos sólidos procesados se transforma en finos. Saliendo con la pulpa un 4% de ellos.
49	Pulpa para alimento de ganado.	181 Kg/h	Un 95% de los residuos se puede destinar a pulpa para alimento de ganado.
50	Alimento para ganado.	181 Kg/h	Esta corriente se lleva para su empaque en sacos.
51	Agua.	514 Kg/h	Este flujo de agua ingresa a las resinas de intercambio iónico, para disminuir su dureza.

52	Agua.	514 Kg/h	Agua sin dureza.
53	Vapor.	412 Kg/h	Vapor para la destilación de aceites esenciales. Corresponde al vapor que se condensa junto con los aceites esenciales, así como el que es absorbido por las cáscaras, y el vapor que se condensa en el alambique mientras este equipo alcanza la temperatura de la destilación.
54	Vapor.	102 Kg/h	Vapor destinado a la concentración del jugo en el evaporador. El vapor necesario por el equipo es de alrededor de 1 Kg por cada 4 Kg de agua evaporada.
55	Vapor gastado.	102 Kg/h	Vapor proveniente del proceso de concentración en el evaporador.
56	Agua	16 m ³ /h	Este flujo de agua es necesario para el lavado y desinfección de la fruta. El requerimiento está alrededor de 0,5 litros/fruta.
57	Agua clorada.	16 m ³ /h	Esta corriente corresponde a la corriente 56, una vez se le han adicionado 1,6 l/h de hipoclorito de sodio al 13% en volumen.
58	Agua con impurezas	14,4 m ³ /h	Este flujo se obtiene asumiendo una pérdida del 10%, debido al agua que arrastran las frutas.
59	Agua con impurezas	2,33 m ³ /h	Este flujo de salida del tanque debe ser igual al flujo de entrada, es decir a la suma de las corrientes 12 y 33.
60	Agua en tratamiento.	Alrededor de 18 m ³ /h	Esta agua proviene de un proceso de mezcla rápida en canaleta Parshall, donde se le ha adicionado floculante. Corresponde a la suma de las corrientes 58, 59, 65, 68 y 70.
61	Agua.	18 m ³ /h	Este flujo de agua ha salido de los procesos de floculación y sedimentación.
62	Cal.	-	Al agua se le debe adicionar cal para aumentar su pH. La cantidad de cal está determinada por el pH del agua a la salida del tratamiento.
63	Agua.	18 m ³ /h	Esta agua es recirculada al proceso de lavado de fruta.
64	Agua de enfriamiento.	-	Agua para condensar los vapores de la destilación de aceites esenciales. Su temperatura de entrada debe estar alrededor de 25 °C.

65	Agua de enfriamiento.	-	Esta agua corresponde a la corriente 64 a la salida de los condensadores.
66	Agua.	2 m ³ /h	Esta corriente de agua ayuda a arrastrar los aceites que se desprenden de la cáscara en el proceso de extracción del jugo.
67	Agua de enfriamiento.	-	Destinada para la condensación de los vapores que se desprenden en la concentración del jugo. Su temperatura de entrada debe estar alrededor de 25 °C.
68	Agua.	-	Corresponde a la corriente 67 a la salida del intercambiador.
69	Agua de enfriamiento.	-	Destinada al enfriamiento del jugo concentrado. Su temperatura de entrada debe estar alrededor de 25 °C.
70	Agua.	-	Corresponde a la corriente 69 a la salida del intercambiador.
71	Agua de reposición.	-	Esta agua se repone cada vez que se renueven el sistema de aguas grises.
72	Floculante (Sulfato de aluminio sólido, Tipo B)	0,36 Kg/h	Esta sustancia desestabilizará los iones, para que puedan formar partículas de mayor tamaño y sedimenten. Su concentración en el agua debe ser de 20 ppm (20 mg/l).
73	Cloro (Se puede reemplazar por hipoclorito de sodio)	-	El cloro se usa como desinfectante del agua.

ANEXO J. Especificaciones de los equipos requeridos por la planta

Tabla J.1. Especificaciones de equipos.

Equipo	Número	Capacidad o flujo de diseño.	Tipo de operación	Especificaciones adicionales	Material
PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE JUGO CONCENTRADO					
Tanque de recepción de materia prima	1	8 m ³ (4m x 2m x 1m)	Discontinua	El volumen es el necesario para recibir una descarga de hasta 2,5 Tm. Este equipo consistirá en una piscina enchapada, facilitando así su limpieza.	Construida con ladrillo, cemento y baldosa.
Silo	1	5 m ³	Continua	Con este volumen se logra almacenar el flujo de materia prima necesario para 1 h de proceso.	Acero inoxidable
Banda transportadora	1	1,5 Tm/h	Continua	Longitud de 10 m y ancho de 0,8 m. Con bandeja inferior para recolección del agua de lavado.	Acero inoxidable
Tanque de almacenamiento de hipoclorito de sodio.	1	60 litros (D = 0,35 m; h = 0,65 m)	Continua	Tiene la capacidad para almacenar el flujo de diseño necesario para 1 día de proceso, que es de 2 l/h.	Polietileno,
Seleccionador de fruta	1	(2m x 2m x 1m)	Continua	Separa 1,5 Tm/h de fruta en tamaño grande, mediano y pequeño, al hacer pasar la fruta por tres bandejas, cada una con perforaciones de menor tamaño.	Acero inoxidable
Extractores de jugo (Fmc in-line)	3	1,5 Tm/h (0,5 Tm/h cada uno)	Continua	Deben ser, cada uno, el correspondiente para fruta de tamaño grande, mediana y pequeña.	Acero inoxidable
Separador de fases líquidas	3	(D = h = 1m)	Continua	Logran separar un flujo de 2500 Kg/h de emulsión de agua y aceite esencial. Se diseñaron considerando la capacidad para separar el producto de una hora de proceso.	Acero inoxidable.
Filtro	1	696 Kg/h de jugo (alrededor de 682 litros/h)	Continua	Este filtro debe consistir en mallas consecutivas y removibles de acero inoxidable que retiren las partes más gruesas de sólidos que acompañan el jugo. Podrían usarse cuatro mallas consecutivas de 8, 20, 35 y 65 mesh, las cuales deben ser limpiadas continuamente por un operario, por medio de una rasqueta. El área de las mallas debe ser de 50 cm x 50 cm.	Acero inoxidable
Tanques de refrigeración de aceites esenciales	3	750 l cada tanque (D = 0,8 m; h = 1,5 m)	Continua	Cada uno de estos tanques se emplearía para la recolección de la producción mensual de cada tipo de aceite obtenido en la extracción del jugo, cuyo flujo de diseño es de 580 g/h (aprox. 0,69 l/h)	Acero inoxidable

Tanques de desaireación.	4	275 l cada tanque (D= 1m, h=0,35m)	Discontinua	Deben operar en forma discontinua, de tal manera que mientras ocurre la desaireación en un tanque, el otro esté descargando el jugo ya desaireado y el otro se esté cargando con jugo fresco. El proceso de desaireación tiene una duración promedio de 15 minutos. El flujo de entrada del jugo, así como el de descarga luego, es de 632 Kg/h (aprox. 620 l/h). Se debe contar con un tanque de reposición. Estos tanques son de gran diámetro y poca altura, para facilitar la desaireación.	Acero inoxidable
Bomba de vacío	4	-	Discontinua	Crea un vacío de 26 a 29 inHg. Se debe contar con una bomba de reposición.	
Pasteurizador de placas	1	632 Kg/h de jugo (aprox. 620 l/h)	Continua	Pasteurizador SIGMA-THERM de placas "Serie-2". Tiene un sistema de pasteurización a alta temperatura en breve tiempo (HTST).	Acero inoxidable
Evaporador TASTE	1	587 Kg/h de jugo (aprox. 575 l/h)	Continua	El Thermally Accelerated Short Time Evaporator (TASTE) pertenece a la clase de evaporadores de película descendente y además emplea hasta 8 efectos, reduciendo notablemente el consumo de vapor. El evaporador cotizado emplea 4 efectos (4 Effect Falling Film Thermal Evaporator) y tiene capacidad para evaporar hasta 1650 lb/h de agua.	Acero inoxidable
Intercambiador de tubos y carcaza.	1	Flujo de vapor a condensar de 506 Kg/h.	Continua	-	Acero inoxidable.
Intercambiador de placas	1	Debe enfriar un flujo de jugo concentrado de 81 Kg/h (aprox. 67,5 l/h) a 43°C.	Continua	Intercambiador SIGMA-THERM.	Acero inoxidable
Tanque mezclador.	1	200 l (D = 0,5m ; h = 1 m)	Continua	Consiste en un tanque con un agitador que gira a velocidades de 50 a 80 rpm. El flujo de jugo es de 135 Kg/h (aprox. 117 l/h)	Acero inoxidable
Unidad empacadora (llenadora)	1	135 Kg/h (aprox. 117 l/h)	Continua	Dado que el jugo se debe envasar en tambores de 55 galones, la máquina tardará más de una hora en llenar cada tambor. Consistirá en una balanza electrónica, con alarma e impresora de tara, peso neto, peso bruto, lote, fecha y hora. La válvula de llenado será manual.	Acero inoxidable.

PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE ACEITES ESENCIALES DESTILADOS					
Cortadora de cuchillas.	1	247 Kg/h de cáscaras	Continua	Debe cortar las cáscaras hasta un tamaño aproximado de 1 cm ² de superficie. El equipo cotizado tiene dos cuchillas, con motor de 1 ½ hp. (Penagos N° 7)	-
Silo de almacenamiento	1	2 m ³ (D = 1,3 m; h = 2 m)	Continua	Al silo ingresan 247 Kg/h de cáscaras cortadas y las distribuye alternadamente a cada alambique.	Acero inoxidable
Alambiques	8	1,6 m ³ cada alambique (D = 1m; h = 2m)	Discontinuo	Los alambiques funcionan en forma paralela, pero con un desfase de 48 minutos en su funcionamiento. Cada uno realiza 5 cochadas al día, de 4.8 h cada una. El tiempo en la destilación es de 4h y en la descarga limpieza y carga son 48 min.	Acero inoxidable
Intercambiadores de calor	8	Flujo de vapor a condensar de 63 Kg/h, con temperatura de 96°C, en cada intercambiador.	Discontinuo	Consiste en intercambiadores de tubos y carcasa.	Acero inoxidable
Separadores de fases líquidas.	8		Discontinuo	El flujo de entrada es de 63 Kg/h, separando una corriente de aceite de 261 g/h y otra de agua de 62,7 Kg/h.	Acero inoxidable
Tanques de almacenamiento refrigerado.	3	2 m ³ cada tanque (Tanques herméticos)	Discontinuo	Cada tanque almacena un tipo de aceite esencial. El flujo de ingreso es de 2,1 Kg/h (proveniente de los 8 equipos de destilación), es decir, 41,8 Kg/día. Este almacenamiento debe ser a temperaturas de 0 a 5°C, para producir la sedimentación de las ceras. Con este volumen tiene la capacidad de almacenar la producción de un mes.	Acero inoxidable
Unidad de empaque.	1	-	Discontinua	El aceite debe ser empacado sólo al momento de ser vendido. Los recipientes son de vidrio oscuro con capacidades de 1, 2 y 5 galones, o para ventas de mayor volumen se pueden usar tambores metálicos de 55 gal. Por estas razones, el empaque se haría directamente del tanque de almacenamiento, acondicionándole a éste una válvula de salida a una altura tal, que impida el paso de las ceras sedimentadas.	-

PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE ALIMENTO PARA GANADO					
Cortadora de cuchillas	1	29,6 Kg/h de frutas no aptas para el proceso.	Continua	Debe cortar las frutas hasta un tamaño aproximado de 1 cm ² de superficie. El equipo cotizado tiene 2 cuchillas, con motor de 1 ½ hp.	Acero al carbón.
Silo de almacenamiento	1	1,5 m ³ (D = 1,2 m; h = 1,75 m)	Continua	Ese tanque sirve para garantizar la operación continua en el secador rotatorio. El flujo de entrada de residuos es de 875 Kg/h aproximadamente.	Acero al carbón.
Secador rotatorio**	1	Ingresan 875 Kg/h de residuos con humedad de 70-85%. Dimensiones de 2 ft de diámetro y 15 ft de largo.	Continua	El secador debe llevar la humedad a un valor inferior al 10%. Este secador tiene adicionalmente acondicionados un quemador de gas para el calentamiento del aire, un ventilador en el extremo de salida, unidad motriz, recolector de producto, ducto y recolector de polvos. El flujo es paralelo.	Acero al carbono.
Ciclón	1	D _c = 0,35 m, las demás dimensiones se calculan a partir de este diámetro.	Continua	Recibe 240 Kg/h de material secado. Este equipo debe separar los finos de la pulpa, que corresponde aproximadamente a un 95% del material secado, en virtud de su tamaño.	Acero al carbón.
Silo de almacenamiento	1	1 m ³ (D= 1m; h= 1,5 m)	Continua	Este silo debe almacenar un flujo de pulpa de 228 Kg/h mientras se empaqa.	Acero al carbón.
Unidad empacadora.	1	228 Kg/h de pulpa. (aprox. 6 sacos por hora).		La pulpa se empaqa en sacos con capacidad de 40 Kg. Esta operación puede ser llevada a cabo por un operario, quien puede ir llenando cada saco directamente desde el silo de alimentación, sobre una báscula y, posteriormente, sellar el saco con una cosedora.	-
SERVICIOS AUXILIARES					
Resinas de intercambio iónico.	2	642 Kg/h de agua (642 l/h) (D = 0,3 m; h = 1,2 m)	Continua	Una resina debe ser de intercambio iónico y la otra de catiónico. La resina para intercambio catiónico contiene grupos de enlace de ácido sulfónico. La resina aniónica contiene grupos de amonio cuaternario.	-
Bomba centrífuga	1	Flujo de 642 l/h de agua	Continua	Esta bomba debe impulsar el agua desde una resina a la otra. Sus especificaciones son: impulsor cerrado de 3 in, motor de ¼ hp y velocidad de 500 rpm.	-
Caldera pirotubular	1	Debe generar 642 Kg/h de vapor	Continua		

TRATAMIENTO DEL AGUA					
Tanque de almacenamiento de agua de proceso.	1	100 m ³ (10m x 5m x 2m)	Continua	Debe contener el agua suficiente para abastecer el proceso, ante cualquier eventualidad.	Concreto impermeabilizado.
Mallas filtrantes	1	Capacidad para tratar 22 m ³ /h de agua.	Continua	Este proceso es construido totalmente, instalado y entregado en funcionamiento, de acuerdo a las necesidades de la planta.	-
Canaleta de Mezcla Rápida	1				
Tanque de floculación	1				
Tanque de sedimentación	1				
Filtro de arena	1				

* Los equipos que aparecen sombreados fueron diseñados y sus cálculos se pueden ver en el Anexo K.

** Las dimensiones del secador rotatorio fueron estimadas de acuerdo a las especificaciones reportadas en el Manual el Ingeniero Químico de Perry, y el catálogo de productos de Warwick Equipment Company y Westpro Company.

ANEXO K. Diseño de equipos

K.1. DESTILADORES (ALAMBIQUES)

Los recipientes de destilación son aparatos cilíndricos, de altura algo mayor que el diámetro, y llevan en el fondo unos tubos perforados para la entrada de vapor. Encima de estos tubos se encuentra una plancha, también perforada, sobre la cual se carga el material a destilar. Otros aparatos más perfectos permiten introducir cestas cargadas con la materia para poderlas intercambiar después de la destilación con otras cargadas de materia fresca. En cambio, otros recipientes están contruidos sobre soportes basculantes para facilitar la descarga. El alambique se construye en diversos materiales cuyo espesor es variable según el trabajo, pero es preferible que sea de acero inoxidable.

Debajo de la parrilla o criba, se encuentra el tubo de entrada de vapor, cuidando que entre el fondo y el tubo la distancia sea lo suficientemente grande, como para que se produzca aquí la condensación de agua. La distribución del vapor se asegura por la disposición en espiral o en cruz, de la prolongación del tubo alimentador que tiene también, una serie de agujeros chicos en la parte superior y a lo largo del mismo, dándole así uniformidad a la distribución. En el fondo del alambique, hay una válvula de drenaje de capacidad suficiente como para permitir que cualquier cantidad de agua que se condense dentro de la carga y gotee hacia el fondo, pueda ser extraída durante la destilación.

Un alambique bien construido debe ser hermético; para esto deberá cuidarse el ajuste de las juntas y el cierre de la tapa. La carga de material no debe estar comprimida; para obtener los mejores resultados se pueden hacer separaciones, por medio de patas, de las cargas que estén más abajo. El objeto principal es buscar que el vapor atravesase correctamente la masa vegetal y que no se deslice por las paredes del alambique, debido a que el vapor se difunde por los lugares

que le oponen menos resistencia. El empleo de cestos ayuda a la carga y descarga del material, sobre todo en alambiques grandes.

Las cabezas de los destiladores llevan un borde liso con tornillos para unirlos con el recipiente cilíndrico, o están provistas de una pestaña que entra en otra doble del destilador que está llena de agua, con el fin de conseguir un cierre hidráulico. Los tubos de conexión deben ser amplios y de acuerdo a la rapidez de destilación, más grande cuanto más veloz sea ésta.

La forma del recipiente debe permitir que la carga pueda mantenerse baja, evitando de esta manera la presión causada por el peso de una carga que obstruya el paso del vapor hacia la superficie. Con esto se asegura una rápida destilación y un mayor rendimiento en la producción.

Estos criterios de forma y dimensiones del recipiente destilador varían cuando se piensa en la utilización de una fuente de calentamiento, como es la inyección de vapor directamente a la carga, dado que esto disminuye el tiempo de destilación y se obtiene un alto rendimiento y calidad del aceite.

Se ha encontrado que la forma ideal que proporciona una mayor capacidad de almacenamiento y un menor consumo de materia prima es aquella cuya altura es igual a dos veces el diámetro del cilindro.

De esta manera, para facilitar la descarga de los destiladores en la planta, éstos deben tener soportes basculantes, por lo cual la cabeza de los destiladores debe tener un mecanismo que facilite su remoción.

K.1.1 Cálculos de diseño

El cálculo del volumen de cada destilador se realizó a partir de la cantidad de cáscaras producidas por la planta. Adicionalmente, a partir de resultados

experimentales previos y de datos en la literatura, se encontró que el tiempo de destilación puede estar entre tres y cuatro horas, requiriendo adicionalmente alrededor de 45 minutos a 1 hora para estabilizarse, es decir, alcanzando la temperatura de saturación del vapor. Cuanto más prolongada sea la destilación, mayor es el rendimiento obtenido. Asimismo, algunos autores⁽²⁾ han reportado que a medida que se incrementa el rendimiento, aumentan los valores de gravedad específica, residuo de evaporación e índice de refracción, pero los valores de rotación óptica disminuyen. Esto se debe a que se extraen los componentes de alto punto de ebullición y alto peso molecular y consecuentemente se reduce el porcentaje de d-limoneno, el cual es el componente ópticamente más activo.

El punto final de la destilación, y de aquí su composición química, está determinada por el rendimiento y el costo de operación. De aquí que se debe decidir si vale la pena consumir más energía para obtener una cantidad relativamente pequeña de compuestos de alto punto de ebullición, sin favorecer, de paso, la degradación de algunos compuestos sensorialmente valiosos del aceite.

Por esta razón se tomó para el diseño un tiempo prudencial de 4h para la destilación, las cuales incluyen el tiempo de estabilización. Dado que la planta debe estar en capacidad de procesar 12961,25 Tm/año de frutas, el flujo de cáscaras producido sería de 2159,34 Tm/año (5,916 Tm/día). Para realizar 5 cochadas por día, cada una debe tener una duración de 4.8 h, donde las 0.8 h (48 minutos) restantes son para las operaciones de descarga, limpieza y carga de cada alambique.

Durante el tiempo de estabilización la carga calorífica del vapor se convierte en el calor sensible necesario para elevar la temperatura de las cáscaras, que se encuentran a temperatura ambiente, hasta la temperatura de saturación del vapor, en este caso 96 °C. Durante este tiempo se condensa la mayor parte del vapor

que ingresa. Parte de esta humedad es absorbida por las cáscaras, disminuyendo de esta forma su altura dentro del destilador, dado que el peso adicional hace que se compacten más, aumentando su densidad aparente. La otra parte del agua que se condensa se va al fondo del destilador, por esta razón el equipo debe contar con una plancha perforada que sostenga las cáscaras, de modo tal que no queden sumergidas dentro de esta agua y evitar así la hidrólisis de los aceites.

De esta manera, cuando el vapor ingresa al destilador debe burbujear sobre el agua que ha condensado, favoreciendo la producción de un vapor húmedo, que evita la degradación térmica de los aceites, la cual sí se produciría por el ingreso de un vapor vivo a alta temperatura.

La hidrólisis de los aceites son reacciones que ocurren en presencia de agua, y particularmente a temperaturas elevadas, donde los ésteres tienden a reaccionar con el agua para formar los respectivos ácidos derivados y los alcoholes. Estas reacciones son incompletas en ambas direcciones; sólo una parte del éster reacciona; de tal forma que cuando se alcanza el equilibrio en el sistema hay presencia de: ésteres, agua, alcoholes, y ácidos. Como resultado de la hidrólisis disminuye notablemente el rendimiento de aceite esencial durante la destilación, por esta razón se debe evitar.

De acuerdo a los cálculos realizados se llegó a la conclusión de que se requieren 8 destiladores, cada uno con una capacidad de 1.28 m^3 , como se muestra en los siguientes cálculos.

K.1.1.1 Volumen del destilador

Teniendo en cuenta que por cada 100 Kg de fruta fresca se obtienen 17 Kg de cáscaras, y que éstas tienen una densidad aparente de 165 Kg/m^3 (obtenida experimentalmente), se obtuvo el siguiente volumen de carga por cochada:

$$Volumen = 12961.25 \frac{\text{tonfruta}}{\text{año}} * \frac{1000\text{Kg}}{1\text{ton}} * \frac{98\text{Kgseleccionada}}{100\text{Kg}} * \frac{17\text{Kgcáscaras}}{100\text{Kgfruta}} * \frac{1\text{año}}{365\text{días}} * \frac{1\text{día}}{5\text{cochadas}} * \frac{1\text{m}^3}{165\text{Kg}}$$

$$Volumen = 7,17 \frac{\text{m}^3 \text{ cáscaras}}{\text{cochada}}$$

Con el fin de obtener un volumen no muy grande para cada destilador, ya que esto acarrea un mal funcionamiento y bajos rendimientos de extracción por la alta caída de presión del vapor al atravesar el lecho de cáscaras, se decidió que la batería de destilación tendría 8 destiladores funcionando paralelamente.

Si adicionalmente tenemos en cuenta que las cáscaras deben ocupar alrededor de un 70% del volumen total del destilador o un porcentaje menor, evitando de esta manera la presión causada por el peso de una carga que obstruya el paso del vapor hacia la superficie; entonces, el volumen de cada destilador es el siguiente:

$$Volumen = 7,17 \frac{\text{m}^3 \text{ cáscaras}}{\text{cochada}} * \frac{1\text{cochada}}{8\text{destiladores}} * \frac{100\text{m}^3}{70\text{m}^3 \text{ cáscaras}}$$

$$Volumen = 1,28\text{m}^3$$

Como se dijo anteriormente, el destilador debe tener una altura igual al doble del diámetro, siendo éste el siguiente:

$$Volumen = 1,28\text{m}^3 = (2 * D) * \frac{\pi}{4} * D^2$$

$$D = 0,934\text{m}$$

Por esta razón se usará un D= 1 m obteniendo un volumen de V = 1,6 m³.

K.1.1.2 Cálculos para el análisis de esfuerzos en el destilador

- **Esfuerzo longitudinal.** El esfuerzo longitudinal está representado por la siguiente ecuación:

$$S_L = \frac{P * D}{2 * t_b}$$

Donde:

P = Presión

D = Diámetro interno del recipiente

t_b = Espesor de la base

Calculando la presión se tiene:

$$P = F/A_{\text{base}}$$

$$m = \rho * V$$

$$V = h * A_{\text{base}}$$

$$A_{\text{base}} = (\pi * D^2)/4$$

Las cáscaras ocupan el siguiente volumen en el destilador:

$$\text{Volumen} = 7,17 \frac{m^3 \text{ cáscaras}}{\text{cochada}} * \frac{1 \text{ cochada}}{8 \text{ destiladores}}$$

$$\text{Volumen} = 0,896 m^3$$

La respectiva masa es la siguiente:

$$m = \rho * \text{Volumen}$$

$$m = \left(165 \frac{Kg}{m^3} \right) * 0,896 m^3$$

$$m = 147,9 Kg$$

El peso de estas cáscaras se calcula multiplicando su masa por la aceleración de la gravedad:

$$w = m * g = 147,9Kg * 9.8m / s^2$$

$$w = 1449,4N$$

La presión se calcula como el peso de estas cáscaras dividido por el área de la base del destilador:

$$A_{base} = \frac{\pi}{4} * D^2 = \frac{\pi}{4} * (1m)^2 = 0.7854m^2$$

$$P = \frac{w}{A_{base}} = \frac{1449,4N}{0.7854m^2} = 1845,5Pa$$

Ahora, calculando el espesor crítico de la base se tiene:

$$t_c = \frac{P * D}{2 * S_L}$$

Donde:

$$P = 1845,5 Pa \quad D = 1 m$$

$S_L = 531862.74 N/m^2$ (Esfuerzo longitudinal leído en tablas de la Sandvik, de acuerdo al material seleccionado)

Reemplazando:

$$t_c = \frac{1845,5Pa * 1m}{2 * 531862.74Pa} = 1,73 * 10^{-3} m$$

Ahora, calculando el espesor de la base con factor de seguridad, se tiene:

El factor de seguridad está definido por:

$$F_s = \frac{t_s}{t_c}$$

Donde:

Fs = Factor de seguridad

ts = Espesor seleccionado (mínimo) para la base del destilador

tc = Espesor crítico calculado para la base del destilador

Para diseñar el espesor de la base se tomó un factor de seguridad de 2.

Despejando ts tenemos:

$$ts = Fs * tc = 2 * 1.73 * 10^{-3} m$$

$$ts = 3,47 * 10^{-3} m$$

De acuerdo a estos resultados se puede utilizar una lámina con espesor de 4 mm o cercano a este valor.

- **Esfuerzo tangente.** El esfuerzo tangente distribuido uniformemente en el espesor de las paredes del recipiente es representado por la siguiente ecuación:

$$S_T = \frac{P * D}{4 * t_p}$$

Donde:

P = Presión interna

D = Diámetro interno del recipiente

tp = Espesor de la pared

ST = Esfuerzo tangente

Calculando el espesor de las paredes del recipiente se tiene:

$$t_{cp} = \frac{P * D}{4 * S_T}$$

El esfuerzo tangencial del material es el mismo esfuerzo longitudinal dado anteriormente, así como también la presión es la misma.

Hay que tener en cuenta que el destilador puede alcanzar una presión interior igual a la presión de saturación del vapor a 96 °C, esta es 87719.24 Pa.

Reemplazando obtenemos:

$$t_{cp} = \frac{1845,5Pa * 1m}{4 * 531862.74Pa} = 8,67 * 10^{-4} m$$

Ahora, calculando el espesor de la pared del recipiente con factor de seguridad, usando la misma ecuación del factor de seguridad, y usando un factor de seguridad de dos, se tiene el siguiente espesor:

$$tp = Fs * tcp = 2 * 8,67 * 10^{-4} m$$
$$tp = 1.73 * 10^{-3} m$$

Con el fin de disminuir costos se puede emplear el mismo tipo de lámina empleado para la base del destilador, con un espesor cercano a 4 mm.

K.2. SEPARADORES DE FASES LÍQUIDAS DEL PROCESO DE DESTILACIÓN.

Los separadores (llamados también recipientes florentinos) que recogen el destilado tienen una entrada para la mezcla de agua y aceite que llega, poco o más o menos, hasta la mitad del recipiente. Unas salidas laterales, según la naturaleza del aceite que se está destilando, permiten que éste salga por arriba o por debajo del separador de acuerdo con el peso específico; en este caso como el aceite es menos denso saldrá por arriba.

Este recipiente puede ser cilíndrico o rectangular y su forma se asemeja al de una botella de cuello estrecho. Se recomienda para este tipo de planta una capacidad

superior a 40 litros y fabricado de un material inerte a la mezcla de agua-aceite, para evitar coloraciones indeseables y contaminaciones.

En ocasiones, el agua que sale de los separadores se utiliza para alimentar el generador de vapor, a fin de evitar la pérdida de sustancias solubles (proceso que se llama cohobatación). Al redestilar esta agua y saturarla con sal común, se recupera la mayor parte del aceite esencial con las primeras porciones del volumen total que pasan al condensador. Para el caso de esta planta no se realizará tal cohobatación , dado que el vapor alimentado al destilador proviene de una caldera, y a este dispositivo no se debe alimentar agua dura, para evitar incrustaciones y accidentes.

K.2.1 Cálculos de diseño

Este equipo es un separador continuo de fases líquidas.

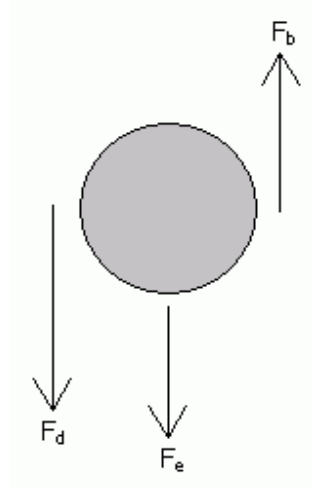
K.2.1.1 Cálculo de la velocidad de ascenso de una gota esférica de aceite esencial cítrico a través de un volumen de agua

Este cálculo se hace con el fin de determinar “teóricamente” si la velocidad de ascenso de una gota de aceite esencial dentro del separador lleno con agua, es rápida o lenta.

Asumiendo que: La gota de aceite se desplaza dentro de un recipiente amplio, es decir que no va a chocar contra sus paredes; que no es afectada por la presencia de gotas vecinas y que la gota se comporta como una partícula sólida en el sentido de que no es porosa y no permite el paso de una cantidad apreciable de agua hacia su interior, dado que el espacio que va a recorrer se supone que no es excesivamente amplio, se procede a hacer un análisis de fuerzas sobre la gota.

$$\sum F_V = F_e + F_D - F_b$$

Figura K.1. Fuerzas que actúan sobre una gota de aceite.



Donde:

F_e = Fuerza externa, gravedad

F_b = Fuerza de flotación

F_D = Fuerza de frotamiento o arrastre

Tenemos:

$$0 = m * g + \frac{C_D * A_p * \rho_F * v^2}{2} - \frac{m \rho_F}{\rho_b} * g$$

Con:

m = masa de la gota, Kg.

C_D = Coeficiente adimensional de frotamiento

A_p = Área proyectada de la gota esférica, m^2

v_T = Velocidad Terminal de la gota esférica, m/s

Adicionalmente se tiene:

$$v_T = \frac{D_b^2 * g * (\rho_F - \rho_b)}{18 * \mu}$$

Con:

D_b = Diámetro de la gota esférica, m

g = aceleración de la gravedad, m/s^2

ρ_F = Densidad del fluido envolvente, Kg/m^3

ρ_b = Densidad de la gota, Kg/m^3

Se hace necesario evaluar K mediante la siguiente ecuación para tener un criterio que permita determinar si la gota se mueve en flujo laminar.

$$K = D_b * \left[\frac{g * \rho_F}{\mu^2} \right]^{1/3}$$

Donde:

$D_b = 1/8$ pulg = $3.175 * 10^{-3}$ m

$g = 9.8$ m/s^2

$\rho_F = 1000$ kg/m^3

$\rho_b = 840$ kg/m^3

μ_F = (viscosidad del agua) = $0.92 * 10^{-3}$ $kg/m*s$

Reemplazando:

$K = 3.02$

Dado que K calculado es menor de 3.3 se puede aplicar la ecuación para v_T , obteniendo:

$$V_T \approx 0.954 m/s$$

Esto da una idea, de que la velocidad de ascenso de la gota de aceite es rápida.

K.2.1.2 Cálculo del volumen del separador líquido – líquido

Este es un separador continuo de fases líquidas, que debe estar provisto de rebosaderos lo suficientemente grandes para despreciar la resistencia de fricción del aceite esencial y del agua.

Con el fin de que la descarga se haga a la misma presión que existe en el espacio gaseoso sobre el líquido, se deja abierto el separador a la atmósfera.

La relación aceite/agua obtenida en laboratorio para el método de destilación con vapor directo es: 1Kg aceite : 240 l de agua, como la densidad del aceite es de 840 Kg/m³, esta relación es de 1.19 l de aceite : 240 l de agua.

Ahora, la rata de destilación se puede calcular de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Aceite} &= 12961,25 \frac{\text{Tm fruta}}{\text{año}} * \frac{1000\text{Kg}}{1\text{Tm}} * \frac{98\text{Kgseleccionados}}{100\text{Kg}} * \frac{0.12\text{Kgaceite}}{100\text{Kgfruta}} * \frac{1\text{año}}{365\text{días}} \\ &* \frac{1\text{día}}{5\text{cochadas}} * \frac{1\text{cochada}}{4\text{horas}} * \frac{1}{8\text{destiladores}} \\ \text{Aceite} &= 0.261 \frac{\text{Kg}}{h * \text{destilador}} \end{aligned}$$

Flujo de aguas de destilación:

$$\text{Flujo agua destilación} = \frac{240\text{l agua}}{1\text{Kg aceite}} * 0.261 \frac{\text{Kg}}{h * \text{destilador}}$$

$$\text{Flujo agua destilación} = 62.64 \frac{\text{l}}{h * \text{destilador}}$$

dado que la operación de destilación tarda 4 horas, la cantidad total de líquido en el separador sería:

$$\text{Volumen aceite} = 0.261 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} * 4\text{h} * \frac{1\text{m}^3}{840\text{Kg}} = 1.24 * 10^{-3} \text{m}^3$$

$$\text{Volumen agua destilación} = 62.64 \frac{\text{l}}{\text{s}} * 4\text{h} * \frac{1\text{m}^3}{1000\text{l}} = 0.251\text{m}^3$$

Entonces el volumen total es:

$$V_{T1} = 1.24 * 10^{-3} \text{m}^3 + 0.251\text{m}^3 = 0.252\text{m}^3$$

Se debe considerar un volumen adicional, para evitar que el contenido del separador se rebose, ya que éste está abierto a la atmósfera.

Este volumen se toma como el 10% (McCabe y Smith) respecto al volumen que ocupa el líquido. En realidad, en términos prácticos, este volumen adicional puede ser mayor según los requerimientos de la construcción propiamente dicha y no afecta en nada el desarrollo de la separación de las gotas de aceite esencial.

Entonces el tamaño del tanque sería:

$$V_{Total} = 1.1 * 0.252\text{m}^3 = 0.277\text{m}^3$$

La altura del tanque puede ser igual a su diámetro:

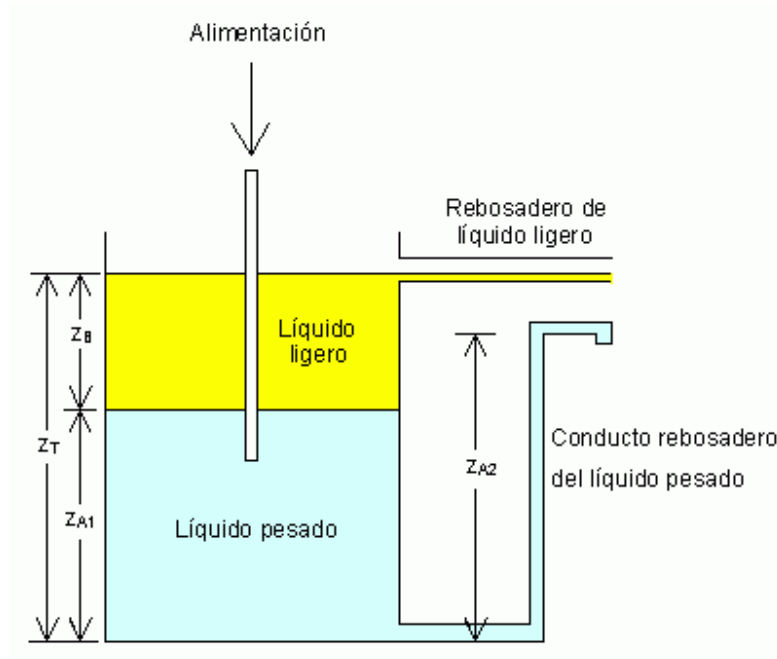
$$V_{Total} = 0.277\text{m}^3 = h * \frac{\pi * D^2}{4}$$

Como $h = D$

$$D = h = 0.706 \text{ m}$$

Debido a que la resistencia de fricción al flujo es despreciable en las conducciones de descarga (tubos de acero inoxidable, $\phi = 3/8$ pulg), la columna de agua en el drenaje, z_{A2} , tiene que equilibrar a la altura, ligeramente superior, z_T .

Figura K.2. Separador de fases líquidas



Haciendo un balance de presiones se obtiene:

$$z_B * \rho_B + z_{A1} * \rho_A = z_{A2} * \rho_A$$

Donde:

z_B = Espesor de la capa de aceite esencial

ρ_B = Densidad del aceite esencial

z_{A1} = Altura de la capa de agua

ρ_A = Densidad del agua

z_{A2} = Altura de la columna de agua en el rebosadero

Despejando z_{A2} se obtiene:

$$z_{A2} = z_{A1} + \frac{(z_T - z_{A1}) * \rho_B}{\rho_A}$$

La altura del líquido, z_T , en el tanque es:

$$z_T = \frac{V_{T1}}{\frac{\pi}{4} * D^2}$$

$$z_T = \frac{0.252m^3}{\frac{\pi}{4} * (0.706m)^2} = 0.642m$$

Suponiendo que la interfase se encuentra a 3mm de la superficie del líquido:

$$z_{A1} = z_T - 0.003 \text{ m} = 0.639 \text{ m}$$

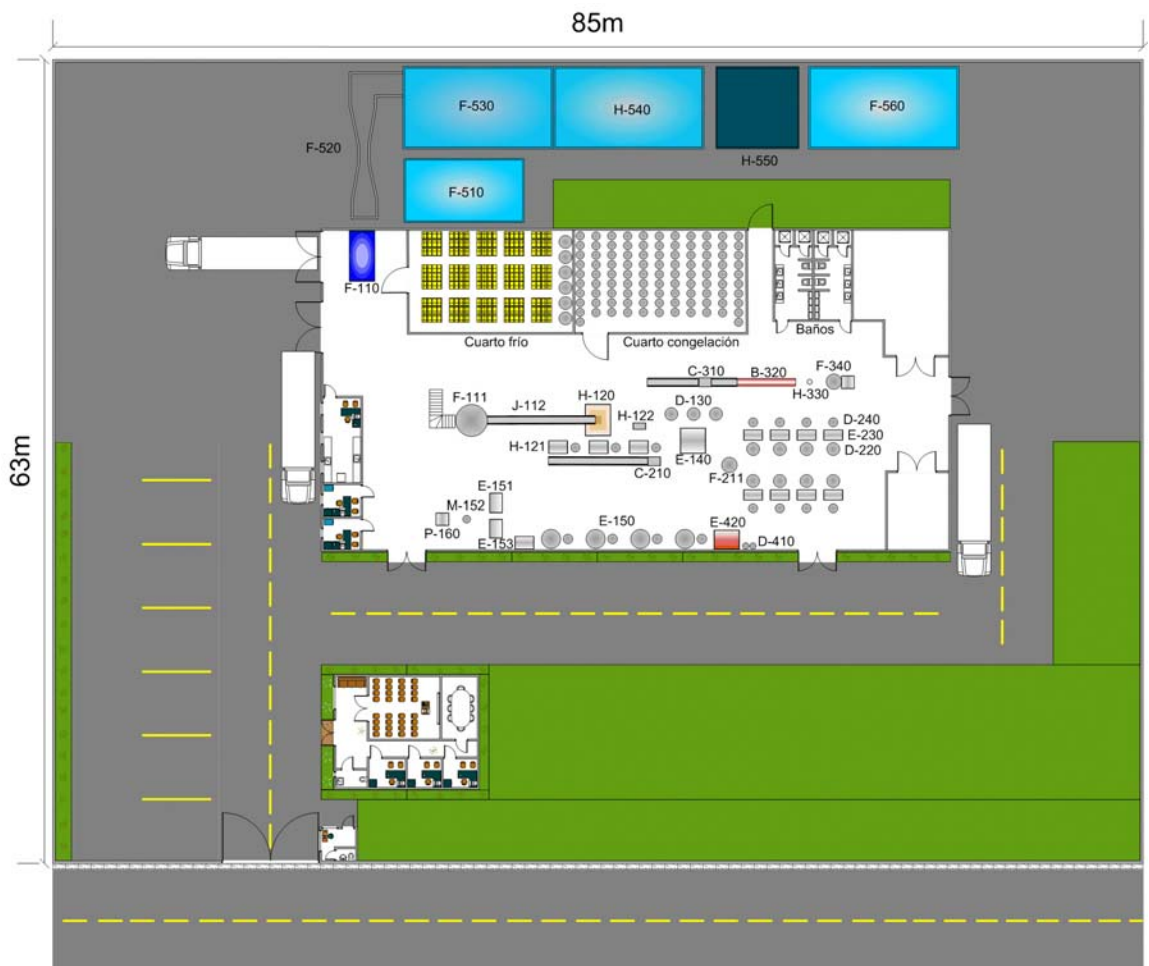
Reemplazando valores para obtener z_{A2} (altura del rebosadero para el agua):

$$z_{A2} = 0.639m + \frac{(0.642 - 0.639) * 840Kg / m^3}{1000Kg / m^3} = 0.642m$$

La parte superior es frecuentemente móvil, de forma que puede ajustarse durante la operación, para obtener la separación óptima.

ANEXO L. Diagrama de distribución en planta

Figura L.1. Distribución en planta.



La ubicación de los equipos se hizo buscando disminuir las distancias en los procesos que requieren traslado de materiales de una sección a otra. También se evitó la cercanía de los procesos que operan a alta temperatura, con el cuarto frío y el cuarto de congelación.

ANEXO M. Estructura Administrativa y Operativa

M.1 Asamblea General. La asamblea general será la suprema autoridad de la planta. Sus acuerdos serán obligatorios para la totalidad de los socios de la misma, siempre que se hayan adoptado en conformidad con las normas legales reglamentarias y estatutarias.

Las funciones de la asamblea general son:

- Establecer las políticas para el logro del objeto social.
- Reformar los estatutos.
- Examinar los informes de los órganos de administración, vigilancia y control.
- Aprobar o improbar los estados financieros.
- Aplicar los excedentes.
- Fijar los aportes extraordinarios.
- Elegir los miembros del consejo de administración, junta de vigilancia y comité de apelaciones.
- Elegir al revisor fiscal, su suplente y fijarle honorarios.
- Conocer de las actuaciones y responsabilidades de los órganos de administración, vigilancia y control.
- Disolver y ordenar la liquidación de la planta.
- Determinar el valor de las sanciones por no asistencia de los asociados a las asambleas generales.
- Las demás que señalen los estatutos.

M.2 Consejo de administración. Los miembros del consejo deben sesionar por lo menos una vez al mes en forma ordinaria, y extraordinaria cuando las circunstancias lo exijan.

El consejo de administración estará integrado por socios hábiles en un número no inferior a 3 ni superior a 5, elegidos por la asamblea general. El consejo será órgano de dirección y administración de la planta, sujeto a la asamblea general, cuyos mandatos se ejecutarán. Sus atribuciones serán precisadas en los

estatutos. El consejo de administración elegirá un gerente que será el ejecutor de las disposiciones y acuerdos del consejo y tendrá la representación legal de la planta. La órbita de acción y la naturaleza de la acción será precisada en los estatutos.

Las funciones del consejo de administración serán las siguientes:

- Nombrar sus propios dignatarios.
- Dictar sus propios reglamentos y los que considere convenientes.
- Hacer cumplir la ley, los reglamentos y los estatutos.
- Diseñar las políticas de la empresa, para el objeto social.
- Mantener un plan de desarrollo permanente.
- Aprobar la estructura administrativa, la planta de personal y salarios.
- Nombrar y remover al gerente, así como adoptar políticas contables.
- Estudiar y aprobar el presupuesto de la planta.
- Establecer las pólizas de manejo del gerente, tesorero y otros.
- Decidir sobre el ingreso, retiro, sanciones, suspensiones o exclusiones.
- Convocar a asamblea general de asociados.
- Examinar los informes de la gerencia, revisoría fiscal y junta de vigilancia.
- Suspender parcial o definitivamente a los consejeros.

M.3 Junta de vigilancia. La junta de vigilancia estará integrada por dos socios hábiles, con sus suplentes personales, elegidos por la asamblea general. Tendrá a su cargo el correcto funcionamiento y la eficiente administración de la planta.

La revisión fiscal y contable, estará a cargo de un auditor que debe ser contador público a juramentado, dado que el patrimonio de la planta excede los \$150'000.000.

Se estima conveniente que la estructura administrativa y operativa de la empresa sea lineal por departamentos, ya que éste es un sistema sencillo que se puede

expandir y contraer rápidamente; en el cual al delegar autoridad y responsabilidad se genera la creación de jefes altamente competentes y con iniciativa.

M.4 Departamentos. La estructura organizacional estará comprendida por los diferentes departamentos de producción, de mercados, de finanzas, de mantenimiento y servicios técnicos y de recursos humanos. Estos departamentos comprenderán un área precisa, en la cual se desarrollan actividades específicas, bajo el mando de un jefe o ejecutivo.

Los departamentos con sus organizaciones y responsabilidades principales son los siguientes:

M.4.1 Departamento de producción. Será el departamento encargado de llevar a cabo la planeación y el control de la producción. Esto incluye labores específicas como control de procesos, control de calidad, estudio e implementación de programas de producción, labores de control de existencias y planeación de personal.

M.4.2 Departamento de mercados. Estará encargado de las compras de materias primas y de las ventas de los productos, por esta razón estará bajo la supervisión directa del gerente.

Es responsabilidad de este departamento mantener los inventarios suficientes de materias primas, así como una revisión permanente del estado en el que se encuentra el mercado de las frutas y la situación de los productores que suministran la materia prima a la planta. Asimismo, debe encargarse de llevar a cabo una revisión periódica de los contratos de suministros de frutas, en lo relacionado con cantidad, calidad, variedad, tiempo de entrega y precios.

También le corresponde todo lo relacionado con la administración del mercadeo y las ventas. Esto implica un proceso administrativo con el propósito de analizar, planear, ejecutar y controlar programas destinados a producir intercambio con los clientes a nivel nacional como internacional, que sean convenientes, a fin de obtener mayores beneficios.

Este departamento debe disponer de agilidad en los canales de comunicación con el departamento de producción, con el propósito de planear la forma como se suministrará la materia prima, para satisfacer los diferentes pedidos que se pueden presentar. Por esta razón, será el encargado de garantizar el buen funcionamiento del cuarto frío y de la unidad de congelación.

M.4.3 Departamento de finanzas. Su principal objetivo es el de determinar los costos reales de fabricación, así como el planteamiento de parámetros para la fijación de precios, base fundamental en el proceso de toma de decisiones.

Además tiene a su cargo el movimiento contable de la empresa y participa directamente en la consecución de permisos, licencias, contratos y otros aspectos de carácter legal.

M.4.4 Departamento de mantenimiento y de servicios técnicos. Este departamento debe garantizar un funcionamiento permanente y seguro de los equipos. La revisión del estado de la maquinaria y equipo; el velar por un buen funcionamiento; el mantenimiento y reparación de equipos; los aspectos de seguridad operativa, así como el control físico y sanitario de toda la fábrica serán algunas de las funciones importantes de este departamento.

M.4.5 Departamento de recursos humanos. Sus funciones son las de garantizar el buen estado de los trabajadores, así como realizar la selección del personal de la planta.

M.5 DETERMINACIÓN DE LAS POLÍTICAS DE LA EMPRESA.

M.5.1 Política de ventas de la empresa. Las ventas serán las generadoras de ingresos a la empresa, por esta razón la fijación de políticas de venta será de vital importancia en el desarrollo de sus actividades de tipo comercial y serán ejecutadas directamente por el gerente de la empresa, dado que la venta de los productos no requieren un contacto directo con el consumidor final, sino con proveedores y distribuidores.

Son políticas de la empresa en materia de ventas:

- Se participará en el mercado nacional e internacional, dando prioridad a la exportación de los jugos concentrados.
- Para el mercado internacional se tendrán en cuenta las regulaciones que para tal fin existan.
- A nivel nacional se preferirán las ventas de contado, sin excluir el crédito previo estudio del cliente solicitante. En este caso, se concederá un plazo máximo de 30 días para el pago de las obligaciones.
- Se dará un excelente servicio y atención al cliente.

M.5.2 Política de compras de la empresa. La empresa básicamente comprará materias primas como la fruta, el hipoclorito de sodio, la cal y los empaques para los tres tipos de productos principales que produce.

Los proveedores se seleccionarán teniendo en cuenta la materia prima requerida, las necesidades de producción, el tiempo de entrega, los precios, la calidad y la ubicación. Para la compra de fruta, se realizará con los agricultores de la ciudad de Lebríja, procurando adquirir cada una en la época del año en que su precio está más bajo, la cual coincide con su época de mayor cosecha. De esta manera, la mandarina se comprará en los meses de Noviembre a Enero y de Mayo a Agosto.

La naranja se adquirirá entre Diciembre y Enero, y el limón Tahití se compraría en los meses de Diciembre a Enero y de Junio a Agosto. De esta manera, se garantiza el buen funcionamiento de la planta, almacenando la fruta en cuartos fríos mientras se procesa.

Para la adquisición de la compra de los tambores metálicos y los envases de vidrio, para los jugos concentrados y los aceites esenciales respectivamente, se seleccionarán proveedores de la ciudad de Bogotá y Medellín, ya que en Bucaramanga no existen empresas que elaboren estos envases con las especificaciones requeridas. Por su parte, los sacos para el alimento de ganado se pueden adquirir con empresas locales como Empaques Cárdenas o Depósito de Empaques el Maizal, quienes ofrecen buenos precios por la compra al mayor.

El hipoclorito de sodio se puede adquirir en tiendas químicas de la ciudad; y la cal en alguna de las empresas existentes en Bucaramanga, como Calera el Diamante, Cales y Carburos de Santander, Cal Lozada, entre otras, quienes ofrecen excelentes precios por compras de gran volumen. Las etiquetas serán adquiridas con proveedores establecidos en la ciudad de Bucaramanga.

Como políticas de pago a los proveedores de la empresa se puede establecer un periodo promedio de 30 días para el desembolso de estas obligaciones. Se procurará mantener en bodega un nivel de inventarios para el funcionamiento de 8 días en la planta .

M.5.3 Políticas financieras. El departamento financiero se encargará de la administración del patrimonio, así como de disponer, a su debido tiempo, de los medios económicos suficientes y convenientes, para llevar a cabo la producción y venta de los productos.

Serán políticas de la empresa:

- Obtener financiación, siempre que se vea abocada a la realización de nuevas inversiones, hasta en un 70% del monto total de dicha inversión.
- Se creará un fondo especial, con el propósito de que a mediano plazo se puedan realizar las inversiones necesarias, con el objetivo de ampliar la capacidad y la cobertura por parte de la planta.
- Se buscará obtener los beneficios gubernamentales para PYMES, a la hora de realizar nuevas inversiones en la planta.

M.5.4 Políticas de producción. La empresa funcionará, en lo referente a programación de la producción, con base en las cosechas de las frutas a procesar. Además, se tendrán en cuenta las necesidades del mercado internacional, para el caso de los jugos concentrados.

Se llevará a cabo un control de calidad exigente, con el propósito de ofrecer al cliente un producto de óptima calidad. Se buscará disminuir la emisión de corrientes que generen un impacto negativo en el ambiente, implementando su aprovechamiento y recirculación dentro del proceso.

M.5.5 Políticas del departamento de recursos humanos. La empresa tendrá como un objetivo primordial, convertirse en un foco de generación de empleo en la región, tanto de mano de obra directa como indirecta. Por tal motivo, se buscará personal calificado para las labores de administración, supervisión y dirección; y mano de obra no calificada, para la operación y realización de labores mecánicas dentro de la planta.

Se seleccionará personal comprometido con los objetivos y las políticas de la empresa, con capacidad inventiva y de decisión. Para la fijación de salarios se tendrá en cuenta el comportamiento del mercado laboral en la ciudad de Bucaramanga y en su área metropolitana.

ANEXO N. Mano de obra directa e indirecta en la planta

Tabla N.1. Mano de obra indirecta en la planta AGROFACTORÍA Ltda

TIPO DE TRABAJADOR	No.	FUNCIONES BASICAS	DEDICACIÓN Y CONTRATO	REMUNERACIÓN NOMINAL MENSUAL* (Pesos)	FACTOR PRESTACIONAL	REMUNERACION TOTAL MENSUAL (Pesos)	VALOR PARCIAL (Pesos)
GERENTE (Administrador de empresas con estudios en Mercados)	1	Ejecutar y supervisar el funcionamiento de la planta.	Contrato a término indefinido	3,50*10 ⁶	1,5	8,75*10 ⁶	8,75*10 ⁶
		Seleccionar y contratar al personal con el v°b° del consejo.					
		Proponer las políticas administrativas, proyectos y presupuestos.					
		Presentar al consejo el presupuesto de ventas, gastos y otros					
		Otras que le asigne el consejo de administración.					
		Rendir informes de sus actividades al consejo y a la asamblea general.					
		Dirigir las relaciones públicas de la planta.					
		Ejercer la representación judicial y extrajudicial.					
		Informar a los asociados sobre los servicios y actividades.					
		Ordenar los pagos de la entidad.					
Coordinar y mejorar todo lo relacionado con las ventas de los productos y la compra de las materias primas.							
JEFE DE PRODUCCION (Ingeniero Químico)	1	Ejecutar y supervisar la producción.	Contrato a término indefinido	3,20*10 ⁶	1,3	7,36*10 ⁶	7,36*10 ⁶
		Rendir informes de sus actividades al gerente.					
BODEGUERO (Técnico en administración o en contaduría)	1	Recibir la materia prima, teniendo en cuenta sus características de clasificación comercial.	Contrato a término definido	1300000	0,7	2210000	2210000
		Hacer pedidos de las mercancías necesarias y recibirlas.					

		<p>Reclasificar y ordenar las materias primas en formas y sitios adecuados de almacenamiento.</p> <p>Colaborar en los inventarios físicos de la planta.</p> <p>Registrar diariamente el movimiento de entrada y salida de materias primas, según las instrucciones impartidas por el gerente.</p> <p>Supervisar las personas encargadas del movimiento de entrada y salida de materias primas, con el fin de evitar deterioro en éste.</p>					
ALMACENISTA (Técnico en administración o en contaduría)	1	<p>Organizar las mercancías llegadas a la bodega.</p> <p>Despachar los productos.</p> <p>Llevar control de entrada y salida de los productos.</p> <p>Controlar las mercancías a su cargo.</p> <p>Encargarse de lo relacionado a la venta y pesaje del producto.</p> <p>Hacer los respectivos despachos de producto a los clientes.</p> <p>Organizar estadísticas de entrada y salida, tanto de mercancías como de producto para presentar los informes respectivos a sus superiores.</p> <p>Garantizar el buen funcionamiento del cuarto de congelación.</p> <p>Las demás funciones que le asigne el gerente de la planta.</p>	Contrato a término definido	1300000	0,7	2210000	2210000
JEFE DE CONTROL DE CALIDAD (Ingeniero químico)	1	<p>Ejecutar los planes de control de calidad de los productos.</p> <p>Supervisar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de cada producto.</p> <p>Garantizar la calidad de los jugos concentrados, aceites esenciales y alimento para animales.</p>	Contrato a término indefinido	2,20*10 ⁶	0,8	3960000	3960000
QUIMICO	1	<p>Desarrollar pruebas de calidad para los productos.</p> <p>Cumplir con la normatividad establecida para cada producto.</p>	Contrato a término definido	1,90*10 ⁶	0,8	3420000	3420000

AUXILIAR DE LABORATORIO (Técnico de laboratorio)	1	Realizar pruebas tanto a la materia prima como a los productos terminados.	Contrato a término definido	1,45*10 ⁶	0,7	2468400	2468400
		Seguir la normatividad HACCP.					
JEFE DE MANTENIMIENTO (Técnico en Mecánica)	1	Supervisar y garantizar que todas las instalaciones de la planta se encuentren en buen funcionamiento.	Contrato a término definido	1,60*10 ⁶	0,8	2880000	2880000
		Delegar labores de mantenimiento al técnico que labora en la planta.					
TECNICO ELECTRO – MECÁNICO	1	Revisar y reparar cada uno de los equipos o instalaciones de la planta.	Contrato a término definido	1,00*10 ⁶	0,9	1900000	1900000
CONTADOR	1	Velar porque las operaciones de la planta, estén de acuerdo a los estatutos, las normas legales y los reglamentos que existan.	Contrato a término definido	1,90*10 ⁶	0,8	3420000	3420000
		Examinar la situación económica - financiera y autorizar los estados financieros.					
		Supervisar el correcto funcionamiento contable.					
		Ejercer el control y vigilancia, en forma integral, permanente, equitativa e independiente.					
SECRETARIA (Secretaria con estudios en contabilidad, sistemas y gerencia)	1	Elaborar sus papeles de trabajo. Refrendar los balances mensuales.	Contrato a término definido	1,00*10 ⁶	0,6	600000	600000
		Velar porque los bienes de la entidad estén debidamente resguardados.					
		Efectuar el arqueo de fondos.					
		Verificar que se lleven regularmente las pólizas de manejo.					
		Atender el movimiento de fondos, percibiendo todos los ingresos y efectuando los pagos que ordene la gerencia.					
		Consignar diariamente, en la (s) cuenta (s) de la planta todos los fondos recaudados y firmar con el gerente los cheques que se giran contra dicha cuenta.					

		Elaborar, archivar y conservar los comprobantes de caja, facilitándolos al gerente, a la junta de vigilancia y al contador cuando lo estimen conveniente.					
		Otras funciones asignadas por el gerente de la planta para el buen funcionamiento de la misma.					
JEFE DE PERSONAL Y DE SALUD OCUPACIONAL (Psicólogo)	1	Velar por que todo el personal de la planta satisfaga las necesidades de ella.	Contrato a término definido	1,40*10 ⁶	0,7	2380000	2380000
		Implementar y supervisar que se cumpla con las normas NTC 18001 de Seguridad Industrial y Salud ocupacional para los trabajadores.					
REMUNERACIÓN TOTAL MENSUAL							4,16*10⁷
REMUNERACIÓN TOTAL ANUAL							4,99*10⁸

* Estos salarios serían para el año 2007.

Tabla N.2. Mano de obra directa en la planta AGROFACTORÍA Ltda.

	Empleados/ Turno	Turnos/ Día	Empleados/ Día	Remuneración nominal mensual* (Pesos)	Factor prestacional	Remuneración total (Pesos)	Valor parcial (Pesos)
Proceso para la obtención de jugo concentrado							
Recepción de la materia prima y traslado a cuartos fríos	3	2	6	461615	0,5	692422,5	4154535
Lavado y selección fruta	6	3	18	461615	0,5	692422,5	12463605
Limpieza de las mallas filtrantes	1	3	3	461615	0,5	692422,5	2077268
Separación de aceites en la extracción del jugo	1	3	3	461615	0,5	692422,5	2077268
Desaireación del jugo	2	3	6	461615	0,5	692422,5	4154535
Concentración del jugo	2	3	6	461615	0,5	692422,5	4154535

	Empleados/ Turno	Turnos/ Día	Empleados/ Día	Remuneración nominal mensual (Pesos)	Factor prestacional	Remuneración total (Pesos)	Valor parcial (Pesos)
Unidad empacadora	1	3	3	461615	0,5	692422,5	2077268
Proceso para la obtención de aceites esenciales							
Cortadora de cáscaras	1	3	3	461615	0,5	692422,5	2077268
Carga y descarga de alambiques	3	3	9	461615	0,5	692422,5	6231803
Separación de aceites esenciales	2	3	6	461615	0,5	692422,5	4154535
Empaque de aceites esenciales	1	3	3	461615	0,5	692422,5	2077268
Proceso para la obtención de alimento para ganado							
Cortadora de fruta desechada	1	3	3	461615	0,5	692422,5	2077268
Operación de secado	2	3	6	461615	0,5	692422,5	4154535
Separación de pulpa y finos	1	3	3	461615	0,5	692422,5	2077268
Empaque	1	3	3	461615	0,5	692422,5	2077268
Servicios auxiliares-Tratamiento del agua							
Manejo de la caldera	1	3	3	692422,5	0,7	1177118,25	3531355
Tratamiento del agua	4	3	12	461615	0,7	784745,5	9416946
Almacén y Bodega							
Cargadores	2	3	6	461615	0,5	692422,5	4154535
Celaduría y aseo							
Aseadoras	2	3	6	461615	0,5	692422,5	4154535
Celadores	2	3	6	461615	0,5	692422,5	4154535
REMUNERACIÓN TOTAL MENSUAL							8,15*10⁷
REMUNERACIÓN TOTAL ANUAL							9,78*10⁸

* Estos salarios serían para el año 2007.

ANEXO O. Inversión necesaria para el montaje de la planta

Tabla O.1. Costo de los equipos requeridos para el funcionamiento de la planta.

EQUIPO	Número	Empresa cotizante	Precio FOB	Precio unitario equipo entregado (Pesos)	Precio total (Pesos)
PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE JUGOS CONCENTRADOS					
Tanque de recepción de materia prima	1	Depósitos Henry (Floridablanca)	$9,00 \times 10^5$	$9,00 \times 10^5$	$9,00 \times 10^5$
Silo	1	Tangás S.A. (Bucaramanga)	$3,85 \times 10^7$	$3,85 \times 10^7$	$3,85 \times 10^7$
Banda transportadora	1	Famag (Zona industrial Chimitá)	$7,00 \times 10^6$	$7,00 \times 10^6$	$7,00 \times 10^6$
Tanque de almacenamiento de hipoclorito de sodio.	1	Depósitos Henry (Floridablanca)	\$66250	\$66250	\$66250
Seleccionador de fruta	1	Famag (Zona industrial Chimitá)	$6,00 \times 10^6$	$6,00 \times 10^6$	$6,00 \times 10^6$
Extractores de jugo (Fmc in-line)	3	Food Machinery Company (FMC) (Estados Unidos)	US\$20000 + IVA (Cotizado por el representante de FMC en Colombia)	\$71'596.200	\$214'788.600
Separador de fases líquidas	3	Tangás S.A. (Bucaramanga)	$6,00 \times 10^6$	$6,00 \times 10^6$	$6,00 \times 10^6$
Filtro	1	Famag (Zona industrial Chimitá)	$3,50 \times 10^6$	$3,50 \times 10^6$	$3,50 \times 10^6$

Tanques de refrigeración de aceites esenciales	3	Tangás S.A. (Bucaramanga)	\$12'120.000	\$12'120.000	\$36'360.000
Tanques de desaireación.	4	Tangás S.A. (Bucaramanga)	\$3,50*10 ⁷	\$3,50*10 ⁷	\$1,40*10 ⁸
Bombas de vacío	4	-	\$8'000.000 (Marca Ingersoll Rand)	\$8,00*10 ⁶	\$32'000.000
Pasteurizador de placas	1	TR Desarrollos (Argentina)	US\$3200 (Marca SIGMA - Therm)	\$9'546.160	\$9'546.160
Evaporador TASTE	1	Damrow Company Fond Du Lac (Wisconsin)	US\$185.600 (de segunda)	\$553'677.280	\$553'677.280
Intercambiador de tubos y carcaza.	1	Famag (Zona industrial Chimitá)	\$7,50*10 ⁶	\$7,50*10 ⁶	\$7,50*10 ⁶
Intercambiador de placas	1	TR Desarrollos (Argentina)	US\$2500	\$7'457.937	\$7'457.937
Tanque mezclador.	1	Tangás S.A. (Bucaramanga)	\$10'980.000	\$10'980.000	\$10'980.000
Unidad empacadora (llenadora)	1	Polo & Cía. Ingenieros (Bucaramanga)	\$1,50*10 ⁷	\$1,50*10 ⁷	\$1,50*10 ⁷
PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE ACEITES ESENCIALES DESTILADOS					
Cortadora de cuchillas.	1	Penagos Hermanos & Cía. Ltda. (Bucaramanga)	\$1,30*10 ⁶	\$1,30*10 ⁶	\$1,30*10 ⁶
Silo de almacenamiento	1	Tangás S.A. (Bucaramanga)	\$1,75*10 ⁷	\$1,75*10 ⁷	\$1,75*10 ⁷

Alambiques	8	Tangás S.A. (Bucaramanga)	\$8,65*10 ⁶	\$8,65*10 ⁶	69'200.000
Intercambiadores de calor	8	Famag (Zona industrial Chimitá)	\$7,00*10 ⁶	\$7,00*10 ⁶	\$5,60*10 ⁷
Separadores de fases líquidas.	8	Tangás S.A. (Bucaramanga)	\$6,00*10 ⁶	\$6,00*10 ⁶	\$48'000.000
Tanques de almacenamiento refrigerado.	3	Tangás S.A. (Bucaramanga)	\$15'000.000	\$15'000.000	\$45'000.000
Unidad de empaque.	1	-	\$0	\$0	\$0
PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE ALIMENTO PARA GANADO					
Cortadora de cuchillas	1	Penagos Hermanos & Cía. Ltda. (Bucaramanga)	\$1,30*10 ⁶	\$1,30*10 ⁶	\$1,30*10 ⁶
Silo de almacenamiento	1	Tangás S.A. (Bucaramanga)	\$1,05*10 ⁷	\$1,05*10 ⁷	\$1,05*10 ⁷
Secador rotatorio	1	Warwick Equipment Company (Estados Unidos)	US\$15.000 (de segunda)	\$44'747.625	\$44'747.625
Ciclón	1	Famag (Zona industrial Chimitá)	\$4,00*10 ⁶	\$4,00*10 ⁶	\$4,00*10 ⁶
Silo de almacenamiento	1	Tangás S.A. (Bucaramanga)	\$8,50*10 ⁶	\$8,50*10 ⁶	\$8,50*10 ⁶
Unidad empacadora.	1	Macoser Ltda. (Bucaramanga) Adipack Ltda. (Bucaramanga)	\$2200000 (Máquina cosedora de sacos marca Feshbein) \$3000000 (Báscula electrónica con capacidad de 50Kg)	\$5,20*10 ⁶	\$5,20*10 ⁶

SERVICIOS AUXILIARES					
Resinas de intercambio iónico.	2	Aqua Purification Systems (Mexico)	Mex\$914 Amberlite, Cationica IR120-H, Marca Rohirri & Haas Mex\$2370 Amberlite e, Anionica, IRA-402, Marca Rohirri & Haas	\$4,55*10 ⁶	\$9,10*10 ⁶
Caldera pirotubular	1	Colmaquinas (Santafé de Bogotá)	\$3,50*10 ⁷	\$3,85*10 ⁷	\$3,85*10 ⁷
Planta eléctrica	1	-	\$30'000.000 (Marca Caterpillar, de segunda) Modelo 1994 1240 horas de trabajo	\$33'000.000	\$33.000.000
TRATAMIENTO DEL AGUA					
Tanque de almacenamiento de agua de proceso.	1	-	\$1,50*10 ⁷	\$1,50*10 ⁷	\$1,50*10 ⁷
Mallas filtrantes	1	Edospina Corporation (Santafé de Bogotá)	\$1,50*10 ⁸	\$1,65*10 ⁸	\$1,65*10 ⁸
Canaleta de Mezcla Rápida	1				
Tanque de floculación	1				
Tanque de sedimentación	1				
Filtro de arena	1				

BOMBAS PARA EL PROCESO					
Bombas centrífugas, autocebantes, en acero inoxidable y plástico, de ½ hp, con impulsor cerrado.	5	Electroagro Ltda. (Bucaramanga)	\$7,28*10 ⁵	\$7,28*10 ⁵	\$3.64*10 ⁶
Bomba centrífuga con impulsor cerrado de 3 in, motor de ¼ hp y velocidad de 500 rpm.	1	Electroagro Ltda. (Bucaramanga)	\$1,32*10 ⁵	\$1,32*10 ⁵	\$1,32*10 ⁵
Bomba centrífuga de ½ hp, con impulsor cerrado de 3 in y velocidad de 500 rpm.	1	Electroagro Ltda. (Bucaramanga)	\$2,22*10 ⁵	\$2,22*10 ⁵	\$2,22*10 ⁵
Bombas centrífugas de ¼ hp, impulsor cerrado de 3 in.	2	Electroagro Ltda. (Bucaramanga)	\$1,32*10 ⁵	\$1,32*10 ⁵	\$2,64*10 ⁵
Bomba centrífuga de ¼ hp, impulsor cerrado de 3 in.	1	Electroagro Ltda. (Bucaramanga)	\$1,32*10 ⁵	\$1,32*10 ⁵	\$1,32*10 ⁵
Bomba de 5 hp, de una etapa, con impulsor cerrado de 5 in y 3450 rpm.	1	Electroagro Ltda. (Bucaramanga)	\$2,31*10 ⁶	\$2,31*10 ⁶	\$2,31*10 ⁶
Compresores a tornillo	2	-	US\$3500 (usado) Marca CompAir Demag DS15	\$10'441.112	\$20'882.225
EQUIPO PARA EL CONTROL DE CALIDAD					
Refractómetro	1	-	\$2,50*10 ⁶	\$2,50*10 ⁶	\$2,50*10 ⁶
pHmetro	1	-	\$1,80*10 ⁶	\$1,80*10 ⁶	\$1,80*10 ⁶

Material de laboratorio. (Probetas, vasos de precipitados, buretas, erlenmeyers, pipetas, picnómetros, soportes, tubos de ensayo, balanzas electrónicas, papel filtro, vidrio reloj, etc.)	-	-	\$1,00*10 ⁷	\$1,00*10 ⁷	\$1,00*10 ⁷
COSTO TOTAL DEL EQUIPO ENTREGADO					\$1.715'008.078

- No se cotizó directamente con alguna empresa, sino que se obtuvo a partir de precios reportados en internet.

* Para el dólar se tomó la tasa de cambio reportada por la bolsa de valores de Santafé de Bogotá, para el día 18 de Octubre de 2005, cuyo valor fue de \$2294.75/US\$.

** El costo del equipo importado se calculó como el valor FOB multiplicado por la tasa de cambio y por un factor de 1.3, asumiendo que el costo de los fletes, la nacionalización y el seguro de transporte, alcanzan un valor del 30% del costo del equipo.

Tabla O.2. Inversión requerida para el montaje de la planta y su proyección para los diez años de funcionamiento.

TIPO DE INVERSIÓN	COTO DE LA INVERSIÓN (PESOS)										
	Año montaje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. INVERSIÓN FIJA	4,99*10⁹	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,03*10⁹
1.1 NO DEPRECIABLES	4,00*10⁷	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,00*10⁷
Terrenos*	4,00*10 ⁷	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,00*10 ⁷

1.2 DEPRECIABLES	4,95*10⁹	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,90*10⁸
Maquinaria y Equipo fundamental entregado	1,72*10 ⁹	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,43*10 ⁸
Instalación del equipo adquirido	6,69*10 ⁸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,34*10 ⁸
Instrumentación y controles (instalados)	2,23*10 ⁸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,46*10 ⁷
Cañerías y tuberías (instaladas)	5,32*10 ⁸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,06*10 ⁸
Instalaciones eléctricas (colocadas)	1,72*10 ⁸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,43*10 ⁷
Obras civiles (incluyendo servicios)	4,97*10 ⁸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,95*10 ⁷
Mejoras del terreno	1,72*10 ⁸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,43*10 ⁷
Instalaciones de servicios (montadas)	9,43*10 ⁸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,89*10 ⁸
Vehículos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Muebles y enseres	3,00*10 ⁷	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,00*10 ⁶
2. INVERSIÓN DIFERIDA	2,06*10⁹	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ingeniería y supervisión	5,49*10 ⁸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastos de construcción	5,83*10 ⁸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Honorarios el contratista	3,09*10 ⁸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eventuales	6,17*10 ⁸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3. CAPITAL DE TRABAJO	1,27*10⁹	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,27*10⁹
Efectivo y Bancos	7,61*10 ⁸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,61*10 ⁸
Inventario de materia prima y materiales	1,27*10 ⁸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,27*10 ⁸
Productos en proceso	1,27*10 ⁸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,27*10 ⁸
Inventario de productos terminados	1,27*10 ⁸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,27*10 ⁸
Cuentas por cobrar	1,27*10 ⁸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,27*10 ⁸
FLUJO DE INVERSIÓN	8,32*10⁹	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,30*10⁹

* El costo de los terrenos fueron calculados a partir del precio por Ha cotizado en el sitio de montaje de la planta, es decir, no se utilizó el porcentaje recomendado por Peters.

ANEXO P. Costos de producción de la planta

P.1. COSTOS DE PRODUCCIÓN

P.1.1 Costos de fabricación

P.1.1.1 Costos directos

- **Materia prima.** El costo de la materia prima, para el primer año de funcionamiento de la planta, está dado en la siguiente tabla.

Tabla P.1. Costo de la materia prima

Materia prima	Tm/año	\$/Tm	\$/año
Naranja Valencia	707	300.000	212'100.000
Mandarina Común	8.120	200.000	1.624'000.000
Limón Tahití	1.542	350.000	539'700.000
Total			2.375'800.000

- **Materiales directos.** El costo de los materiales directos, de acuerdo a las cantidades requeridas, estimadas anteriormente, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla P.2. Costo de los materiales directos de producción.

Materiales directos	Cantidad requerida	Precio	Costo /año
Cal	40 Tm/año	\$240.000/Tm	\$9'600.000
Hipoclorito de sodio 13%	15 m ³ /año	\$2.298.296/m ³	\$34'474.446
Sulfato de aluminio sólido	3.200 Kg	\$588/Kg	\$1'881.600
Total			\$45.956.046

- **Otros materiales directos.** En la siguiente tabla se muestra el costo de los empaques y del material requerido en el laboratorio de control de calidad.

Tabla P.3. Costo de otros materiales directos.

COSTO DE OTROS MATERIALES DIRECTOS			
Empaques	Unidades/año	Precio/unidad	Precio/año
Tambores metálicos (55 galones)	3.800	\$35.000	\$133'000.000
Bolsas plásticas de polietileno	7.600	\$1.050	\$7'980.000
Recipientes de vidrio oscuro (2 galones)	2.600	\$5.000	\$13'000.000
Sacos	39.600	\$650	\$25'740.000
Total empaques			\$179'720.000
Insumos del laboratorio de control de calidad			\$4'800.000
Total costo de otros materiales directos			\$184'520.000

O.1.1.2 Gastos de fabricación.

- **Materiales indirectos.**

Tabla P.4. Costo de los materiales indirectos.

MATERIALES INDIRECTOS	Precio/año
Papelería	\$2'000.000
Útiles de aseo	\$1'500.000
Dotación para seguridad industrial	\$8'000.000
Total	\$11'500.000

- **Otros gastos indirectos.**

Tabla P.5. Valor de otros gastos indirectos.

OTROS GASTOS INDIRECTOS	\$/mes	\$/año
Outsourcing camiones	6'000.000	72'000.000
Servicio de transporte para empleados	4'500.000	54'000.000
Conexión de internet	120.000	1'440.000
Pago de análisis para aceites esenciales	750.000	9'000.000
Total		136'440.000

- **Amortización de diferidos.** Como se dijo anteriormente los socios realizarían un préstamo por el monto total de la inversión, que asciende a 8320 millones. El plan de amortización de dicho crédito, con un interés efectivo anual del 11%, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla P.6. Plan de amortización del crédito solicitado para la inversión a realizar.

Año	Cuota (\$)	Intereses (\$)	Amortización al capital (\$)	Saldo (\$)
1	$1,77 \cdot 10^9$	$9,15 \cdot 10^8$	$8,50 \cdot 10^8$	$7,47 \cdot 10^9$
2	$1,77 \cdot 10^9$	$8,22 \cdot 10^8$	$9,44 \cdot 10^8$	$6,53 \cdot 10^9$
3	$1,77 \cdot 10^9$	$7,18 \cdot 10^8$	$1,05 \cdot 10^9$	$5,48 \cdot 10^9$
4	$1,77 \cdot 10^9$	$6,03 \cdot 10^8$	$1,16 \cdot 10^9$	$4,31 \cdot 10^9$
5	$1,77 \cdot 10^9$	$4,75 \cdot 10^8$	$1,29 \cdot 10^9$	$3,02 \cdot 10^9$
6	$1,77 \cdot 10^9$	$3,33 \cdot 10^8$	$1,43 \cdot 10^9$	$1,59 \cdot 10^9$
7	$1,77 \cdot 10^9$	$1,75 \cdot 10^8$	$1,59 \cdot 10^9$	0

En la tabla que se muestra en la siguiente página, se pueden observar los costos de producción de la planta y su proyección para los diez años de funcionamiento planeados.

Tabla P.7. Costos de producción de la planta y su proyección para los diez años de funcionamiento.

COSTOS	COSTOS DE PRODUCCIÓN (Pesos)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. COSTOS DE FABRICACIÓN	0	7,01*10⁹	7,34*10⁹	7,70*10⁹	8,08*10⁹	8,49*10⁹	8,92*10⁹	9,39*10⁹	8,12*10⁹	8,66*10⁹	9,23*10⁹
1.1 COSTOS DIRECTOS	0	3,58*10⁹	3,84*10⁹	4,10*10⁹	4,39*10⁹	4,70*10⁹	5,03*10⁹	5,38*10⁹	5,76*10⁹	6,16*10⁹	6,59*10⁹
Materia Prima	0	2,38*10 ⁹	2,54*10 ⁹	2,72*10 ⁹	2,91*10 ⁹	3,11*10 ⁹	3,33*10 ⁹	3,57*10 ⁹	3,82*10 ⁹	4,08*10 ⁹	4,37*10 ⁹
Materiales directos	0	4,60*10 ⁷	4,92*10 ⁷	5,26*10 ⁷	5,63*10 ⁷	6,02*10 ⁷	6,45*10 ⁷	6,90*10 ⁷	7,38*10 ⁷	7,90*10 ⁷	8,45*10 ⁷
Mano de obra directa	0	9,78*10 ⁸	1,05*10 ⁹	1,12*10 ⁹	1,20*10 ⁹	1,28*10 ⁹	1,37*10 ⁹	1,47*10 ⁹	1,57*10 ⁹	1,68*10 ⁹	1,80*10 ⁹
Otros materiales directos	0	1,85*10 ⁸	1,97*10 ⁸	2,11*10 ⁸	2,26*10 ⁸	2,42*10 ⁸	2,59*10 ⁸	2,77*10 ⁸	2,96*10 ⁸	3,17*10 ⁸	3,39*10 ⁸
1.2 GASTOS DE FABRICACIÓN	0	5,10*10⁸	5,46*10⁸	5,84*10⁸	6,25*10⁸	6,69*10⁸	7,16*10⁸	7,66*10⁸	8,19*10⁸	8,77*10⁸	9,38*10⁸
Materiales indirectos	0	1,15*10 ⁷	1,23*10 ⁷	1,32*10 ⁷	1,41*10 ⁷	1,51*10 ⁷	1,61*10 ⁷	1,73*10 ⁷	1,85*10 ⁷	1,98*10 ⁷	2,11*10 ⁷
Mano de obra indirecta	0	4,99*10 ⁸	5,34*10 ⁸	5,71*10 ⁸	6,11*10 ⁸	6,54*10 ⁸	6,99*10 ⁸	7,48*10 ⁸	8,01*10 ⁸	8,57*10 ⁸	9,17*10 ⁸
1.3 OTROS GASTOS INDIRECTOS	0	2,92*10⁹	2,96*10⁹	3,01*10⁹	3,06*10⁹	3,12*10⁹	3,18*10⁹	3,25*10⁹	1,55*10⁹	1,62*10⁹	1,70*10⁹
Depreciaciones	0	4,95*10 ⁸	4,95*10 ⁸	4,95*10 ⁸	4,95*10 ⁸	4,95*10 ⁸	4,95*10 ⁸	4,95*10 ⁸	4,95*10 ⁸	4,95*10 ⁸	4,95*10 ⁸
Servicios	0	4,75*10 ⁸	5,08*10 ⁸	5,44*10 ⁸	5,82*10 ⁸	6,23*10 ⁸	6,66*10 ⁸	7,13*10 ⁸	7,63*10 ⁸	8,16*10 ⁸	8,74*10 ⁸
Mantenimiento	0	1,90*10 ⁷	2,04*10 ⁷	2,18*10 ⁷	2,33*10 ⁷	2,50*10 ⁷	2,67*10 ⁷	2,86*10 ⁷	3,06*10 ⁷	3,27*10 ⁷	3,50*10 ⁷
Seguros de Fábrica	0	1,27*10 ⁷	1,36*10 ⁷	1,45*10 ⁷	1,55*10 ⁷	1,66*10 ⁷	1,78*10 ⁷	1,90*10 ⁷	2,04*10 ⁷	2,18*10 ⁷	2,33*10 ⁷
Impuestos de Fábrica	0	1,27*10 ⁷	1,36*10 ⁷	1,45*10 ⁷	1,55*10 ⁷	1,66*10 ⁷	1,78*10 ⁷	1,90*10 ⁷	2,04*10 ⁷	2,18*10 ⁷	2,33*10 ⁷
Amortización de diferidos	0	1,77*10 ⁹	1,77*10 ⁹	1,77*10 ⁹	1,77*10 ⁹	1,77*10 ⁹	1,77*10 ⁹	1,77E*10 ⁹	0	0	0
Otros	0	1,36*10 ⁸	1,46*10 ⁸	1,56*10 ⁸	1,67*10 ⁸	1,79*10 ⁸	1,91*10 ⁸	2,05*10 ⁸	2,19*10 ⁸	2,34*10 ⁸	2,51*10 ⁸
2. GASTOS DE VENTAS	0	1,50*10⁷	1,61*10⁷	1,72*10⁷	1,84*10⁷	1,97*10⁷	2,10*10⁷	2,25*10⁷	2,41*10⁷	2,58*10⁷	2,76*10⁷
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN	0	7,03*10⁹	7,36*10⁹	7,72*10⁹	8,10*10⁹	8,51*10⁹	8,94*10⁹	9,41E+09	8,15*10⁹	8,68*10⁹	9,26*10⁹

* Se tomó una inflación del 7%.

ANEXO Q. Flujo de ingresos y utilidades de la producción de la planta

Tabla Q.1. Ingresos de la planta para el primer año de funcionamiento.

VENTAS				
JUGOS CONCENTRADOS CONGELADOS	Producción Tm/año	US\$/Tm	\$/Tm	\$/año
De mandarina	740	1.700	3'901.075	2.887'575.715
De naranja	65	1.200	2'753.700	177'613.650
De limón	141	1.100	2'524.225	354'906.035
ACEITES ESENCIALES	Kg/año	US\$/Kg	\$/Kg	\$/año
Aceite esencial de limón (prensado en frío)	605	11	25.242	15'258.940
Aceite esencial de naranja (prensado en frío)	277	10	22.948	6'358.752
Aceite esencial de mandarina (prensado en frío)	3.183	11	24.095	76'693.987
Aceite esencial de limón (destilado)	1.813	10	22.948	41'612.997
Aceite esencial de naranja (destilado)	831	9	20.653	17'170.696
Aceite esencial de mandarina (destilado)	9.549	10	21.800	208'171.574
PULPA PARA GANADO	Tm/año	\$/Bulto 40 Kg	\$/Tm	\$/año
Alimento para ganado	1.584	22.000	550.000	871'200.000
TOTAL VENTAS				\$4.656'562.346

En la siguiente tabla se muestra el presupuesto de producción de la planta y las respectivas utilidades proyectadas en los diez años de funcionamiento planeados.

Tabla Q.2. Utilidades del funcionamiento de la planta.

PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos por ventas	0	4,66*10 ⁹	4,98*10 ⁹	5,33*10 ⁹	5,70*10 ⁹	6,10*10 ⁹	6,53*10 ⁹	6,99*10 ⁹	7,48*10 ⁹	8,00*10 ⁹	8,56*10 ⁹
Costo total	0	7,03*10 ⁹	7,36*10 ⁹	7,72*10 ⁹	8,10*10 ⁹	8,51*10 ⁹	8,94*10 ⁹	9,41*10 ⁹	8,15*10 ⁹	8,68*10 ⁹	9,26*10 ⁹
Utilidad bruta antes de impuestos	0	-2,37*10 ⁹	-2,38*10 ⁹	-2,39*10 ⁹	-2,39*10 ⁹	-2,40*10 ⁹	-2,41*10 ⁹	-2,42*10 ⁹	-6,70*10 ⁸	-6,82*10 ⁸	-6,95*10 ⁸

* Se asumió una inflación del 7%.