

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UNA AGROINDUSTRIA
PARA LA PRODUCCIÓN DE OLEORRESINA
DE PIMENTÓN (*Capsicum annuum*)**

MARIO FELIPE CABRERA TORRES

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
SAN JUAN DE PASTO
2005**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UNA AGROINDUSTRIA
PARA LA PRODUCCIÓN DE OLEORRESINA
DE PIMENTÓN (*Capsicum annuum*)**

MARIO FELIPE CABRERA TORRES

**Trabajo de Grado Presentado como Requisito para Optar al Título de
Ingeniero Agroindustrial**

**Director Carlos Vinueza Hidalgo
Ingeniero Industrial**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
SAN JUAN DE PASTO
2005**

Nota de Aceptación

Firma del Director

Firma del Jurado

Firma del Jurado

San Juan de Pasto, 1 de septiembre de 2005

DEDICATORIA

A mis padres y familiares

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece la colaboración y participación en el desarrollo del presente trabajo al personal de laboratorios especializados encabezados por el Ingeniero Germán Chávez, Jefe de Laboratorios y a la Ingeniera Sandra Espinosa quien apoyo y asesoró el desarrollo de la parte experimental; de igual manera al personal de Planta Piloto, Ángel Zamora, Jorge Hidalgo y Francisco Argote, por su continua disposición y colaboración. A los ingenieros Andrés Hurtado e Iván Sánchez, miembros del jurado por las apreciaciones y apoyo y finalmente al Ingeniero Carlos Vinuesa Hidalgo, asesor del trabajo quien acompaño, participo y asistió en todas las etapas del desarrollo del presente estudio.

RESUMEN

El color constituye un elemento fundamental en alimentos procesados, donde es conveniente el uso de aditivos para mantener características uniformes dentro de un lote y dar un aspecto mas agradable. En la actualidad existe una creciente preocupación dentro del público; por el consumo de alimentos naturales y con un mínimo contenido en aditivos artificiales. El uso de extractos vegetales como aditivos naturales se convierte en una práctica común en países desarrollados, es frecuente el uso de aceites esenciales y oleorresinas que brindan la posibilidad de dar a los alimentos procesados características similares a los productos naturales sin el uso de compuestos artificiales. La oleorresina de pimentón es un extracto rico en carotenoides y ácidos grasos, que conserva todas las propiedades colorantes y de sabor del pimentón de manera concentrada, además proporciona ventajas en su aplicación, almacenamiento y vida útil.

En el presente estudio se realiza experiencias a nivel de laboratorio con diferentes disolventes y posteriormente se elige el etanol como disolvente alternativo a la extracción convencional con disolventes orgánicos como la acetona y el hexano; con este disolvente se escogen las condiciones mas adecuadas de operación, con base en las cuales se plantea el estudio técnico.

En Colombia el mercado de la oleorresina de pimentón se caracteriza por un predominio de las importaciones, principalmente de Estados Unidos y Canadá, donde se importaron en 2001, USD 8.215.643 y en 2003 la cifra llego a USD 8.662.773. Para los propósitos del proyecto se plantea el cubrimiento del 1% de la demanda lo que equivale a producir 4,7 ton de oleorresina estándar por año. Las inversiones del proyecto alcanzan los 212 millones de pesos, los cuales tienen una financiación mixta, compuesta por un 45.91% de recursos propios y un 54.09% a través de líneas de crédito.

Las bondades del proyecto se aprecian por los indicadores financieros, el valor presente neto (VPN), calculado a una tasa de oportunidad de mercado de 12% fue de \$ 518.103.000, de igual manera el cálculo de la tasa interna de retorno (TIR) fue de 54.38%, con lo que se concluye la viabilidad positiva del proyecto. De manera que se puede considerar la agroindustria del pimentón como un renglón susceptible de inversión y desarrollo con un impacto positivo en la economía nacional.

Palabras Claves: Estudio de Factibilidad, Pimentón, Oleorresina, Capsicum annum, extracción.

ABSTRACT

Color is one of the main characteristics of processed foods. Here, the use of additives is needed to enhance, homogenize, change or keep a constant color in a batch. Currently there exists a growing awareness in consumers relating the consumption of natural products with a very low content of artificial ingredients. The use of vegetal extracts like natural additives is becoming a normal practice in developed countries and the use of essential oils and oleoresins is common today. These extracts make possible to give processed foods characteristics which are similar to those found in natural food without using artificial additives. The oleoresin found in Paprika is an extract rich in carotenoids and fat acids which keep all the color and flavor of pepper, but in higher concentrations. Furthermore, this extract presents advantages regarding its application, storage and shelf life.

This study features laboratory experiences of extraction which were carried out to choose an adequate solvent; ethanol was the solvent selected as the best alternative to extract paprika oleoresin, instead of hexane and acetone, the conventional organic solvents, Choosing ethanol as solvent provided the most adequate conditions of extraction based on which the technical study was put together.

In Colombia the paprika oleoresin market is characterized by the predominance of imports, which come especially from The United States and Canada. In 2001, imports reached USD \$ 8.215.643 and in 2003 imports reached USD \$ 8.662.773. For this project, it was proposed to cover 1% of the demand, which means producing 4, 7 tons of standard paprika oleoresin per year. The investment on the project reaches the amount of \$212 million pesos. The financing of the project is mixed: 45.91% of it was financed with personal resources and 54.09% with credit.

The benefits of this project are evident when observing the financial indicators: the net present value (NPV), calculated with a market rate of opportunity of 12% was \$ 518.103.000, with an internal rate of return (IRR) of 54.38%. These numbers allow concluding that the project was not only feasible but also had positive outcomes, so that the agro industry of paprika can be considered as an option for investment and development in Colombian economy.

Keywords: Feasibility study, Pepper, *Capsicum annuum*, oleoresin, extraction

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	23
1 IDENTIFICACIÓN Y ESTADO ACTUAL DEL PROBLEMA	25
2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	28
3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	29
4 OBJETIVOS	31
4.1 OBJETIVO GENERAL	31
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	31
5 MARCO REFERENCIAL	32
5.1 COLORANTES	32
5.2 CAROTENOIDES	35
5.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PIMENTÓN	36
5.3.1 Composición del Pimentón.	36
5.3.2 Biosíntesis de Carotenoides en el Pimentón.	39
5.4 INDUSTRIALIZACIÓN DEL PIMENTÓN	41
5.4.1 Pimentón Fresco.	41
5.4.2 Páprika.	41
5.4.3 Capsaicina.	42
5.4.4 Oleorresina.	42
5.5 FUNDAMENTOS DE LA INDUSTRIALIZACIÓN DEL PIMENTÓN	44

	pág.
5.5.1 Secado.	44
5.5.2 Extracción de Oleorresina.	47
5.5.3 Tecnologías de Extracción.	49
5.5.4 Estabilidad y Calidad.	50
5.5.5 Métodos de Análisis y Cuantificación.	51
6 ESTUDIO DE MERCADO	53
6.1 DESCRIPCION DEL PRODUCTO: OLEORRESINA DE PIMENTÓN	53
6.1.1 Características Generales.	53
6.1.2 Características Físico – Químicas .	53
6.1.3 Características de Composición.	54
6.1.4 Características Microbiológicas.	55
6.1.5 Empaque y Embalaje.	55
6.1.6 Almacenamiento.	56
6.1.7 Usos y Aplicaciones.	56
6.2 LA DEMANDA	57
6.2.1 Mercado Internacional.	58
6.2.2 Mercado Nacional.	59
6.2.3 Cálculo de la Demanda.	60
6.2.4 Proyección de la Demanda .	62
6.3 LA OFERTA	62

	pág.
6.3.1 Mercado Nacional.	63
6.3.2 Estudio de Precios.	63
6.3.3 Estructura del Comercio.	64
6.3.4 Acceso a Mercados.	65
6.3.5 Estrategias de Distribución.	65
7 DISEÑO EXPERIMENTAL	67
7.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	67
7.2 DEFINICIÓN DE LOS FACTORES DE INFLUENCIA	68
7.2.1 Tipo de Disolvente.	68
7.2.2 Temperatura.	68
7.2.3 Tamaño de Partícula.	68
7.2.4 Agitación.	68
7.2.5 Relación Disolvente : Alimentación.	68
7.2.6 Tiempo de Extracción.	68
7.3 DEFINICIÓN DE VARIABLES DE RESPUESTA	69
7.4 ANÁLISIS PRELIMINARES	69
7.4.1 Acondicionamiento de Materia Prima.	70
7.4.2 Secado.	71
7.4.3 Análisis Granulométrico por Tamizado.	74
7.4.4 Densidad.	76

	pág.
7.5 DISEÑO EXPERIMENTAL: EXTRACCIÓN	78
7.5.1 Estudio del Tipo de Disolvente.	78
7.5.2 Estudio del Proceso de Extracción .	84
7.5.3 Experimento en el Punto Óptimo .	93
7.5.4 Curva de Calibración para Color.	93
7.5.5 Conclusiones.	93
8 ESTUDIO TÉCNICO	97
8.1 MATERIA PRIMA: PIMENTÓN	97
8.1.1 Tecnología de producción.	98
8.1.2 Rendimiento.	101
8.1.3 Mercado.	101
8.1.4 Comercialización.	102
8.1.5 Aprovisionamiento de Materia Prima.	102
8.1.6 Proyección de Precios.	102
8.2 INSUMOS	104
8.2.1 Disolvente.	104
8.2.2 Aceite Vegetal.	105
8.2.3 Empaque.	105
8.2.4 Etiqueta.	106
8.2.5 Combustibles.	106

	pág.
8.3 LOCALIZACIÓN	106
8.3.1 Análisis de Macro Localización.	107
8.3.2 Análisis de Micro Localización.	110
8.4 TAMAÑO	112
8.4.1 Capacidad Instalada.	112
8.4.2 Requerimientos de Materia Prima.	112
8.5 ESTUDIO DEL PROCESO INDUSTRIAL	113
8.5.1 Descripción del Proceso.	113
8.5.2 Balance de Materia y Energía.	117
8.6 MEDIOS DE PRODUCCIÓN	122
8.6.1 Requerimiento de Maquinaria y equipos.	123
8.6.2 Requerimientos de Elementos de Trabajo.	125
8.6.3 Requerimientos de Elementos Auxiliares.	125
8.6.4 Instrumentos de Laboratorio.	127
8.6.5 Requerimientos de Muebles y Equipos de Oficina.	128
8.7 DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	128
8.7.1 Definición de Áreas.	128
8.7.2 Relación de Áreas.	129
8.7.3 Distribución de Planta.	130
8.7.4 Estudio de Obras Civiles.	130

	pág.
8.8 ESTUDIO ADMINISTRATIVO	130
8.8.1 Constitución y Aspectos Legales.	130
8.8.2 Misión.	134
8.8.3 Visión.	134
8.8.4 Funciones del Personal.	134
8.8.5 Costos Administrativos.	138
8.9 ESTUDIO AMBIENTAL Y SOCIAL	139
8.9.1 Recurso Agua.	140
8.9.2 Recurso Suelo.	141
8.9.3 Recurso Flora.	141
8.9.4 Recurso Fauna.	141
8.9.5 Recurso Aire.	141
8.9.6 Recurso Paisaje.	141
8.9.7 Impacto Social.	142
9 ESTUDIO FINANCIERO Y EVALUACIÓN	143
9.1 INVERSIONES	143
9.1.1 Capital de Trabajo.	143
9.1.2 Plan de Inversión y Financiación del Proyecto.	143
9.2 COSTOS	144
9.2.1 Costos de Insumos.	145

	pág.
9.2.2 Costos de Mano de Obra.	145
9.2.3 Depreciación.	145
9.2.4 Costos de Servicios.	145
9.2.5 Seguros.	145
9.2.6 Impuestos.	145
9.2.7 Otros Costos.	145
9.3 VENTAS PROYECTADAS	146
9.4 ESTADOS FINANCIEROS PROYECTADOS	146
9.4.1 Balance del Activo.	146
9.4.2 Estado de Ingresos.	146
9.4.3 Flujo de Fondos.	146
9.5 EVALUACIÓN	152
9.5.1 Valor Presente Neto (VPN).	152
9.5.2 Tasa Interna de Retorno (TIR).	152
9.6 PUNTO DE EQUILIBRIO	153
CONCLUSIONES	155
RECOMENDACIONES	158
BIBLIOGRAFÍA	160
ANEXO	165

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1 Área, Producción y Rendimiento del Cultivo de Pimentón en Colombia. 1998.	26
Cuadro 2 Balanza Comercial de Aceites Esenciales de Colombia (Periodo Enero – Marzo. Años 2002 - 2004.	26
Cuadro 3 Tipos de Colorantes Naturales y Artificiales Usados en la Industria Alimentaria de Acuerdo a su Origen.	33
Cuadro 4 Evolución de el Contenido Total de Carotenoides Durante la Maduración de 5 Cultivares de Capsicum annum L.	39
Cuadro 5 Composición de Carotenoides Presentes en la Oleorresina de Pimentón	43
Cuadro 6 Calidad y Porcentaje de Oleorresina de Páprika Usando Técnicas Tradicionales	51
Cuadro 7 Características Físico – Químicas de la Oleorresina de Pimentón	54
Cuadro 8 Características Microbiológicas de la Oleorresina de Pimentón.	55
Cuadro 9 Importaciones Mundiales de Aceites Esenciales, Oleorresinas y sus Mezclas. 1981 –1996	59
Cuadro 10 Aceites Esenciales y Oleorresinas Importados por la UE (Valor en Miles de ECU, Volumen de Toneladas. 1995 - 1997).	60
Cuadro 11 Importaciones de Oleorresina de Pimentón 2001 – 2003	60
Cuadro 12 Valores de las Importaciones de Oleorresina de Pimentón de Estados Unidos 2001 –2003	60
Cuadro 13 Consumo Aparente de Oleorresina de Pimentón de Colombia. 2001 – 2003	62

	pág.
Cuadro 14 Cálculo de la Demanda Proyectada del Proyecto 2004 –2014	63
Cuadro 15 Precios FOB de Oleorresina de Páprika por Empresa y País en USD \$ por Kilogramo. 2004.	64
Cuadro 16 Resumen de Datos Estadísticos de el Porcentaje de Desperdicios en el Pimentón (Capsicum annum). 2005	71
Cuadro 17 Contenido de Humedad en Pimentón (Capsicum annum) Fresco y Seco	73
Cuadro 18 Resumen de Datos Estadísticos de el Porcentaje de Humedad en el Pimentón Fresco (Capsicum annum).	73
Cuadro 19 Resultado del Análisis Granulométrico en Serie Tyler	76
Cuadro 20 Propiedades de Partícula del Pimentón en Polvo.	77
Cuadro 21 Matriz de Diseño y Resultados de Extracción de Oleorresina de Pimentón con Tres Diferentes Disolventes	81
Cuadro 22 Resumen de estadísticos de Extracción de Oleorresina con Tres Diferentes Disolventes	82
Cuadro 23 Análisis de Varianza (ANOVA) para Color ASTA	83
Cuadro 24 Análisis de Varianza (ANOVA) para Rendimiento (%)	83
Cuadro 25 Matriz de Diseño Superficie de Respuesta, Central Compuesto 2 ² mas Puntos Estrella y Rendimiento en la Extracción de Oleorresina de Pimentón.	88
Cuadro 26 Análisis de Varianza ANOVA Rendimiento %	89
Cuadro 27 Área, Producción y Rendimiento de Pimentón en Colombia	99
Cuadro 28 Precio de Disolventes por Litro en Diferentes Casas Comerciales.	105

	pág.
Cuadro 29 Materiales e Insumos Requeridos en la Producción de una Unidad de Oleorresina de Pimentón	106
Cuadro 30 Matriz de Localización de la Planta de Producción de ADOLKA	109
Cuadro 31 Uso Porcentual de la Capacidad Instalada Proyectado	112
Cuadro 32 Proyección de Requerimiento de Materia Prima y Área Estimada de Cultivo	114
Cuadro 33 Requerimientos de Maquinaria	126
Cuadro 34 Requerimientos de Instalaciones y Costos de Operación por Turno.	126
Cuadro 35 Elementos de Trabajo Requeridos	127
Cuadro 36 Elementos Auxiliares	127
Cuadro 37 Elementos de Laboratorio	127
Cuadro 38 Requerimientos Equipos de Oficina, Muebles e Instalación.	128
Cuadro 39 Definición de Áreas y Espacio Requerido Para Cada Una.	129
Cuadro 40 Presupuesto de Construcciones	132
Cuadro 41 Gastos de Personal	139
Cuadro 42 Matriz de Impacto Ambiental	140
Cuadro 43 Necesidades de Capital de Trabajo ADOLKA LTDA.	143
Cuadro 44 Plan de Inversión y Financiación ADOLKA LTDA	144
Cuadro 45 Plan de Crédito de Activos Fijos y Capital de Trabajo	144
Cuadro 46 Proyección de ventas de ADOLKA LTDA	146
Cuadro 47 Activo Proyectado de ADOLKA LTDA	148

	pág
Cuadro 48 Pasivo, Capital y Superavit Proyectado de ADOLKA LTDA.	149
Cuadro 49 Estado de Ingresos de ADOLKA LTDA	150
Cuadro 50 Flujo de Fondos a Precios Constantes : 2004 =100 de ADOLKA	151

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1 Apariencia del Pimentón (<i>Capsicum annuum</i>)	37
Figura 2 Estructura Química de los Principales Componentes Presentes en el Pimentón (<i>Capsicum annuum</i>)	39
Figura 3 Esquema de la Agroindustrialización del Pimentón.	41
Figura 4 Apariencia de la Oleorresina de Pimentón	54
Figura 5 Etiqueta del Producto	56
Figura 6 Importaciones Colombianas de Oleorresina de Pimentón por País de origen 2001 – 2003	61
Figura 7 Canal de Distribución del Producto	65
Figura 8 Histograma de Porcentaje de Desperdicio de Fruto	72
Figura 9 Gráfica de Probabilidad Normal de Porcentaje de Desperdicio de Fruto	72
Figura 10 Fases del Acondicionamiento del Pimentón	74
Figura 11 Montaje Prueba de Tamizado.	75
Figura 12 Análisis Acumulativo por Tamizado	77
Figura 13 Histograma	77
Figura 14 Esquema del Montaje Soxhlet	81
Figura 15 Montaje de Laboratorio Soxhlet Empleado.	83
Figura 16 Representación Geométrica de la Superficie de Respuesta Aplicada	86
Figura 17 Montaje de Extracción	88

	pág.
Figura 18 Diagrama de Pareto de Efectos Estandarizados	90
Figura 19 Diagrama de Efectos Principales	90
Figura 20 Diagrama de Interacción	91
Figura 21 Superficie de Respuesta Estimada	92
Figura 22 Contornos de la Superficie de Respuesta Estimada	92
Figura 23 Diagrama de Residuos vs Predichos.	92
Figura 24 Extracto Obtenido Bajo las Condiciones Propuestas.	94
Figura 25 Curva de Calibración.	94
Figura 26 Diluciones para la curva de Calibración	95
Figura 27 Diferentes Variedades de Pimentón	98
Figura 28 Ciclo Estacional del Pimentón con Base en Precios Mayoristas de Bogotá 1992 – 2002	103
Figura 29 Precios Mayoristas Corabastos	104
Figura 29: Precio Mayorista por Kilogramo de Pimentón en Pasto. 2002 – 2004.	105
Figura 31 Macro Localización del Proyecto.	111
Figura 32 ETAPA I: Acondicionamiento de Materia Prima	115
Figura 33 ETAPA II: Extracción de Oleorresina	115
Figura 34 Balance de materia del Proceso de Acondicionamiento de Materia Prima	120
Figura 35 Balance de Materia y Energía del Proceso de Extracción	124
Figura 36 Análisis de Relación de Áreas	131

	pág.
Figura 37 Organigrama Adolka Ltda.	134
Figura 38 Diagrama de Flujo de Fondos a Precios Constantes (cifras en miles de \$)	147
Figura 39 Punto de Equilibrio.	154

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A Análisis Estadístico de el Porcentaje de Desperdicios en Pimentón (Capsicum annum)	166
Anexo B Análisis Estadístico de Diseño Completamente al Azar Según el Tipo de Disolvente en la Extracción de Oleorresina de Pimentón (Capsicum annum).	170
Anexo C Esquemas del Secador Solar	173
Anexo D Esquema del extractor de oleorresina.	176
Anexo E Diseño y Distribución de Planta	180
Anexo F Diagrama de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	185
Anexo G Determinación de Color ASTA (American Spice Trade Association) Norma 20.1	188
Anexo H Polaridad de Algunos Solventes	191

INTRODUCCIÓN

El primer contacto que presenta el consumidor con un producto es a través de la vista, de manera, que un buen aspecto puede ser determinante para la elección o rechazo del mismo. Elementos como tipo de empaque, textura y color crean un juicio inmediato en el consumidor, esto se observa frecuentemente en productos como frutas y verduras donde el aspecto es el único criterio que tiene el consumidor para decidir su compra.

Lo mismo sucede con los alimentos procesados, en los cuales el consumidor siempre espera un color uniforme y constante; un cambio en este aspecto, puede resultar en un rechazo del producto, por tanto, desde el punto de vista del fabricante es necesario encontrar un elemento, que logre dar al producto estas características, esto se logra mediante la aplicación de colorantes.

Por otra parte las tendencias actuales del mercado, orientadas al consumo de productos más sanos y naturales, han llevado a volcar los ojos de la industria hacia la investigación en el uso de materias primas de origen natural y su aprovechamiento como aditivos para la industria alimentaria.

La presente propuesta de investigación se orienta a evaluar la viabilidad técnica y económica de la implementación de una agroindustria para la extracción de oleorresina de pimentón, colorante natural de uso en la industria de alimentos y farmacéutica. El desarrollo de un estudio de factibilidad hace posible de manera preliminar conocer con un menor grado de incertidumbre como será el desarrollo del proyecto y de esta manera se pretende además hacer un aporte al desarrollo de la cadena productiva en el departamento de Nariño.

La oleorresina de pimentón se ha usado como colorante alimentario hace varios años, ofreciendo la ventaja de ser un producto natural y además cuenta con la presencia de Carotenoides precursores de provitamina A (Vg. β - caroteno) que le dan un carácter de alimento funcional.

En Colombia la cadena agroindustrial del pimentón es incipiente, sin embargo en países como España, Estados Unidos, México y recientemente Perú, esta se encuentra en un mayor nivel de desarrollo. La búsqueda en la extracción con un mínimo efecto sobre el extracto y residuos de disolventes ha llevado en la

actualidad al uso de la tecnología de fluidos súper críticos, sin embargo la tecnología se encuentra disponible en nuestro medio a nivel de centros de investigación.

La Ingeniería Agroindustrial ofrece la posibilidad de transformar y generar valor agregado a las materias primas provenientes del sector primario. El uso de diversos grados de transformación permite obtener productos de diversas características y cualidades. Este es el caso de la Oleorresina de Pimentón.

El presente estudio, se ha organizado siguiendo la metodología de la formulación y evaluación de proyectos, en los capítulos uno a cuatro se presenta el estado actual del problema, se plantea el problema de investigación y se establece la justificación y los objetivos del trabajo. En el capítulo quinto se presenta una revisión de los aspectos más relevantes de los fundamentos teóricos concernientes al proceso tecnológico y al producto. El capítulo sexto corresponde al estudio de mercado del producto, en el se ilustra la demanda, la oferta y se determina el precio del producto. El capítulo séptimo corresponde al diseño experimental, el cual se plantea como una base al estudio técnico presentado en el capítulo octavo. Finalmente el capítulo noveno presenta el estudio financiero y la evaluación del proyecto.

1. IDENTIFICACIÓN Y ESTADO ACTUAL DEL PROBLEMA

El género *Capsicum* en sus diferentes especies, tiene su origen en las regiones tropicales y subtropicales de América, principalmente en países como Bolivia y Perú. A nivel mundial el pimentón forma parte importante de la cultura gastronómica como una especia y en la industria se ha usado como colorante y saborizante en salsas, sopas y otras preparaciones.

La mayoría de las especies del género *Capsicum* han sido llevadas desde América hacia distintas regiones del mundo y rápidamente han tomado un lugar importante dentro de la canasta familiar de muchos países, por lo que su cultivo, aunque está muy reducido en superficie, se encuentra ampliamente extendido, siendo China, Estados Unidos y México los principales productores a nivel mundial. Otros países como Hungría, Los Balcanes, Francia, Italia, España e India, han venido presentando un aumento considerable en el área sembrada. En Colombia, de acuerdo con los datos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, en 1997 el área cosechada con pimentón sobrepasaba las 1.500 hectáreas, siendo los departamentos del Valle del Cauca, Antioquia, Santander y Bolívar los principales productores (ver Cuadro 1)¹.

A nivel comercial en Colombia se destaca el poco dinamismo que muestran tanto las importaciones como las exportaciones de pimentón que, en los últimos años, tienden a la baja. Para Colombia, sólo se registraron importaciones de 700 kilos de pimentón por valor de 4.800 dólares en 1997 y 500 kilos por valor de 3700 dólares en 1998. De otro lado, sólo se han exportado a Venezuela 299 toneladas en 1993 y 7,2 toneladas en 1995, por valor de 59.000 y 5.100 dólares, respectivamente. Contrario a lo que ocurre a nivel mundial donde Estados Unidos realizó importaciones de 256 millones de dólares en 1997, siendo el mayor proveedor México, de igual manera las importaciones de la Unión Europea sobrepasaron los 430 millones de dólares para el mismo año; la mayor parte del producto importado procede de países que están por fuera de la comunidad, dentro de los cuales se destacan Indonesia, India, Brasil, Singapur y Malasia, que dominan más del 55% de las importaciones extracomunidad².

En general la producción agrícola en Nariño no cuenta con gran tecnificación ni desarrollo y el cultivo de Pimentón no es la excepción, la producción se restringe a

¹ BOLETÍN CCI: Exótica. Año 3. Volumen 11. Junio - Septiembre 1999. p 5.

² Ibid., p 5.

minifundios y a la agricultura de subsistencia, por lo cual no se encuentran registros de producción en la Secretaría de Agricultura. En el departamento este producto no cuenta con ninguna alternativa de agroindustrialización y su comercialización está limitada a la venta en fresco.

Cuadro 1. Área, Producción y Rendimiento del Cultivo de Pimentón en Colombia. 1998.

DEPARTAMENTO	ÁREA (HAS)	PRODUCCIÓN (TON)	RENDIMIENTO (TON/ HA)
Valle	364.0	4,669.0	12.8
Tolima	47.0	329.0	7.0
Santander	266.0	3,998.0	15.0
Norte de Santander	23.0	307.0	13.3
Huila	44.0	471.0	10.7
Cundinamarca	80.0	2,000.0	25.0
Caldas	5.0	37.2	7.4
Boyacá	22.0	154.0	7.0
Bolívar	580.0	6,553.0	11.3
Antioquia	136.0	2,744.0	20.2
TOTAL	1,567.0	21,262.2	13.57

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 1998.

En el Cuadro 2 se muestran los datos de exportaciones e importaciones para el periodo enero – marzo, comparado en 3 años; los datos son presentados para aceites esenciales, ítem en el cual se incluyen las oleorresinas.

Cuadro 2 : Balanza Comercial de Aceites Esenciales de Colombia (Período Enero – Marzo. Años 2002 - 2004).

AÑO	EXPORTACIONES	IMPORTACIONES	SALDOS	
	Volumen = kilos netos	Volumen = kilos netos	volumen	Variación %
2002	3.000	79.000	-76.000	
2003	3.000	110.000	-107.000	28.97
2004	1.000	89.000	-88.000	17.75

Fuente: Mincomex, 2004.

La balanza comercial de aceites esenciales, muestra claramente una inclinación negativa para este rubro, manifestándose un déficit en la producción, lo que indica un predominio de las importaciones para la satisfacción de la demanda interna, de

igual manera se muestra para el periodo analizado una tendencia creciente de la demanda aumentando en un 28.97 % entre los años 2002 y 2003, sin embargo para el año 2004 se muestra una disminución de la demanda, de un 17.75% frente a las importaciones del 2003, esto debido quizá a la situación económica del país, es conveniente analizar la tendencia para un periodo mayor. Las exportaciones son mínimas frente a las importaciones para este rubro y se muestran constantes para los años 2002 y 2003; para el año 2004 existe una disminución de las exportaciones bastante significativa.

Existe el potencial en la región para la producción de Pimentón, justificado por la presencia de zonas aptas para su producción, disponibilidad de mano de obra y la carencia de canales de comercialización para los productos agrícolas en Nariño. Por otro lado se considera la agroindustrialización del pimentón como nula, solo existiendo la comercialización en fresco. Las tendencias de consumo muestran un mercado en crecimiento para los productos y aditivos naturales.

A nivel mundial los mayores productores de oleoresina son las empresas Givaudan y Kalsec Inc. Quienes han logrado grandes desarrollos en la obtención de productos de gran calidad y la obtención de aquarresinas las que ofrecen mayor facilidad para el uso industrial.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo implementar una Agroindustria para la producción de Oleorresina de Pimentón (*Capsicum annuum*), que sea factible técnica y económicamente, y que garantice su sostenibilidad?

3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La agroindustria permite la posibilidad de dar valor agregado y generar una amplia gama de nuevos productos, de manera que el desarrollo de la cadena del pimentón, es una alternativa, a los cultivos tradicionales.

El desarrollo en innovación tecnológica permite la inserción a mercados de mayor amplitud y exigencia, este es el caso de los productos naturales como los colorantes, donde Floreno³ menciona un incremento en el mercado de las oleorresinas del 50% entre los años 1990 y 1995.

El uso de colorantes en la industria alimentaria, permite obtener productos de calidad uniforme. Así pues; la obtención de un extracto concentrado de pimentón agrega ventajas frente al producto en fresco como son:

- Requieren un menor espacio de almacenamiento.
- Difícil contaminación con impurezas garantizando una mejor higiene del producto.
- Menores costos de transporte y fletes.
- Permiten una mejor dosificación y dispersión en la masa alimenticia que los condimentos naturales.
- Pueden almacenarse durante mucho tiempo en condiciones óptimas, sin pérdida de sabor ni deterioro.

A las anteriores ventajas se puede sumar los aspectos funcionales que posee el extracto, por su alto contenido en Carotenoides (antioxidantes naturales), varios de los cuales son provitamina A.

Conviene analizar la cadena del pimentón como una alternativa de diversificación del agro nariñense y una opción de generación de desarrollo para la región.

³ FLORENO, Anthony. Oleoresin demand rises on new uses, expansions. En :Chemical Marketing Reports. New York, Vol. 247, Iss. 9; Feb 27 1995; p 23.

El uso de la metodología de formulación de proyectos permite establecer las condiciones a las que hará frente la alternativa empresarial propuesta y de esta manera establecer la rentabilidad de manera temprana. Además, con la aplicación de algunos indicadores financieros usados en la evaluación es posible demostrar cuantitativamente la rentabilidad y sensibilidad del proyecto.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la viabilidad de mercado, técnica y financiera de Producción de Oleorresina de Pimentón para contribuir al desarrollo de la cadena del pimentón en Nariño.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer la demanda, oferta, precios y aspectos de comercialización del producto para determinar la viabilidad de mercado del proyecto.
- Establecer los requerimientos de materia prima, tecnología y localización del proyecto, para determinar su viabilidad técnica.
- Estimar el impacto ambiental del proyecto.
- Determinar las condiciones más adecuadas del proceso de extracción de Oleorresina de Pimentón.
- Realizar el estudio económico y financiero y analizar los resultados para determinar la factibilidad del proyecto desde el punto de vista de las potencialidades industriales.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 COLORANTES

La sensación de color es experimentada por la incidencia de la luz sobre un cuerpo; su percepción es un proceso neurofisiológico muy complejo. El ojo humano percibe los colores que posean una longitud de onda en el rango de 380 a 780 nm.

En la industria alimentaria, el color es un factor fundamental tanto para el productor como para el consumidor, en muchas ocasiones es considerado como criterio de calidad y elección entre un producto y otro.

Así pues el consumidor tiene su primera impresión del producto por la evaluación visual, de manera que al ser la primera, puede ser excluyente⁴.

Los colores en los alimentos se deben a distintos compuestos, principalmente orgánicos, algunos que se producen durante su manejo y procesamiento, y otros que son pigmentos naturales o colorantes sintéticos añadidos⁵. Cada producto posee de acuerdo a su composición un color específico que en alimentos vegetales y animales, se debe a sus correspondientes pigmentos.

Actualmente en el mercado existen productos cada vez más elaborados, en su formulación, y se producen por la incorporación de un sin número de materias primas de diversos orígenes y aditivos, dentro de los cuales se encuentran los colorantes⁶.

La primera clasificación que se puede hacer de los colorantes es de acuerdo a su origen, siendo natural o artificial. En el Cuadro 3, se indican los colorantes aprobados en la resolución 10593 de 1985 del Ministerio de Salud de acuerdo a su origen.

⁴ CALVO C. Colorantes Funcionales. En: Rev. Alimentación, Equipos y Tecnología. p. 87.

⁵ BADUI Salvador. Química De Los Alimentos. Ed. Pearson Education. Mexico;2000, p. 379 – 405.

⁶ LINDEN G. y LORIENT D. Bioquímica Agroindustrial. Zaragoza; Acribia S.A.1996. p. 391 – 401.

En esta lista se mencionan colorantes que tienen restricción en cuanto a su uso debido a posible toxicidad, generalmente son productos obtenidos por síntesis química. En cuanto a los colorantes naturales e idénticos a los naturales su uso está ceñido a las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) ya que no tienen contraindicaciones o las dosis letales son demasiado altas para ser consideradas. La oleoresina a pesar de que no tiene denominación propia, por su composición cabe dentro de la denominación de carotenos y xantofilas y es sustituto de algunos como: rojo de remolacha, rojo cochinita, achiote, azafrán, entre otros.

Cuadro 3 : Tipos de Colorantes Naturales y Artificiales Usados en la Industria Alimentaria de Acuerdo a su Origen.

COLORANTES NATURALES E IDÉNTICOS A LOS NATURALES		ARTIFICIALES	
NOMBRE	DOSIS	NOMBRE	DOSIS
Alcanna, Alcannina, ancusina u Orkanol color	BPM	Amarillo de quinoleína	50mg/Kg.
Antocianinas	BPM	Amarillo ocaso FCF o FD y C Amarillo No 5	200mg/Kg.
Carotenos	BPM	Tartrazina o D y C Amarillo No 5	100mg/kg
Ácido beta-apo-8-carotenoico	BPM	Azul brillante FCF y C Azul No 1	100mg/kg
Beta apo-8-carotenal	BPM	Índigo Carmin, Indigotina o FD y C azul No 2	100mg/kg
Cantaxantina	BPM	Negro brillante BN	300mg/kg
Xantofilas	BPM	Verde rápido FCF o FD y C	
Achiote o Anato	BPM	Verde No 3	100mg/kg
Azafran, Crocina y _Crocetina	BPM	Marrón HT	50mg/kg
Clorofila	BPM		
Completo de cobre y clorofila	BPM		
Complejo de cobre y clorofila y sales sodicas y potasicas	BPM		
Riboflavina y Riboflavina-5- fosfato de sodio	BPM		
Rojo de remolacha y betanina	BPM		
Cochinilla, Carmin y Ácido Carminico	BPM		
Curcuma y Curcumina	BPM		

Fuente: Adaptado Resolución 10593 de 1985, Ministerio de Salud.

En los países de la Unión Europea, los aditivos alimentarios autorizados se designan mediante un número de código, formado por la letra E y un número de tres o cuatro cifras, en esta clasificación se encuentran los carotenoides, que por ser un grupo tan complejo de sustancias tiene subdivisiones como se ilustra a continuación:

E-160 Carotenoides

E-160 a	Alfa, beta y gamma caroteno
E-160 b	Bixina, norbixina (Rocou, Annato)
E-160 c	Capsantina, capsorrubina
E-160 d	Licopeno
E-160 e	Beta-apo-8'-carotenal
E-160 f	Ester etílico del ácido beta-apo-8'-carotenoico

La compleja composición de la oleorresina de pimentón incluye las clasificaciones a y c; cabe mencionar que la legislación alimentaria europea es una de las más exigentes y de manera que su aceptación facilita el acceso al mercado.

La oleorresina es un colorante de origen natural el cual por su composición entra dentro de los carotenoides. Badui, clasifica los pigmentos relacionados con los alimentos en ocho categorías:

1. Carotenoides.
2. Clorofilas.
3. Antocianinas.
4. Flavonoides.
5. Betalaínas.
6. Taninos.
7. Mioglobina y Hemoglobina.
8. Otros⁷.

Los colorantes naturales, están tomando mayor importancia en el mercado por el creciente interés en productos saludables sobre todo en los países desarrollados⁸, además no presentan restricciones en su uso y ni riesgos de toxicidad.

⁷ BADUI, Op. Cit., p. 379 – 405.

⁸ FLORENO, Op. Cit., p. 23.

De la clasificación hecha por Badui⁹, los seis primeros grupos se encuentran fundamentalmente en productos vegetales, el séptimo grupo sólo se encuentra en productos de origen animal y en el octavo grupo se incluyen compuestos que también imparten color tanto a los tejidos vegetales como animales: en él se incluyen quinonas, santonas, la vitamina riboflavina como tal y en sus diferentes coenzimas, los citocromos, etc. Debido a que no son tan abundantes contribuyen poco al color de los alimentos.

5.2 CAROTENOIDES:

En la naturaleza se han identificado más de 420 tipos de Carotenoides; su color varía de amarillo a rojo, son los responsables de gran parte del color de frutas, flores y algunas algas, bacterias fotosintéticas, hongos y levaduras, se encuentran básicamente en tejidos que llevan a cabo la fotosíntesis¹⁰.

De acuerdo a su estructura química se han dividido en dos grupos: carotenos y xantofilas. Los primeros tienen características de hidrocarburos, son solubles en éter de petróleo y poco en etanol; se destacan los α , β y γ - carotenos y el licopeno. Por su parte, las xantofilas son la forma oxidada de las anteriores, se presentan como ácidos, aldehídos o alcoholes y son solubles en etanol, metanol y éter de petróleo; ejemplo de estos compuestos son la fucoxantina, la luteína y la violaxantina¹¹.

La concentración de los distintos Carotenoides varía considerablemente con la madurez de los productos vegetales y con la pérdida de la clorofila.

El pimentón (*Capsicum annuum*) contiene 280 ppm de Carotenoides de los cuales 60% corresponden a la Capsantina, 20% a Capsorubina y 11% al β - caroteno. Cabe indicar que los carotenos, además de servir como precursores de la vitamina A en el organismo humano, también cumplen una función biológica protectora contra la formación y la acción de los radicales libres, los que a sus vez llegan a dañar las células¹².

⁹ BADUI. Op. Cit. P. 379 – 405.

¹⁰ Ibid., p. 379 – 405.

¹¹ Ibid., p. 379 – 405.

¹² Ibid., p. 379 – 405.

Debido a su estructura insaturada, los Carotenoides están sujetos a muchos cambios químicos inducidos por las diferentes condiciones de procesamiento (principalmente por las altas temperaturas, las radiaciones electromagnéticas y el oxígeno) que se dan en la industria. Su transformación, provoca cambios de color y reduce el valor nutritivo¹³.

5.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PIMENTÓN

El género *Capsicum*, que incluye entre 20 y 30 especies, tiene su origen en las regiones tropicales y subtropicales de América, principalmente en países como Bolivia y Perú. A nivel mundial, la especie más cultivada es la *Capsicum annuum*, a partir de la cual se originan dos productos diferentes: el ají (fruto picante) y el pimiento o pimentón (no picante).

Esta verdura posee un alto contenido de vitaminas A, B1, B2 y C; contiene más vitamina C que el tomate y tres veces más que la naranja. Se caracteriza por ser una planta perenne cuando se presenta en forma silvestre, aunque en los cultivos comerciales se maneja como anual. Durante las primeras fases de desarrollo, las ramas y el tallo, tienen una consistencia herbácea, aunque con el crecimiento van tomando su aspecto semileñoso. Las ramas son dicótomas y se caracterizan por tener hojas enteras, globosas, con un color verde brillante, cuya forma es variada, encontrándose desde ovaladas hasta elongadas. Las flores que desarrolla son pentámeras, de color blanco, solitarias y se ubican en las axilas de las hojas. El fruto se clasifica como una baya, que puede tener forma de bloque, rectangular y/o cónica. Posee un gran número de semillas que se encuentran adheridas en el centro del fruto, son de color crema y de forma aplanada.

La mayoría de las especies del género *Capsicum* han sido llevadas desde América hacia distintas regiones del mundo y rápidamente han tomado un lugar importante dentro de la canasta familiar de muchos países, por lo que su cultivo, aunque está muy reducido en superficie, se encuentra ampliamente extendido en el mundo. En la Figura 1 se muestra una planta de *Capsicum annuum* con sus frutos en estado de madurez, los cuales muestran un rojo intenso y apariencia saludable.

5.3.1 Composición del Pimentón: La principal característica del pimentón (*Capsicum annuum*) es su color, un atributo proporcionado por su perfil de carotenoides. Sus principales derivados comerciales, la oleoresina y la páprika

¹³ Ibid., p. 379 – 405.

son ampliamente usados, aparte de sus usos culinarios, para corregir o suplir color en alimentos procesados¹⁴. Las variedades rojas del *C. Annuum* son fuentes muy ricas de carotenoides, particularmente Capsantina y Capsorubina.

Figura 1: Apariencia del Pimentón (*Capsicum annuum*)



La percepción del color en la oleoresina de pimentón se debe a nueve pigmentos carotenoides principales presentes en diferentes formas de esterificación, la esterificación de los pigmentos no modifica las propiedades cromológicas de el pigmento pero si altera las propiedades fisicoquímicas particularmente la polaridad¹⁵.

Existen alrededor de 30 pigmentos isomeros de 8 xantofilos cada uno con diferentes propiedades fisicoquímicas y cromáticas. La cantidad y calidad de los pigmentos dependen del tipo de fruto (variedad)¹⁶.

¹⁴ PEREZ-GALVEZ y MINGUEZ MOSQUERA. Structure – Reactivity Relationship in the Oxidation of Carotenoid Pigments of the Pepper (*capsicum annuum* L.). En: J. Agric. Food Chem, 2001, 49; p. 4864 – 4869.

¹⁵ JAREN - GALAN M. y MINGUEZ - MOSQUERA M. Quantitative and Qualitative Changes Associated with Heat Treatments in the Carotenoid Content of Párika Oleoresins. En: J. Agric. Food Chem. 1999, 47; p. 4379-4383.

¹⁶ *Ibid.*, p. 4379-4383.

El pigmento mayoritario en la oleorresina de pimentón es la Capsantina, en el análisis de varias oleorresinas encuentra entre 41 – 38% del total de carotenoides, si se agrupan por fracciones, los pigmentos rojos contienen Capsantina en una absoluta mayoría alrededor de 70 – 75%, Los pigmentos amarillos son mas uniformes no se da una predominancia de algún pigmento en particular. Con respecto a la fracción isocromática predominante, la fracción roja comprende alrededor del 60 – 70 % de la pigmentación en la oleorresina de pimentón. En este mismo análisis la relación entre pigmentos rojos y amarillos está alrededor de 1.4¹⁷. Cada oleorresina tiene un contenido específico de carotenoides y una propia relación entre las fracciones rojas y amarillas, hecho que demuestra que han sido obtenidas de distintas variedades de fruto o usando un procedimiento de extracción específico.

En la Figura 2 se indica la estructura química de los principales componentes de el pimentón, la Capsantina y Capsorubina corresponden a dos pigmentos rojos presentes exclusivamente en el género *Capsicum* y de gran importancia como criterio de calidad en la oleorresina de pimentón. La Capsaicina es el componente que proporciona la pungencia en el fruto y su concentración depende de la variedad, puede considerarse su importancia industrial en la fabricación de gas pimienta.

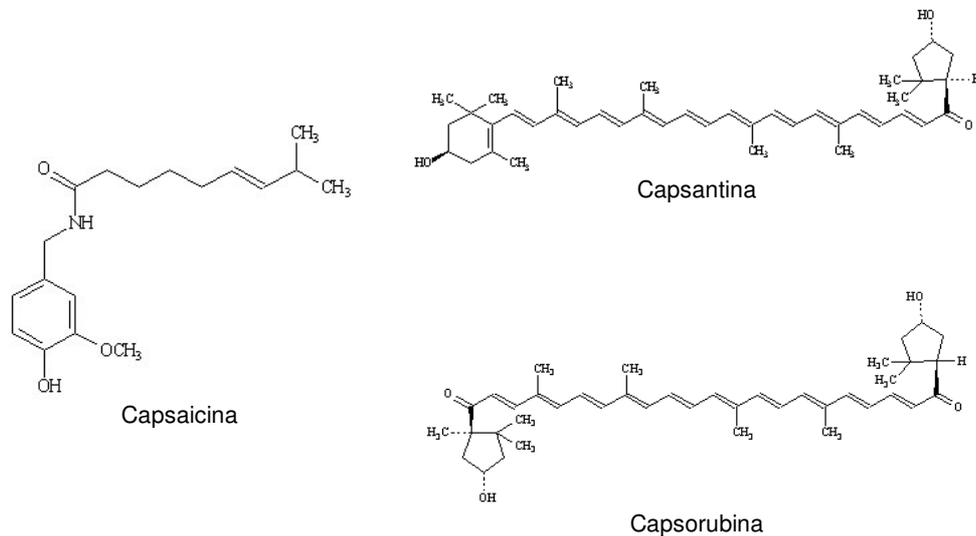
Además de los pigmentos el pimentón contiene cierta cantidad de material graso, generalmente glicéridos y antioxidantes, se encuentran en mayor proporción en las semillas del fruto, algunos ácidos grasos reportados son: Palmítico y Esteárico en el fruto y en la semilla, Linoleico, Linolenico además de los antes mencionados son los más relevantes. Estos ácidos grasos pueden actuar como protectores contra la pérdida oxidativa de los carotenoides¹⁸.

En el Cuadro 4 se ilustra el contenido total de carotenoides en cinco cultivares de *Capsicum annuum L.* A través de la maduración, se distinguen seis etapas, FVND: Fruto verde no desarrollado, FVD: Fruto verde desarrollado, CI: Cambio coloración 1, CII: Cambio de coloración 2, RI: Fruto rojo 1, RII: Fruto rojo 2. El contenido total de carotenoides se incrementa a lo largo de la maduración y puede variar de un cultivar a otro, de manera que un examen de las características productivas de diferentes variedades pueden permitir cruces para incrementar la productividad y cantidad de pigmentos en los frutos.

¹⁷ Ibid., p. 4379-4383.

¹⁸ ORHAN, et al. A comparative study on the fatty acid contents of *Capsicum annuum* varieties, En: *Biochemical Systematics and Ecology* 30 (2002); p. 901 – 904.

Figura 2: Estructura química de los principales componentes presentes en el pimentón *Capsicum annuum*



Fuente: Disponible en Internet: <http://www.kalsec.com>

5.3.2 Biosíntesis de Carotenoides en el Pimentón (*Capsicum annuum*): El contenido de carotenoides en un cultivar depende de varios factores: mayor o menor expresión de los genes que gobiernan la carotenogénesis, características fisiológicas y morfológicas intrínsecas del cultivar y las condiciones de crecimiento. Estos factores hacen que exista diferencia entre las múltiples variedades de pimentón, a pesar de ello existen algunos procesos que aunque con leves variaciones son característicos del género.

Cuadro 4 Evolución del Contenido Total de Carotenoides^a Durante la Maduración de 5 Cultivares de *Capsicum annuum* L.

CULTIVAR	ETAPA DE MADURACIÓN					
	FVND	FVD	CI	CII	RI	RII
Delfin	450.00	187.56	272.00	1010.48	3138.11	6899.96
Belrubi	357.75	281.38	518.27	1051.31	3631.61	7886.00
Mana	350.00	347.27	448.16	737.47	5665.64	13207.56
Numex	364.08	290.43	275.77	1208.52	3035.57	6818.76
Negral	272.22	181.80	513.21	1381.53	3781.53	8797.23

^a En miligramos por kg de peso seco.

Fuente: HORNERO MENDEZ et al. En: J. Agric. Food Chem. 2000, 48, p. 3857 – 3864¹⁹.

¹⁹ HORNERO – MENDEZ, et al. Carotenoid Biosíntesis Changes in Five Red Pepper (*Capsicum annuum* L.) Cultivars during Ripening. Cultivar Selection for Breeding. En: J. Agric. Food. Chem. 2000, 48, p. 3857 –3864.

En el pimentón, desde el inicio de la maduración, pigmentos como luteína y neoxantina, desaparecen gradualmente y son reemplazados por pigmentos como zeaxantina y β -criptoxantina. Esta desaparición es muy marcada en todas las variedades. En general, el rol de la luteína en plantas verdes parece estar íntimamente unida a el proceso fotosintético como parte de un sistema de captura de luz, así que la desaparición gradual junto con las clorofilas parece ser el resultado de la pérdida de funcionalidad una vez bloqueada la fotosíntesis. Luteína y Zeaxantina son sintetizadas al mismo tiempo por acción de enzimas ciclasas, las cuales transforman de un grupo final hacia el anillo ϵ y el otro hacia el anillo β en el caso de la luteína y dos anillos β en el caso de la zeaxantina. Una vez la maduración inicia, solo carotenoides con dos anillos β son sintetizados y en consecuencia la desaparición de el único carotenoide que tiene un anillo ϵ , la luteína, revelando que la actividad ciclasa es ahora envuelta solo en la biosíntesis de carotenoides de series β (β -caroteno, anteraxantina, violaxantina, zeaxantina, β -criptoxantina, Capsantina, Capsorubina, Capsantina-5,6-epoxide y cucurbitaxantina A) ^{20, 21}.

En el caso de la biosíntesis de neoxantina, el bloqueo toma lugar en otro nivel. En el pimentón desaparece durante la maduración. Neoxantina es formada de su precursor violaxantina, el cual es biosintetizado en gran cantidad durante la maduración de el pimentón rojo pero después es transformado en Capsorubina y Capsantina 5,6 epoxide, así que el paso de violaxantina a neoxantina es restringido y posiblemente bloqueado. Por otra parte, debido a que la mayoría de la anteraxantina, el precursor de la violaxantina, es usando en la síntesis de Capsantina (el pigmento mayoritario de el fruto maduro), esto debería también tener un efecto negativo en la producción de neoxantina al principio de la maduración²².

Zeaxantina es el pigmento mayoritario de la fracción amarilla durante la maduración, lo cual denota el rol central de este pigmento como origen de el resto de intermediarios en la ruta biosintética. Zeaxantina experimenta epoxidación para dar anteraxantina, la cual es epoxidada a violaxantina. Ambos pigmentos son esenciales en la síntesis de pigmentos intrínsecos de el pimentón (Capsantina y Capsorubina) por la vía de reorganización de pinacol de el grupo 3-hidroxi-5,6-epoxide a acilciclopentanol o anillo κ . La enzima responsable de la reorganización del anillo acilciclopentanol es denominada capsantin- capsorubin sintetasa (CCS),

²⁰ MOLNAR Peter, et al. Carotenoid Composition in the Fruits of Red Paprika (*Capsicum annum* var. *lycopersiciforme rubrum*) during ripening; Biosynthesis of Carotenoids in Red Paprika. En: J. Agric. Food Chem, 2001, 49, p. 1517 – 1523.

²¹ HORNERO – MENDEZ, et al. Op. Cit. p.3857 –3864.

²² *Ibid.*, p. 3857 –3864.

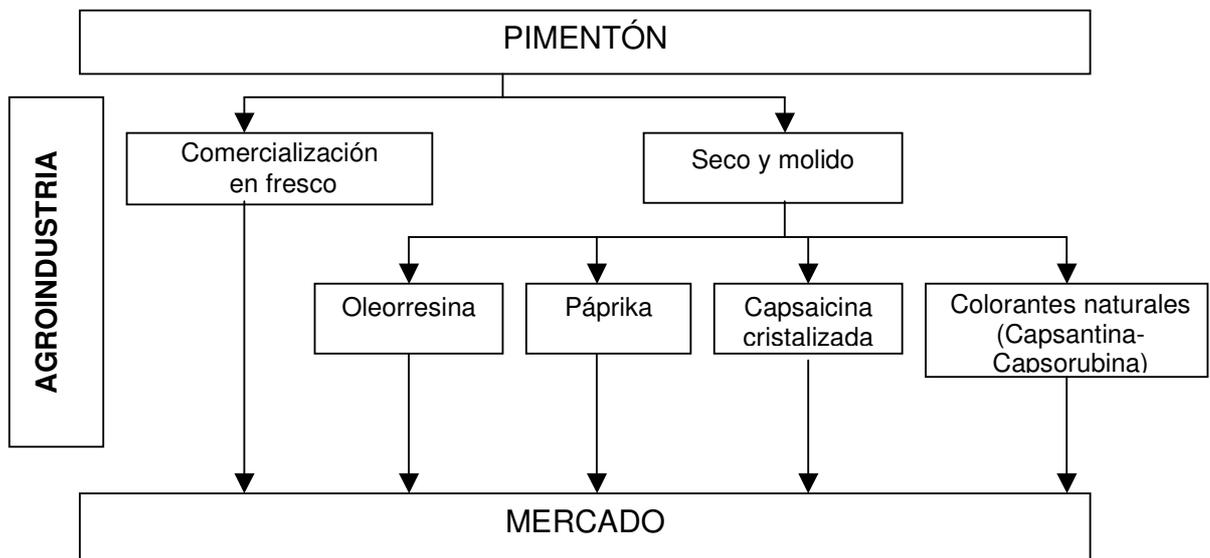
o κ -ciclasa. La maduración regula la actividad de CCS sobre la anteraxantina y violaxantina para proveer Capsantina y Capsorubina, respectivamente. Una deficiencia de la enzima CCS o una mutación en el gen que la codifica resulta en la incapacidad de la fruta para formar pigmentos que tengan anillos κ , esto es, los de la fracción roja, y la coloración final de el fruto maduro es amarillo²³.

5.4 INDUSTRIALIZACIÓN DEL PIMENTÓN

El pimentón es frecuentemente denominado, páprika, que es el nombre comercialmente usado también para el producto desecado y molido. El pimentón, ofrece varias posibilidades de agroindustrialización, en las cuales se incorpora como condimento o como colorante. En la figura 3 se ilustra las potenciales posibilidades de agroindustrialización para este producto.

Algunos géneros del *Capsicum* son usados para la extracción de sustancias pungentes para la fabricación de gas pimienta o gas picante. El principio activo son los capsansinoides, los cuales están presentes en diferentes concentraciones de acuerdo a la variedad.

Figura 3 Esquema de la Agroindustrializacion del Pimentón.



²³ Ibid., p. 3857 –3864.

A continuación se describen los eslabones de la cadena agroindustrial mencionados en la Figura 3 haciendo especial énfasis en la oleorresina de páprika que es el producto de interés.

5.4.1 Pimentón Fresco: Tras su apropiado manejo en cosecha puede ser seleccionado, clasificado y empacado siguiendo los principios básicos de el manejo poscosecha, para su posterior comercialización. Manteniendo a una adecuada cadena de frío es posible un almacenamiento de 30 a 35 días. Este es el principal modo de comercialización en nuestro medio y está dirigido básicamente para el mercado de consumo.

5.4.2 Páprika: A pesar de que esta es la denominación que se da al fruto del pimiento, en nuestro medio, este es el nombre comercial del producto desecado y molido. El pimentón en polvo se utiliza como agente colorante en la cocina doméstica y en la industria alimenticia.

5.4.3 Capsaicina: Se obtienen por diferentes métodos de extracción para obtener los componentes en forma pura. La Capsaicina se constituye como el componente pungente del pimentón y es obtenida principalmente del *Capsicum frutescens* su uso está dirigido principalmente a la elaboración de armas no letales como el gas pimienta.

5.4.4 Oleorresina: La oleorresina es el aceite resultante del proceso de extracción y concentración del pimentón. Es un aceite viscoso que tiene color intenso y aroma tpico del pimentón. La oleorresina de pimentón se utiliza como colorante natural en productos alimenticios procesados, fundamentalmente carnes, sopas, salsas y snacks; además se emplea en la industria cosmética. La Oleorresina, es uno de los Colorantes orgánicos naturales permitido para uso en alimentos procesados por las diferentes normativas de cada país.

Se puede decir que un kilo de oleorresina de pimentón de 100.000 Uds de color de la variedad "capsicum", equivale a unos 20 kilos de pimiento de primera calidad, aunque su poder de coloración es muy superior, ya que mantiene su intenso color durante más tiempo.

- **Tipos de Oleorresina:** Comercialmente es posible encontrar dos tipos de oleorresina, cada una de las cuales se usa de acuerdo a las características del alimento en que será usado.

- Oleorresina Soluble en Aceite (Liposoluble): Es la oleorresina en su estado puro, resultante del proceso de extracción. Está preparada para su uso con otras materias oleosas o grasas. Se suministra en graduaciones de color que van desde la 40.000 a las 180.000 unidades de color.
- Oleorresina Soluble en Agua (Hidrosoluble): Mediante la incorporación de un polisorbato vegetal se consigue que la oleorresina sea soluble en agua. Este tipo de oleorresina está especialmente indicado para su uso en la industria alimentaria, elaboración de sopas, bebidas, conservas, etc. Se suministra en graduaciones de color que van desde la 30.000 a las 80.000 unidades de color.
- Composición: Como se ha mencionado antes la composición de la oleorresina de pimentón puede variar de una a otra por factores tecnológicos y de acuerdo a la materia prima de procedencia, pero en general, en la oleorresina la Capsantina es el pigmento mayoritario, este pigmento es también el dominante en la fracción de pigmentos rojos, dentro de los pigmentos amarillos son más uniformes en su composición y no hay pigmento predominante. Con respecto a la fracción dominante la roja comprende del 60 –70% de los pigmentos en la oleorresina, esto se observa en la relación entre pigmentos rojos y amarillos, el uso de diferentes procesos tecnológicos y diferentes variedades muestra una diferente relación entre pigmentos²⁴. En el Cuadro 5 se indica la composición de carotenoides de cuatro diferentes oleorresinas de pimentón.

Cuadro 5: Composición de Carotenoides Presentes en la Oleorresina de Pimentón

Pigmento	Concentración (g/kg)			
	Oleorresina 1	Oleorresina 2	Oleorresina 3	Oleorresina 4
Capsorubina	3,90 +/- 0,72	3,66 +/- 0,42	2,97 +/- 0,42	5,99 +/- 0,62
Violaxantina	3,82 +/- 0,44	1,59 +/- 0,84	1,52 +/- 0,84	4,25 +/- 0,98
Capsantina epoxide	3,01 +/- 0,56	1,97 +/- 0,35	1,66 +/- 0,27	3,78 +/- 0,98
Capsantina	32,51 +/- 1,13	18,66 +/- 0,78	14,61 +/- 1,48	36,99 +/- 2,24
Cis- Capsantina	10,44 +/- 0,67	4,18 +/- 0,53	4,34 +/- 0,42	10,39 +/- 0,68
Capsoluteina	4,66 +/- 0,19	2,77 +/- 0,22	1,90 +/- 0,74	5,51 +/- 0,19
Zeaxantina	10,11 +/- 1,01	4,67 +/- 0,63	3,39 +/- 0,64	8,80 +/- 0,12
Criptoxantina	6,70 +/- 0,80	4,27 +/- 0,37	2,42 +/- 0,27	5,07 +/- 0,17
β-Caroteno	9,87 +/- 0,45	5,44 +/- 0,13	3,39 +/- 0,15	6,63 +/- 0,30
Total Rojos	49,85 +/- 1,53	28,55 +/- 1,48	28,55 +/- 1,48	57,15 +/- 2,88
Total Amarillos	35,36 +/- 1,30	18,8 +/- 1,38	18,58 +/- 1,38	30,26 +/- 0,32
Total Pigmentos	85,23 +/- 2,48	47,13 +/- 1,85	47,13 +/- 1,85	87,41 +/- 2,85
Relación R/A	1,41 +/- 0,05	1,54 +/- 0,16	1,54 +/- 0,16	1,98 +/- 0,10

Fuente: JAREN - GALAN M. Y MINGUEZ - MOSQUERA M. Op Cit. P. 47 4379-4383

²⁴ JAREN - GALAN M. y MINGUEZ - MOSQUERA M. Op. Cit. p. 4379-4383.

- Usos: La principal aplicación de la oleoresina de pimentón esta dentro de la industria alimentaria y farmacéutica donde se aprovechan sus excelentes cualidades de color y sabor, para trasladarlas a los alimentos.

El páprika se empezó a utilizar como especia por su capacidad de modificar el color de los alimentos, mejorar el aspecto y conferir características organolépticas particulares.

Actualmente se la usa no solo como sazonador, si no también como colorante en gran variedad de productos, entre los cuales se pueden incluir la industria láctea (quesos, mantequillas, etc.), industria de los piensos (avicultura, piscicultura, ganadería, etc.), industria conservera (vegetales, hidrobiológicos y cárnicos), industria de panificación (pasteles, galletas, etc.), gelatinas, pudines, embutidos y otros productos cárnicos, salsas, sopas, mayonesa, condimentos, bebidas refrescantes, congelados, polvos, jarabes, concentrados, industria cosmética (lápices labiales, polvos faciales, etc.).

Frente a políticas de preservación del medio ambiente y las tendencias al uso de colorantes naturales a nivel mundial en reemplazo de los colorantes artificiales el consumo de páprika continúa en aumento ligado también a los desarrollos en la tecnología de los colorantes naturales como son los extractos y concentrados hidrosolubles y liposolubles. El contenido de carotenoides del páprika pueden sustituir los colorantes Amarillo #5 y #6, a la Tartrazina y al Subset Yellow.

5.5 FUNDAMENTOS DE LA INDUSTRIALIZACIÓN DEL PIMENTÓN

Con el propósito de establecer el estado del arte y los principales aspectos en la industrialización del pimentón y debido a la carencia de reportes de avances tecnológicos en la región se realizó una revisión de publicaciones científicas. Los aspectos que se presentan a continuación constituyen la base para el desarrollo del estudio experimental y en consecuencia el estudio técnico.

5.5.1 Secado del Pimentón: El secado constituye un método para la preservación y mantenimiento de la vida útil del pimentón por medio de la reducción de su contenido de agua, permitiendo su almacenamiento en espera de tratamientos posteriores de extracción o su comercialización en forma de especia para uso directo.

En el secado se deben considerar varios aspectos que pueden influir en la calidad del producto entre ellos podemos mencionar, la degradación de pigmentos y de sus componentes activos como antioxidantes (vitamina C y E), además es relevante el costo de la operación y método de operación o tipo de secado.

El proceso de secado es influenciado por mecanismos internos de flujo de humedad causados por difusión, encogimiento y mecanismos externos como temperatura de secado, velocidad del aire y humedad. Durante el secado, el calor es transferido a la superficie de el producto, parte de este calor se propaga a el interior y el restante es utilizado en la evaporación de la humedad de la superficie. De igual manera, la humedad del interior difunde para reemplazar a la humedad evaporada en la superficie. Se asume generalmente que el mecanismo de movimiento durante el secado de capas delgadas de materiales biológicos es gobernado por la difusión²⁵.

Además de la madurez y la variedad genética del pimentón, el contenido de pigmentos está condicionado por factores tecnológicos. Los métodos usados para la deshidratación del pimentón son variados según la región y el grado de tecnificación, es tradicional el uso de el secado bajo el sol (exposición directa), el uso de deshidratadores solares y secadores por convección forzada con flujo de aire caliente ^{26, 27}.

Los carotenoides son muy estables cuando están presentes en el fruto (sin ningún tratamiento) sin embargo cuando son tratados son muy vulnerables a los efectos del calor, luz y oxígeno; se ha observado que el contenido total de carotenoides disminuye durante el secado y los procesos tecnológicos (v.g. molido) donde la pérdida de pigmentos rojos y amarillos alcanza valores de 79.8 y 83.2% en pimentón deshidratado en secador solar y de 85.5 y 87.5% de pimentón deshidratado en secador convectivo en ambos casos el contenido se evaluó tras el molido con un 30% de semillas ²⁸.

De manera que conviene la selección de unas condiciones apropiadas de operación para minimizar el stress térmico, sobre secado y mantener los componentes relevantes.

²⁵ RAMESH, WOLF and JUNG. Influence of processing parameters on the drying of spice paprika. En: J. of Food Eng. 2001, p. 63-72.

²⁶ Ibid., p 63 – 72.

²⁷ TUNDE – AKINTUNDE Op. Cit. p. 439 – 442.

²⁸ AYHAN TOPUZ AND FERAMUZ OZDEMIR. Influences of γ - Irradiation and Storage on the Carotenoids of Sun - Dried and Dehydrated Paprika. En: J. Of Agric. and Food Chem. 2003, 51, p. 4972 – 4977.

Se ha reportado que la concentración de pigmentos rojos y amarillos es mayor en el pimentón sometido al secado solar que en el deshidratado en secador industrial. La diferencia entre concentraciones de pigmentos pueden atribuirse a la biosíntesis de carotenoides durante el periodo de secado solar ²⁹ y a un menor daño sobre los componentes termolabiles, por el uso de menores temperaturas.

El uso de secadores solares brinda la ventaja de tener un bajo costo de instalación y puede ser construido con materiales locales, además no requiere del consumo de energía eléctrica o de algún tipo de combustible. Sin embargo este método presenta la desventaja de tener una alta dependencia de clima (estaciones, lluvia y radiación solar) y unos niveles de carga y eficiencia bajos frente al secado convectivo, de igual manera debido a la variabilidad de las condiciones climáticas la tasa de secado es muy variada dificultando el pronóstico del tiempo de secado. Otro aspecto a resaltar sobre todo cuando se realiza deshidratación solar bajo exposición al ambiente son los riesgos sanitarios debida a la alta susceptibilidad a contaminación externa lo que finalmente logra un producto de baja calidad. Este problema se supera en buena parte con el uso de secadores solares los cuales presentan cubiertas garantizando una mayor protección del producto y una mayor eficiencia³⁰.

Sin embargo el uso de secadores de aire caliente es una opción viable para el secado de los frutos sobre todo a escalas industriales, debido a su gran capacidad y velocidad de secado³¹. Los tiempos en este tipo de secado pueden variar de acuerdo a las condiciones de operación como humedad relativa, temperatura, velocidad y las características propias del equipo (flujo transversal, superficial, dimensiones, entre otras). Ibrahim Doymaz³² menciona periodos de secado de 22 a 31 horas según la temperatura de operación, Tunde – Akintunde et al. a similares condiciones con un secador de aire caliente menciona un tiempo de secado de alrededor de 40 horas. Las temperaturas de operación son variadas, un aumento en la temperatura ofrece una tasa de secado mas rápida sin embargo también se presenta un mayor impacto sobre el producto.

²⁹ Ibid., p 4972-4977.

³⁰ CONDORI M., ECHAZU R., SARAVIA L.. Solar Drying of sweet pepper and garlic using the tunnel greenhouse drier. En: Renewable Energy. 2001. p. 447 – 460.

³¹ TUNDE – AKINTUNDE. Op. Cit. p. 439 – 442.

³² IBRAHIM D., MEHMET P. Hot – Air drying characteristics of red pepper. En: J. Of Food Eng. 2002, p. 331 – 335.

5.5.2 Extracción de Oleoresina: La extracción de oleoresina de pimentón se puede considerar como una operación de extracción sólido – líquido o extracción por disolvente, es una operación de transferencia de materia en la que se extrae la materia soluble a partir de su mezcla con un sólido insoluble.

Habitualmente la fase de interés está constituida por la fase soluble y la fase insoluble constituye el residuo, este es el caso de la oleoresina. El proceso de extracción se usa en varios procesos en la industria de alimentos, como la extracción de azúcares de la remolacha, la eliminación de lipoproteínas amargas de la soja, la extracción de café para la elaboración de café soluble, etc.

Los mecanismos de extracción varían según la naturaleza del producto tratado, sin embargo puede esquematizarse del siguiente modo³³:

o Fase Inicial.

- *Adsorción del disolvente en la fase sólida:* Se observa el hinchamiento de las partículas o de los fragmentos sólidos lo que evidencia la sorción del disolvente en la fase sólida.
- *Lavado:* Cierta porcentaje del soluto contenido en las células dañadas durante el corte o la molturación del producto se extrae directamente por lavado.
- *Disolución de los componentes solubles:* A la anterior disolución de los componentes solubles, se le añade la solubilización de una fracción naturalmente insoluble, mediante hidrólisis. La cual puede ser química o enzimática.
- *Corrientes de disolución:* El disolvente caliente desnatura las células por coagulación de las lipoproteínas haciendo cada vez menos selectiva la permeabilidad de las paredes celulares. Por recalentamiento aumenta el volumen de la fase líquida interna, provocando sobre presiones que dan lugar a corrientes centrífugas de las soluciones a través de los poros.

o Periodo de Difusión: El proceso de difusión puede producirse ya que la desnaturación celular convierte a las membranas en holopermeables. La difusión tiene lugar en dos fases: una fase interna en el interior de la fase sólida

³³ MAFRAT P.; BELIARD E.. Ingeniería Industrial Alimentaria. Vol. II. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza.1994. p. 35 – 62.

y una fase externa a través de las capas límite que envuelven las partículas o los fragmentos sólidos.

En la medida en que la suspensión permanece agitada, el soluto abandona por convección la superficie externa de la capa límite. Globalmente, puede escribirse la transferencia de masa de modo siguiente:

$$dm / dt = -k A (C - C')$$

Donde:

A: Superficie de intercambio de la fase sólida.

C: Concentración en soluto de la fase sólida.

C': Concentración en soluto de la fase líquida.

k: Coeficiente global de transferencia de materia.

dm /dt : Flujo másico de transferencia de soluto.

La técnica comúnmente usada en la extracción de oleorresina de pimentón es la extracción con disolvente principalmente hexano. El sistema más empleado es la extracción discontinua con reciclaje de el disolvente. La principal desventaja de este método es que después de la extracción es necesario evaporarlo, lo cual causa degradación de los carotenoides reduciendo calidad en el producto³⁴.

A nivel industrial se menciona el uso de disolventes orgánicos en la extracción de aceites vegetales como es el caso de el de soya y algodón, en el caso de la oleorresina de pimentón a nivel industrial se menciona el uso de acetona, hexano y dicloro etileno^{35, 36, 37}, el uso de este último no es usual hoy en día por su alto riesgo ambiental y para la salud, además de estos disolventes se han evaluado otros disolventes orgánicos en la extracción como son: acetona, etil acetato y etanol, encontrándose que la cantidad de pigmentos extraídos se incrementa con la polaridad del disolvente³⁸. El uso de disolventes orgánicos, a excepción de el etanol (y el grupo de los alcoholes), tiene las desventaja de presentar gran

³⁴ Jaren – Galan, U. Nienaber, S. Schwartz. Páprika (Capsicum annum) Oleorresin Extraction with Supercritical Carbon Dioxide. En: J. Agric. Food Chem. 1999, 47, p. 3558 – 3564.

³⁵ Disponible en Internet en: <http://www.juannavarro.com>

³⁶ Disponible en Internet en: <http://www.paprimur.es>

³⁷ SANTAMARÍA R. I., et al. Selective Enzyme- Mediated Extraction of Capsaicinoids and Carotenoids from Chili Guajillo Puya (Capsicum annum L.) Using Ethanol as Solvent. En: J. Agric. Food Chem. 2000, 48, p. 3063 – 3067.

³⁸ AMAYA et al. Evaluation of different solvent systems for the extraction and fractionation of oleoresins from gujillo pepers. 1997. En SANTAMARÍA et.al. Selective Enzyme – Mediated Extraction of Capsaicinoids and Carotenoids from Chili Guajillo Puya (capsicum annum L) Using Ethanol as Solvent. En: J.Agric. Food Chem, 200, 48, p. 3063 –3067.

toxicidad, sensibilidad a daños ambientales, alta inflamabilidad, riesgo al personal y además debe controlarse muy bien el disolvente residual en el producto, sobre todo si es destinado al consumo humano o para elaboración de alimentos.

5.5.3 Tecnologías de Extracción: Los avances recientes en las técnicas de procesos eficientes y económicos ha permitido el surgimiento en los últimos años de la tecnología de Extracción mediante Fluidos Supercríticos (SCFE), la cual ofrece ventajas sobre los sistemas convencionales de extracción con rendimientos similares o superiores a los obtenidos por métodos convencionales, ofrece una amplia posibilidad de variar la solubilidad y propiedades del fluido, lo que facilita la extracción de diferentes compuestos combinando las condiciones de operación como presión, temperatura y flujo. En la industria de alimentos es común el uso de CO₂ como fluido de extracción, el cual no presenta toxicidad, no es inflamable, es económico, es disponible en altos grados de pureza y es posible su recuperación tras el proceso.

La técnica de SCFE ha sido utilizada en la extracción de oleorresina de pimentón aprovechando la naturaleza lipofílica hace posible el uso de el CO₂ , La extracción usando SC – CO₂ ha sido estudiada por Jarén – Galán, Nienaber y Schwartz (1999)³⁹, donde los extractos fueron evaluados por concentración de pigmentos como Capsorubina, Capsantina, zeazantina, β - criptoxantina y β - caroteno. Los autores investigaron la extracción continua y discontinua de páprika y comparan la extracción hecha con SC – CO₂ y con la extracción con dos disolventes orgánicos, acetona y hexano.

Los disolventes orgánicos extraen todos los componentes lipofílicos, los cuales son los pigmentos y el aceite a partir del pericarpio del pimentón. El aceite está presente en mayor cantidad que los pigmentos. Adicionalmente, los pigmentos están localizados en las estructuras celulares que son mas difíciles para acceder para el disolvente. El aceite es fácilmente extraído a tempranas etapas del proceso y subsecuentemente mas rico en pigmentos.

En el Cuadro 6 se muestran los resultados de la extracción mediante disolventes orgánicos con el método soxhlet. La oleorresina extraída con acetona produce los mayores rendimientos en pigmentos, sin embargo en cuanto a concentración de pigmentos, el valor es menor que el obtenido en la extracción con hexano.

³⁹ JAREN – GALAN, U. NIENABER, S. SCHWARTZ Op. Cit., p. 3558 – 3564.

En el caso de el SCFE, a una presión constante, incrementando el volumen de extracción (50 – 200 lts), así como una extracción a volumen constante incrementando la presión (\approx 140 – 480 bar), causa un incremento en la concentración del pigmento mayoritario Capsantina. Las mejores condiciones por la extracción discontinua fueron una presión inicial baja a 137 bar, seguido por una segunda extracción a 413 o 482 bar, en la primera etapa se extrae casi completamente el aceite, mientras en la segunda etapa se produce la mayor cantidad de pigmentos, casi el doble de la concentración obtenida por la extracción de disolventes orgánicos⁴⁰.

Dado et al⁴¹ (2002) determina contenidos de carotenoides, tocoferoles y capsainoides en páprika pungente en extractos obtenidos con SC - CO₂ (35 –55  C, 100 – 400 bar) y propano subcrítico (25 C, 50 – 80 bar). La mayor recuperación de carotenoides en el extracto (17.5 % del contenido inicial en el material de inicio) y la mayor eficiencia de extracción (5% en el residuo) fue realizado a 400 bar y 35 y 54  C, respectivamente. El uso de propano subcrítico fue ineficiente para la extracción de capsaicinoides y 78% fue encontrado en el residuo. En general, el contenido de color de los extractos obtenidos con propano fue 4 – 5 veces mayor que los obtenidos con SC - CO₂.

Un método alternativo es propuesto por Mota et al (2000)⁴² en el cual combina un sistema usando como disolvente el etanol y un pretratamiento enzimático logrando además el fraccionamiento de los productos, lo que le permite obtener los compuestos Capsaicinoides y los pigmentos carotenoides de manera separada, en el método propuesto la recuperación de carotenoides llega al 83% y en capsaicinoides obtenidos en dos pretratamientos llega al 59%. Los autores concluyen que el etanol junto con un pretratamiento enzimático puede considerarse como una alternativa en la extracción industrial.

5.5.4 Estabilidad y Calidad: La estabilidad de las oleorresinas dependen de la estabilidad de sus pigmentos, que durante un tratamiento térmico prolongado son los más afectados, disminuyendo así la calidad del producto. Durante el almacenamiento del páprika se presenta una degradación progresiva de la calidad representada por una pérdida de carotenoides, los procesos de degradación se aceleran con el aumento de la temperatura. La estabilidad de las fracciones de

⁴⁰ Ibid., p. 3558 – 3564.

⁴¹ DAOOD H.G., et. Al. Supercritical CO₂ and Subcritical Propane Extraction of Pungent Paprika and Quantification of Carotenoids, Tocopherols, and Capsaicinoids. En: J. Agric. Food Chem. 2001, 49, p. 2761 – 2766.

⁴² MOTA M.. Et. Al. Selective Enzyme- Mediated Extraction of Capsaicinoids and Carotenoids from Chili Guajillo Puya (*Capsicum annum* L.) Using Ethanol as Solvent. En: J. Agric. Food Chem, 2000, 48, p. 3063 – 3067.

pigmentos es diferente según las condiciones, un tratamiento térmico de 40 °C muestra una mayor degradación de la fracción amarilla, sin embargo a 60 °C la tasa de degradación de las dos fracciones es similar, y al aumentar la temperatura el efecto se invierte. Se concluye que un incremento en la temperatura aumenta la tasa de degradación de los pigmentos deteriorando su apariencia y calidad⁴³.

Cuadro 6 :Calidad y Porcentaje de Oleorresina de Páprika Usando Técnicas Tradicionales de Extracción

DISOLVENTE	RENDIMIENTO OLEORRESINA (%)	RENDIMIENTO DE PIGMENTOS (%)	CONCENTRACIÓN DE PIGMENTOS (G/KG)
Extracción Soxhlet			
Acetona	15.6	100.0 ^a	26.3
Hexano	9.4	87.9	38.6

^a Referencia tomado como 100%

Fuente: Jaren – Galan, U. Nienaber, S. Schwartz Op. Cit., p. 3558 – 3564.

La diferencia en la estabilidad en las fracciones rojas y amarillas de los carotenoides puede ser debida a la diferente estructura química de cada fracción. La diferencia entre pigmentos amarillos y rojos no es exclusivamente visual. Como carotenoides ambas familias presentan la estructura básica de C40 y 11 enlaces dobles conjugados y ambos incluyen pigmentos con grupos hidroxilo en su estructura. La única diferenciación es la presencia de ceto – carotenoides; todos los pigmentos de la fracción roja tienen grupos cetónicos en su estructura, mientras los pigmentos amarillos no presentan este tipo de grupo funcional. La presencia de este grupo probablemente es la causa del claro aumento de la labilidad con la temperatura en los pigmentos rojos. Esta variación diferencial de la degradación de los pigmentos cambia la relación entre las dos fracciones de carotenoides⁴⁴.

5.5.5 Métodos de Análisis y Cuantificación: Es de interés a nivel industrial y con propósitos de investigación y desarrollo determinar adecuadamente las características de calidad de una oleorresina y fijar criterios que puedan utilizarse para un juicio asertivo de la calidad del producto.

Como se ha mencionado la principal característica de una oleorresina es su calidad y por tanto se asocia con su capacidad colorante. Existen varios métodos

⁴³ JAREN - GALAN M. y MINGUEZ - MOSQUERA M. Quantitative and Qualitative Changes Associated with Heat Treatments in the Carotenoid Content of Páprika Oleoresins. En: J. Agric. Food Chem. 1999, 47 4379-4383.

⁴⁴ Ibid., p 4379-4383.

ampliamente usados para la medición del color en la oleoresina de pimentón. Entre ellos se menciona, el método ASTA, el método estándar de Guenter⁴⁵, los cuales dan una rápida evaluación por la medida de la absorbancia a determinadas longitudes de onda, en una solución de oleoresina en acetona.

Otra medida conocida es la determinación Tinta⁴⁶ cuyo criterio se basa en la medida de la absorbancia a dos longitudes de onda determinadas y es un intento para obtener la relación entre carotenoides rojos y amarillos en la muestra.

Los métodos anteriormente mencionados son espectrofotométricos y se basan en la absorción a diferentes longitudes de onda, estos métodos son de gran utilidad por su fácil aplicación, rapidez, buena confiabilidad y economía, sin embargo ninguno de ellos brinda información detallada sobre la composición de pigmentos.

El método ampliamente utilizado por proveer información detallada del tipo y cantidad de pigmentos presentes en una muestra es la Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC), sin embargo su uso se restringe en nuestro medio por razones económicas.

⁴⁵ GUENTER ERNEST. The Essential Oils.; Van Nostrand: New York, 1948, Vol 1. p 330.

⁴⁶ MINGUEZ MOSQUERA AND PEREZ GALVEZ. Color Quality in Páprika Oleoresins. En: J. Agric. Food Chem. 1998, 46, p. 5124 – 5127.

6. ESTUDIO DE MERCADO

El estudio de mercado está orientado a mostrar las características del producto susceptible de ofrecer a partir del procesamiento agroindustrial del pimentón, determinar la magnitud y características de la demanda y de la oferta, analizar los precios y establecer las características propuestas por el proyecto.

6.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO: OLEORRESINA DE PIMENTÓN

6.1.1 Características Generales: La oleorresina de pimentón se enmarca dentro de los productos naturales aromáticos y medicinales elaborados. Se obtiene partir de pimentón (o páprika) por extracción con un disolvente volátil no acuoso, de tipo orgánico y la posterior eliminación del disolvente por evaporación a temperaturas moderadas y en vacío parcial⁴⁷.

Esta oleorresina se produce usando pimentones de calidad seleccionada, posee apariencia viscosa con un intenso color rojo y olor característico a pimentón. El control de las variables del proceso permite mantener al máximo las características naturales del producto, conservando sus componentes bioactivos (vitaminas) y sus pigmentos (carotenoides). En la figura 4 se ilustra la apariencia general del producto.

6.1.2 Características Físico – Químicas: En base a los productos ofrecidos por el mercado se establecen las principales características del producto. El conjunto de las características físico - químicas se resume en el Cuadro 7. La característica de mayor importancia es su capacidad colorante, definida por el Valor de Color, para este propósito se usa el Método ASTA 20.1. La oleorresina se estandariza a 2.000 Unidades de Color, sin embargo es posible su estandarización a un valor menor según petición del consumidor. Para su uso en alimentos es de suma importancia garantizar su inocuidad por lo cual se debe minimizar el contenido de disolvente, metales pesados y sulfitos residuales en la oleorresina.

⁴⁷ ARIZIO Osvaldo Y CURIONI Ana. Estudios Agroalimentarios, Componente A: Fortalezas y Debilidades del Sector Agroalimentario; Instituto Interamericano De Cooperación Para La Agricultura (IICA-Argentina). 2003. p. 10.

Figura 4: Apariencia de la oleoresina de pimentón



Cuadro 7: Características Físico – Químicas de la Oleoresina de Pimentón

Valor de Color	2.000 CU (método ASTA 20.1 con variación máx. $\pm 2\%$)
Disolvente Residual	25 ppm
Sedimentos	2% máx.
Humedad	<1%
Solubilidad	Completamente soluble en aceite
Densidad	0.92 – 0.94 g/cm ³ a 25 °C
Sulfitos	< 10 ppm
Metales pesados	<40 ppm

6.1.3 Características de Composición: La oleoresina de pimentón es una mezcla compleja de carotenoides los cuales se pueden clasificar por sus características cromáticas, lo que los divide en Amarillos y Rojos, siendo de gran importancia como criterio de calidad la relación Carotenoides Rojos/ Carotenoides Amarillos⁴⁸.

Los principales pigmentos presentes correspondientes a cada fracción son⁴⁹:

Fracción Roja: Capsorubina, Violaxantina, Capsantina y Capsolutenina.

Fracción Amarilla: Zeaxantina, β - Critoxantina y β - Caroteno

⁴⁸ MINGUEZ MOSQUERA, PEREZ GÁLVEZ. Op. Cit., p. 5124 – 5127.

⁴⁹ HORNERO MENDEZ , MINGUEZ MOSQUERA. Rapid Spectrophotometric Determination of Red and Yellow Isochromic Carotenoid Fractions in Páprika and Red Pepper Oleoresins. En: J. Agric. Food Chem. 2001, 49. p. 3584 – 3588.

6.1.4 Características Microbiológicas: Las características del producto y el control de las variables del proceso permiten garantizar en el producto unas excelentes condiciones microbiológicas que brindan seguridad en su uso para la industria de alimentos. Para ello se analizan los principales indicadores microbiológicos de contaminación como son recuento de coliformes, salmonella y E- Coli y otros como hongos y levaduras. Los valores expresados en el Cuadro 8 se realizan en base a productos comerciales.

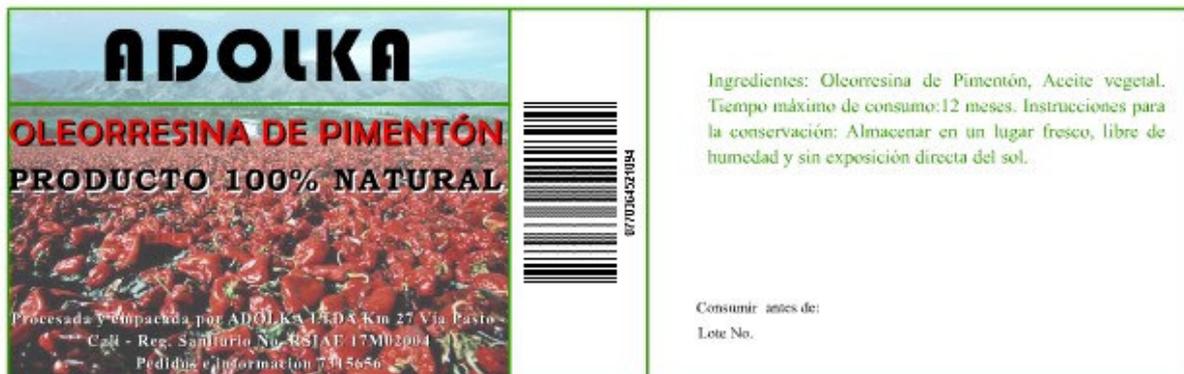
Cuadro 8: Características Microbiológicas de la Oleoresina de Pimentón.

Recuento Total	1.000 col / g máx.
Coliformes	100 col /g máx.
Hongos y levaduras	10 col / g máx.
Salmonella	Libre
E - Coli	Libre

6.1.5 Empaque y Embalaje: Para su empaque se dispone en bidones de polietileno de alta densidad de 15 kilogramos de color oscuro, que le ofrecen la posibilidad de arrume y mantienen la integridad del producto. El envase es etiquetado siguiendo los criterios presentados por el Invima y el ICONTEC en la NTC 512 – 1(cuarta actualización) Industrias Alimentarias Rotulado, además para facilitar su sistematización se incorpora el código de barras basados en la estructura EAN/UCC – 13, el uso de este sistema facilita su manejo en cuanto a inventarios, seguimiento del producto post venta y facilita el acceso a mercados de mayor exigencia, para Colombia la entidad que regula su uso es el Instituto Colombiano de Codificación y Automatización Comercial (IAC). El código de barras EAN/UCC – 13 puede presentar varias estructuras pero en general está constituido por cuatro partes la primera corresponde al prefijo del país, la segunda un código asignado por el IAC, la tercera un código asignado por el productor y el último corresponde a un dígito de verificación.

El empaque constituye un bidón con diámetro de 24 cm y un alto de 36 cm con lo que se cubre el volumen requerido para el producto con un 5% de holgura, teniendo en cuenta estas dimensiones y basándose en la norma antes mencionada la etiqueta tiene como dimensiones 15 cm de alto por 36 de largo. En la Figura 5 se muestra la imagen de la etiqueta propuesta, en ella se resalta el nombre del producto y de la empresa con el propósito de consolidar la marca en el consumidor, de igual manera se resalta la característica de producto natural, en la parte inferior se indica los datos del productor y registro sanitario, en el lado derecho se indica datos técnicos generales.

Figura 5: Etiqueta del Producto



6.1.6 Almacenamiento: Para garantizar la vida útil del producto, se debe conservar en un ambiente fresco y seco con temperaturas no mayores a 25 °C, evitando la exposición directa a la luz. De esta manera la vida útil del producto es de un año como mínimo. La estabilidad de su uso depende del estado oxidativo circundante del sistema alimenticio, de manera que una prolongada exposición a la luz y al oxígeno disminuyen la estabilidad del producto, lo que produce la pérdida de color y características organolépticas.

6.1.7 Usos y Aplicaciones: La oleoresina de páprika es un insumo elaborado en el que destaca la intensidad del color y el control de residuos tóxicos. La oleoresina presenta ventajas técnicas-económicas respecto a la forma tradicional de exportación (pimentón en polvo) como uniformidad del aroma, uniformidad del color, estabilidad del producto por mayor tiempo, facilidad de manejo y almacenamiento y una buena resistencia a alteraciones microbiológicas, entre otras.

Estas ventajas hacen de la agroindustrialización del *Capsicum annuum* una opción económica y técnicamente atractiva para los productores de la industria alimenticia y farmacéutica.

En general el producto se describe como colorante natural para productos alimenticios, a continuación se mencionan algunas aplicaciones:

- Confituras, jaleas, mermeladas, las cuales son más apetecibles al incorporarles oleoresina.

- Los huevos y carnes de aves se colorean añadiendo oleorresina a sus piensos.
- En la industria farmacéutica, se usa también oleorresina soluble en la composición de algunos medicamentos.
- Cuando se precisa un color brillante y vivo en la fabricación de alimentos.
- En la fabricación de salsas, ensaladas, embutidos, conservas, comidas preparadas, salchichas, etc.
- Pescados en conserva de aceite, algunos tipos de sopas y comida congelada.
- Mantequillas, margarinas y quesos, son también coloreados.
- En papas fritas, chips, aperitivos, cereales para desayuno en copos o expandidos, productos de harina (galletas, tortas, etc.); gelatina y pudines; bebidas alcohólicas y no alcohólicas; etc.

Al momento de su uso es conveniente tener en cuenta el tipo de producto sobre el cual se aplicará, recomendando especial cuidado, con el color y la pungencia que se desea obtener. La oleorresina producida es completamente dispersable en aceite lo cual facilita su uso en productos con alto contenido de este o su uso en emulsiones.

6.2 LA DEMANDA

Las tendencias en el mercado de los productos naturales y en especial de productos naturales destinados a la industria alimentaria muestran una tendencia ascendente en los últimos años según Bert⁵⁰ y Arizo⁵¹. Esta tendencia se presenta y persiste para las oleorresinas en las cuales Floreno⁵² menciona un incremento de 50% entre los años 1.990 – 1.995 de la demanda mundial de oleorresinas.

Este comportamiento se explica por una mayor preocupación por el consumo de productos sanos y con característica funcionales, o sea, que además de ofrecer al consumidor un producto de buenas características nutricionales se le brinde otros elementos como vitaminas, antioxidantes entre otras, lo cual promueve el uso de

⁵⁰ BERT - OTTENS. Biocomercio: Estrategias para el Desarrollo Sostenible en Colombia.2002. p. 5.

⁵¹ ARIZO. Op. Cit., p. 4.

⁵² FLORENO, Anthony. Op. Cit. p. 23.

saborizantes, suplementos y conservantes de origen natural en los productos procesados.

De igual manera los cambios en los hábitos de consumo donde las comidas pre-elaboradas o pre-cocinadas muestran una tendencia clara a reemplazar las comidas de elaboración casera, ha dado impulso y sustento a la aparición de nuevas tecnologías de envasado, cocción y conservación de alimentos. Este hecho ha determinado que la demanda de la industria alimenticia de condimentos sea hoy superior a la demanda de las economías domésticas⁵³.

Desde el punto de vista técnico el uso de oleorresinas presentan ventajas frente al uso de la especia entre las que se mencionan: facilidad de almacenamiento y transporte, características estandarizadas, baja carga microbiana y largo periodo de vida útil.

La oleorresina de páprika puede usarse convenientemente como sustituto de los amarillos número 5 y 6; tartrazina y sunset yellow, respectivamente, colorantes artificiales.

6.2.1 Mercado Internacional: El mercado de las oleorresinas comparte su espacio con el de los aceites esenciales; en el Cuadro 9 se muestra los resultados de estadísticas mundiales de la FAO e International Trade Statistics⁵⁴ las que permiten observar la clara expansión de el mercado de estos productos a nivel mundial. Arizo y Bert⁵⁵ coinciden al afirmar a la Unión Europea como el principal importador de este grupo de productos concentrando más del 40% de este producto en el año de 1996, siendo Francia el primer importador mundial con algo más del 9%, seguido de Estados Unidos (7.1%), Alemania (6.6%), Reino Unido (6.3%) y Japón (5.8%).

El mercado de importación de aceites esenciales en la Unión Europea es más grande que el de Estados Unidos y Canadá. En 1997, las importaciones de aceites esenciales y oleorresinas a la Unión Europea alcanzaron 57 mil toneladas o ECU 532 millones, lo cual refleja un aumento del 18%, como se indica en el Cuadro 10. En el mismo año, los mayores importadores dentro de la Unión Europea fueron el Reino Unido, que representó el 27 % del total de importaciones de la Unión

⁵³ FRANÇOIS Boucher. Los Productos Nutraceuticos Oportunidades para los Recursos Naturales Autóctonos El Papel de los Investigadores. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Fascículo Técnico No. 18. 1999; P. 1 – 8.

⁵⁴ ARIZO. Op. Cit., P. 23.

⁵⁵ BERT. Op. Cit., P. 8.

Europea en términos de volumen, seguido de Francia (18%), Los Países Bajos (16%), Alemania (16%), España (8%) e Italia (5%).

Cuadro 9. Importaciones Mundiales de Aceites Esenciales, Oleorresinas y sus Mezclas. 1981 - 1996

PERIODO	VALOR CIF MILES US\$	CRECIMIENTO QUINQUENAL (%)
Promedio 82 - 86	1.806.455	
Promedio 87 - 91	3.329.402	84,3
Promedio 92 - 96	5.139.864	54,4
Tasa 82 - 96	7.76%	

Fuente: ARIZIO Op. Cit., p. 23.

De acuerdo con Eurostat citado en Bert⁵⁶, las importaciones de Colombia a la Unión Europea en aceites esenciales alcanzaron 7 toneladas o ECU 20 mil en 1995. Entre 1996 y 1997 Colombia no exportó ningún aceite esencial a los países de la Unión Europea.

6.2.2 Mercado Nacional: En el mercado nacional se caracteriza por un predominio de las importaciones principalmente de Estados Unidos y Canadá como se muestra en el Cuadro 11.

En Colombia las importaciones muestran una tendencia ascendente en los últimos años, siendo el principal país de origen Estados Unidos con una participación mayor al 80% entre los años 2001 a 2003. En la Figura 6 se muestra la participación de cada país en las importaciones nacionales para los años 2001 – 2003. El crecimiento de las importaciones no es acelerado, esto se explica quizá por la situación económica del país y el bajo crecimiento en la producción interna. En el Cuadro 12 se muestra el volumen y valor de las importaciones de oleorresina de pimentón proveniente de Estados Unidos.

⁵⁶ Ibid., p. 9.

Cuadro 10. Aceites Esenciales y Oleorresinas Importados por la UE (Valor en miles de ECU, Volumen de Toneladas. 1995 - 1997).

PAÍS	1995		1996		1997	
	Volumen	Valor	Volumen	Valor	Volumen	Valor
Reino Unido	11.005	95.142	12.374	115.838	15.307	129.193
Francia	8.530	112.425	9.118	129.954	10.021	146.144
Países Bajos	5.280	38.295	6.676	42.491	9.318	39.530
Alemania	8.470	75.116	7.541	72.665	9.036	83.768
España	3.674	26.769	3.977	26.799	4.391	34.953
Italia	4.040	22.152	2.456	18.321	2.712	24.923
Austria	1.321	8.882	1.440	11.361	1.878	14.671
Bélgica / Luxemburgo	1.117	16.860	1.649	18.455	1.569	21.221
Irlanda	1.735	22.258	1.709	24.735	1.247	22.183
Dinamarca	449	7.014	512	7.340	558	8.110
Suecia	250	3.226	248	2.922	454	3.741
Portugal	230	1.047	250	1.225	247	1.073
Finlandia	500	1.096	222	1.279	214	1.473
Grecia	146	1.429	122	1.291	176	1.064
UE	46.747	431.705	48.294	474.657	57.128	532.030

Fuente: Bert. Op Cit., Pág 8

Cuadro 11: Importaciones de Oleorresina de Pimentón 2001 - 2003

PAÍS DE ORIGEN	CIF (US\$)		
	2001	2002	2003
ESTADOS UNIDOS	6,058,643	6,772,090	7,274,773
CANADÁ	2,157,000	1,359,000	1,388,000
TOTAL	8,215,643	8,131,090	8,662,773

Fuente: PROEXPORT, 2004. Cálculos esta investigación.

Cuadro 12 : Valores de las Importaciones de Oleorresina de Pimentón de Estados Unidos 2001 – 2003

AÑO	PESO NETO	VALOR
	(Kg)	(US\$)
2001	292,806.00	6,058,643
2002	374,956.00	6,772,090
2003	nd	7,274,773

n. d: no disponible

Fuente: PROEXPORT, 2004

6.2.3 Cálculo de la Demanda: Para el calculo de la demanda se utilizara el método del consumo aparente expresado:

$$C. A. = Pd + Xi - Xe$$

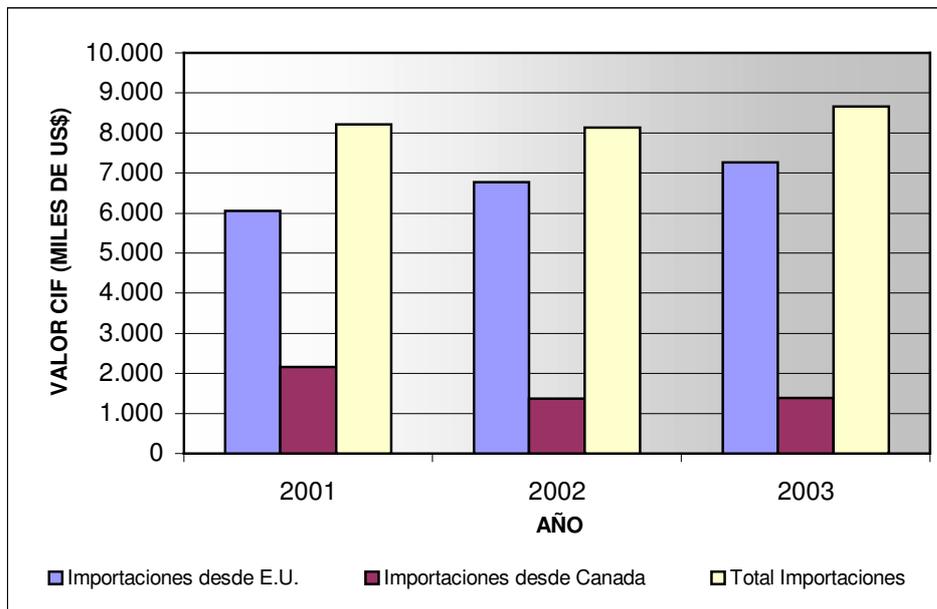
Donde: Xi: Valor de las importaciones.
 Xe: Valor de las exportaciones.
 Pd: Valor de la producción nacional.
 Los valores pueden ser expresados en valor o volumen.

Entonces, el consumo aparente de Oleorresina de pimentón de Colombia se calcula para los años 2001 a 2003, los resultados se muestran en el Cuadro 13, tomando como afirmativas las siguientes premisas:

Xe: No se detectan exportaciones para este rubro.

Pd: La producción nacional se considera nula o insignificante frente al valor de las importaciones.

Figura 6: Importaciones Colombianas de Oleorresina de Pimentón por País de Origen 2001 – 2003.



Fuente: PROEXPORT, 2004. Cálculos esta investigación

El consumo aparente corresponde, entonces al valor de las importaciones, dado que no existe ningún otro factor que contribuya a su variación.

Para expresar el valor del consumo en toneladas se toma los datos promedio de el Cuadro 13 en la que se expresan el valor importado de oleorresina en US\$ y en peso, de manera que se calculó el promedio de los US\$ por Kg. y se multiplico por el consumo aparente.

Cuadro 13: Consumo Aparente de Oleorresina de Pimentón de Colombia. 2001 – 2003

AÑO	IMPORTACIÓN CIF (US\$)	CONSUMO APARENTE (US\$)	CONSUMO APARENTE (TON)
2001	8.215.643	8.215.643	424,004
2002	8.131.090	8.131.090	419,640
2003	8.662.773	8.662.773	447,080

Fuente: Esta investigación.

6.2.4 Proyección de la Demanda: Debido a que la serie histórica proporcionada por MINCOMEX solo expresa el valor de el comercio para tres años, no es posible utilizar el método de mínimos cuadrados, el cual convencionalmente es usado para este propósito. Debido a lo anterior se toma como base de cálculo la media geométrica, la cual se convierte en el índice del crecimiento de la demanda.

De esta manera con el índice de crecimiento geométrico calculado (de 11.18) se proyecta la demanda para 10 años. La demanda proyectada en toneladas de oleorresina se muestra en el Cuadro 14; en la misma se muestra la proyección de la demanda que corresponde a sólo el uno por ciento (1%) de la demanda total con un incremento del 10% anual.

El método de cálculo presenta una tasa conservadora de crecimiento, la cual se adecua a la situación económica que afronta el país, sin embargo el sector de alimentos, al cual se orienta el producto, se muestra como un fuerte eslabón de la economía nacional, donde Rubio⁵⁷ menciona que la producción llegó a más de 24.5 billones de pesos en 2003.

6.3 LA OFERTA

⁵⁷ RUBIO Claudia. El vigorizante de la economía. En: El Tiempo, Santafé de Bogotá 26 de agosto de 2004; p 3 – 11

6.3.1 Mercado Nacional: En cuanto a la producción nacional es dispendioso encontrar registros de empresas productoras de oleorresina de pimentón, por tanto se asume que la cantidad producida no es significativa, debido al predominio en el mercado nacional de las importaciones, o sea, una balanza fuertemente negativa, no existen exportaciones en este rubro y finalmente tomando el grupo general de aceites esenciales su producción es relativamente baja y constituye un sector en desarrollo en Colombia.

Cuadro 14: Cálculo de la Demanda Proyectada del proyecto 2004 –2014

AÑO	CONSUMO OLEORRESINA (TON)	VENTAS PROYECTADAS (INCR 10%) (TON)
2.004	478,35	4,7835
2.005	531,83	5,2618
2.006	591,30	5,7880
2.007	657,41	6,3668
2.008	730,91	7,0035
2.009	812,64	7,7038
2.010	903,50	8,4742
2.011	1.004,52	9,3216
2.012	1.116,83	10,2538
2.013	1.241,71	11,2792
2.014	1.380,54	12,4071

Sin embargo se encuentra a Tecnas S.A. quien distribuye este producto para Kalsec, empresa norteamericana líder mundial en la producción de oleorresina de pimentón. Existen además empresas que muestran interés en la producción de oleorresinas de productos como Ecoflora y Colflavor.

6.3.2 Estudio de Precios: En el Cuadro 15 se muestra el comportamiento de precios para la oleorresina de pimentón en dólares a precios FOB en diferentes países incluido Colombia. Es conveniente aclarar que España es uno de los mayores consumidores y productores de oleorresina de pimentón. El precio más bajo está representado por Ecoprosa, empresa peruana, esto quizá se debe a los bajos costos de producción que pueden alcanzarse en este país por la oferta de materia prima disponible en el mismo; sin embargo la oleorresina producida es usada principalmente para la industria de alimentos procesados para animales.

Debido a que el precio es FOB es conveniente tener en cuenta los costos que implicaría la importación de los mismos (excepto para Tecnas, precio CIF).

Cuadro 15 : Precios FOB de oleorresina de Páprika por Empresa y país en USD\$ por Kilogramo.2004

EMPRESA	PAÍS	USD\$ / KG
Tecnas S.A.	Colombia	53.10
Natukolor	México	75.00
Superextractos	España	40.00
Juan Navarro García	España	41.42
Ecoprosa	Perú	31.60
	Promedio	48.224

La fijación del precio del producto es una tarea relativamente difícil, porque este precio dependerá del precio de un producto similar importado, del tipo de cambio de pesos por dólar y del porcentaje de intermediación que se esté dispuesto a reconocer.

El precio para el proyecto se fija teniendo como referencia el precio del mismo producto importado. Para ello se considera una presentación en canecas de 15 kilos, cuyo precio por kilogramo en pesos del 2004 es de US\$ 53,1 el cual a una tasa de cambio de \$2.310 por dólar, se convierte en \$ 1.840.000, cifra a la cual se descuenta un margen de comercialización del 25.0%, permitiendo que el precio del proyecto se fije en \$ 1.380.000, precio que resulta altamente competitivo y que garantiza la solidez de las proyecciones financieras de la empresa.

Como se puede concluir, una mayor devaluación del peso con respecto al dólar significará mayores utilidades para el proyecto. Asimismo, las utilidades se pueden incrementar con un menor margen de comercialización. Para los propósitos del proyecto se consideró un tipo de cambio bajo, según el comportamiento del dólar en el mercado durante el mes de Octubre del 2004, y se adoptó un margen de intermediación real, normalmente aceptado para este tipo de productos.

6.3.3 Estructura del Comercio: La estructura del comercio de oleorresinas es generalmente más simple que la estructura de comercio de aceites esenciales. Las oleorresinas son generalmente comercializadas directamente entre el productor y el usuario o procesador intermedio, mientras que en la comercialización de aceites esenciales hay más intermediarios involucrados⁵⁸.

⁵⁸ BERT. Op. Cit., P. 18

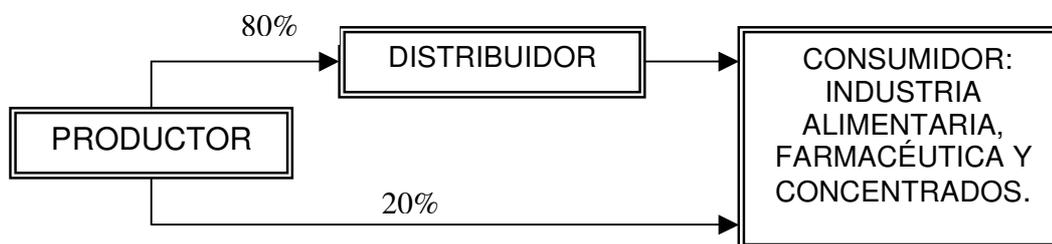
6.3.4 Acceso a Mercados: Por la diferencia en el producto final, cada comprador tiene requerimientos específicos de calidad para los productos utilizados en su proceso productivo. La evaluación de la calidad en los aceites esenciales utilizados para la industria cosmética se realiza basados en:

- Características de olor y sabor.
- Propiedades físicas.
- Composición química.
- Pureza.
- Ausencia de adulteración.

La evaluación de las características físicas es el principal indicador para la calidad de los aceites esenciales utilizados en la industria cosmética. Sin embargo, el comprador también puede hacer uso de otros estándares de calificación de calidad. Los importadores pueden utilizar estos estándares para indicar la calidad del producto como son los emitidos por entes como la Organización Internacional de la Estandarización (ISO) Y el Comité Europeo para la Estandarización (CEN), de igual manera la aplicación de buenas practicas de manufactura B.P.M. (en el apartado 7 se indican los principales aspectos del producto).

6.3.5 Estrategias de Distribución: Para la distribución del producto se adoptará un canal simple de comercialización en el participarán los mismos distribuidores nacionales que actualmente participan en la distribución de productos similares importados. En la Figura 7 se muestra el canal de distribución propuesto para el producto.

Figura 7: Canal de distribución del producto.



En este canal se combinan las ventas directas con las ventas a través de un distribuidor mayorista, en proporciones del 80% y del 20% respectivamente. Lo deseable es que la empresa paulatinamente incremente las ventas directas a una

mayor proporción. Sin embargo para darle mayor confiabilidad y seguridad al proyecto se asume que toda la producción será comercializada por un intermediario que abastece el mercado, a quien se le incentiva con un margen de comercialización del 25% sobre el precio de venta.

7. DISEÑO EXPERIMENTAL

La aplicación de el diseño de experimentos en los procesos industriales, constituye una potente herramienta para su desarrollo y optimización. De esta manera la aplicación del método científico en un estudio explicativo de diferentes variables y su influencia en una respuesta de interés, a través de experimentos apropiados, permite la obtención de información de calidad y conclusiones válidas y objetivas respecto a la influencia de las variables en el proceso, un bajo costo de experimentación, un corto tiempo de realización y un bajo esfuerzo técnico y humano.

La investigación experimental en esta fase del proyecto se plantea como una herramienta para la definición de aspectos técnicos del proceso, con base en los experimentos se tiene certeza sobre el comportamiento de las variables en las condiciones establecidas, dado que no es posible determinar de fuentes secundarias datos sobre el funcionamiento y condiciones de operación se procede a plantear la aplicación de un diseño experimental con este propósito. Los cálculos y pruebas estadísticas se realizaron usando el software estadístico Statgraphics plus versión 5.0 y la hoja de calculo MS Excel.

7.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Como se menciona anteriormente el proceso de extracción de oleorresina de pimentón se realiza comúnmente en la industria por el método de extracción con disolvente, el cual usualmente es un disolvente orgánico, algunos de los cuales pueden presentar problemas de toxicidad. A pesar de las ventajas demostradas en el uso de SCF en la extracción de extractos naturales este sistema esta fuera de nuestro alcance debido a que no se dispone en Nariño de un equipo para este propósito e incluso en el país existen pocos centros de investigación que cuenten con esta tecnología; por lo cual se evalúa como método de extracción la extracción con disolvente convencional en soxhlet y en tanque agitado; debido a las escasas referencias de este sistema y que es posible establecer en base a antecedentes las condiciones de operación, se plantea directamente el problema:

¿Cuales son las condiciones de operación para la extracción de oleorresina de pimentón, que permitan el mayor rendimiento y concentración de extracto?

7.2 DEFINICIÓN DE FACTORES DE INFLUENCIA:

Para continuar con el análisis del problema conviene analizar los factores que tienen mayor relevancia en las variables de respuesta, estos se definen a continuación:

7.2.1 Tipo de Disolvente: Es bien conocido el efecto que tienen el uso de diferentes disolventes en la solubilidad de las sustancias, de manera que conviene realizar la elección más adecuada para este propósito, sin embargo el uso de disolventes se evalúa junto con criterios económicos, de seguridad, de inocuidad en el producto entre otros. La evaluación de este criterio no considera mezclas de disolventes.

7.2.2 Temperatura: El efecto de la temperatura se considera en dos sentidos, el primero, es que favorece la difusión de el soluto del sólido al líquido lo que aumenta la velocidad de extracción y el segundo, es que la prolongada exposición de los pigmentos a una temperatura elevada produce su deterioro.

7.2.3 Tamaño de partícula: El tamaño de partícula influye en el proceso de extracción de manera que un menor tamaño facilita la salida de el soluto al disolvente, sin embargo, el costo de separación y de reducción de tamaño pueden conducir a que este factor sea controlado.

7.2.4 Agitación: El aumento de la turbulencia genera corrientes convectivas que favorecen la extracción.

7.2.5 Relación disolvente / alimentación: La relación de disolvente debe equilibrarse de manera que sea adecuada para la obtención de un máximo rendimiento.

7.2.6 Tiempo de Extracción: Para que el proceso alcance el equilibrio puede ser necesario que la extracción se prolongue por determinado tiempo, después del cual la cantidad de soluto extraído es mínima o nula. De manera que prolongar el proceso de extracción durante un mayor tiempo implica un incremento injustificado en los costos de producción. De manera que conviene tener en cuenta este factor.

7.3 DEFINICIÓN DE VARIABLES RESPUESTA

La variable respuesta se escoge con el propósito de evaluar los resultados de la experimentación y para este caso corresponde a un criterio de calidad y de eficiencia. La variable de respuesta se expresa en capacidad colorante evaluado con el método ASTA (American Spice Trade Association) y rendimiento de extracto en Porcentaje con base a la materia prima alimentada; estas variables son dependientes de los factores de influencia o condiciones del proceso de manera que son un criterio de evaluación del método aplicado.

El color: medido por método ASTA es el método comúnmente usado en la industria de producción de oleorresina de pimentón.⁵⁹

Rendimiento: de extracto corresponde a la relación de extracto obtenido con respecto a la materia prima inicial.

Aunque el método que brinda mayor exactitud en la cuantificación de los pigmentos y determinación de los pigmentos y que se ha empleado en muchos de los estudios reportados en este tema es la Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC), este método está lejos del alcance de este estudio, toda vez que no está disponible dentro de las instalaciones de la Universidad de Nariño. Por lo cual se utiliza métodos de espectrofotometría, los que se usan normalmente en la industria por su bajo costo, rapidez y grado de confiabilidad⁶⁰ Con lo cual es posible un buen tratamiento de los objetivos de la investigación.

7.4 ANÁLISIS PRELIMINARES

Como se mencionó en la fase experimental se pretende analizar las variables del proceso y se sigue el flujograma descrito para el proceso de extracción con el propósito de obtener datos que permitan ajustar el diseño del proceso del mismo. El desarrollo de la etapa experimental se ha dividido adecuadamente en dos etapas: la primera que en analogía con el proceso descrito, corresponde a el acondicionamiento de la materia prima; y el segundo que corresponde a la extracción y el cual es un punto crítico en el diseño de el proceso y por ende tendrá mayor atención experimental.

⁵⁹ HORNERO MENDEZ y MINGUEZ MOSQUERA. Op. Cit. p. 3584-3588.

⁶⁰ Ibid., p.3584-3588.

7.4.1 Acondicionamiento de Materia Prima: Las pruebas de acondicionamiento están orientadas a determinar algunas propiedades de la materia prima y su comportamiento durante los tratamientos de acondicionamiento, sin pretender la comparación de tratamientos u optimización, sino, mas bien de obtener información que ayude a complementar el proceso y obtener datos de balance de materia de importancia para el estudio técnico.

A continuación se describe las operaciones para el acondicionamiento de materia prima.

- Limpieza, Selección, Clasificación y Despedunculado

Con el propósito de estimar las pérdidas de materia prima en la operación de acondicionamiento de materia prima se estimó el porcentaje de desperdicios y se analizó estadísticamente a partir de una muestra de 150 frutos.

- Materiales y métodos.

Se escoge los frutos maduros sin alteraciones y se procede a su limpieza y desinfección con una solución de hipoclorito de sodio 50 p.p.m. durante 5 min. Posteriormente se procede a despedunculado el fruto es pesado antes y después de la operación. Los resultados obtenidos de porcentaje de desperdicio se presentan en el Anexo .

- Resultados y discusión

En esta etapa se analizó los datos de 150 frutos obtenidos en el mercado local adquiridos en varios lotes entre noviembre de 2004 y febrero de 2005. los Frutos se sometieron a las operaciones de lavado y posteriormente fueron pesados y retirados de su pedúnculo y semillas con lo cual fue posible calcular el porcentaje de desperdicios en el fruto. En el Cuadro 16 se indica las principales características estadísticas de la muestra, estos datos se analizan posteriormente. Para observar las características de el Porcentaje de Desperdicio de Pimentón se usa los métodos y análisis estadísticos de manera que tras la recolección se organiza y se describe los datos numéricos que forman la muestra. En la Figura 8 se presenta el histograma o diagrama de columnas, el cual se realizó con 9 clases; en él se puede apreciar la frecuencia relativa de cada clase de manera que se observa claramente la tendencia a una distribución normal de la muestra. La

tendencia de la muestra a seguir una distribución normal se confirma con la grafica de Probabilidad Normal que se muestra en la Figura 9.

Cuadro 16: Resumen de Datos Estadísticos de el Porcentaje de Desperdicios en el Pimentón (*Capsicum annuum*). 2005.

Tamaño de la Muestra (n)	150
Promedio	16.2651
Mediana	16.428
Desviación estándar	3.92702
Mínimo	1.98
Máximo	32.609
Rango	30.62

En el Cuadro 15 se mencionan los principales estadísticos de el Porcentaje de Desperdicio, de ella se puede apreciar que el promedio de desperdicio es de 16,26% por un fruto, de igual manera se observa que los datos presentan una desviación estándar de 3.92, lo cual da una idea de la variabilidad que se puede encontrar en la muestra. Estos datos permiten tener una idea en el proceso industrial de los desperdicios en fruto que se puede esperar y con base en los cuales se fija las cantidades requeridas para el proceso en cuanto al aprovisionamiento de materia prima y calidad de la misma.

7.4.2 Secado: Dentro de la fase de acondicionamiento de el secado cobra gran importancia el secado, debido a que se encuentra una satisfactoria información secundaria este procedimiento no es analizado en detalle, sin embargo se hace la deshidratación de algunas muestras con el fin de realizar la caracterización de la materia prima.

- Materiales y métodos.

Se toman muestras y se someten a deshidratación en mufla a 105 °C hasta obtener peso constante, el método se describe es descrito en detalle por R. Lees⁶¹, el procedimiento fue realizado por quintuplicado. De igual manera el método se aplicó al producto desecado y molido para conocer las condiciones de entrada del producto a la fase de extracción descrita más adelante, este procedimiento se realizó por duplicado.

⁶¹ LEES R. Análisis de los Alimentos. Zaragoza. Acribia. 1995. p. 129.

Figura 8: Histograma de Porcentaje de Desperdicio de Fruto

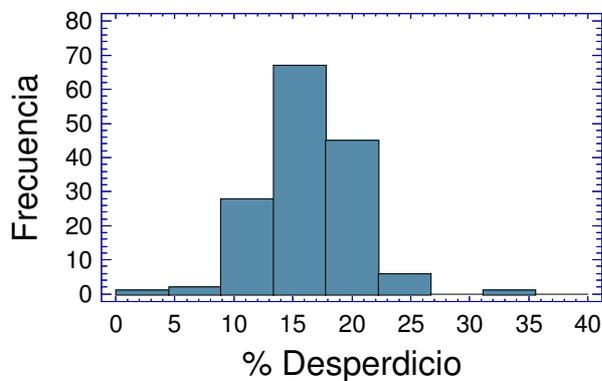
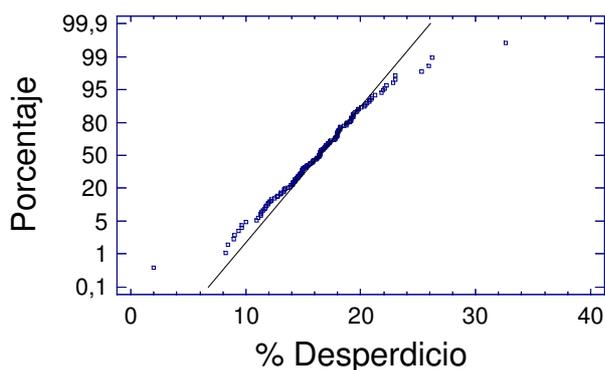


Figura 9: Gráfica de Probabilidad Normal de Porcentaje de Desperdicio de Fruto



La humedad se calculó aplicando la siguiente fórmula.

$$\text{Humedad} = (\text{Peso inicial} - \text{Peso final}) / \text{Peso inicial} * 100$$

- Resultados y discusión.

Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 17. La humedad promedio de las diferentes muestras de pimentón es de 89.46% dato un poco superior al reportado por Doymaz y Pala⁶² de 81.9%, sin embargo esto puede atribuirse a las diferencias en la variedad y grado de madurez del fruto.

⁶² DOYMAZ I., PALA M. Op. Cit., p. 331 – 335.

Cuadro 17 : Contenido de Humedad en Pimentón (*Capsicum annum*) Fresco y Seco.

No.	Pimentón Fresco			Pimentón Seco y Molido		
	Peso Fruto Inicial (g)	Peso Final (g)	Humedad (%)	Peso Fruto Inicial (g)	Peso Final (g)	Humedad (%)
1	5	0,5	90,000	1.0000	0.9220	7.80
2	5,1	0,4	92,157	1.0012	0.9207	8.04
3	5	0,6	88,000			
4	5	0,6	88,000			
5	5,525	0,598	89,176			
		Promedio	89.46		Promedio	7.92

En el Cuadro 18 se resumen los principales estadísticos de la muestra, los datos obtenidos permiten esperar una humedad promedio en los frutos de 89.46 % con una desviación estándar de 1.723. El producto fresco por su alta humedad es fácilmente alterado por mohos y otros microorganismos los que rápidamente podrían descomponer un lote. Por tanto conviene hacer énfasis en la importancia de disminuir la espera del producto antes de su acondicionamiento y de las adecuadas prácticas de manejo del producto fresco cuando sea necesario su almacenamiento.

Cuadro 18: Resumen de Datos Estadísticos de el Porcentaje de Humedad en el Pimentón Fresco (*Capsicum annum*).

Estadístico	Fresco	Seco
Tamaño de la Muestra (n)	5	2
Promedio	89.464	7.92
Mediana	89.17	-
desviación estándar	1.723	0.169
Mínimo	88	7.80
Máximo	92.157	8.04
Rango	4.157	0.24

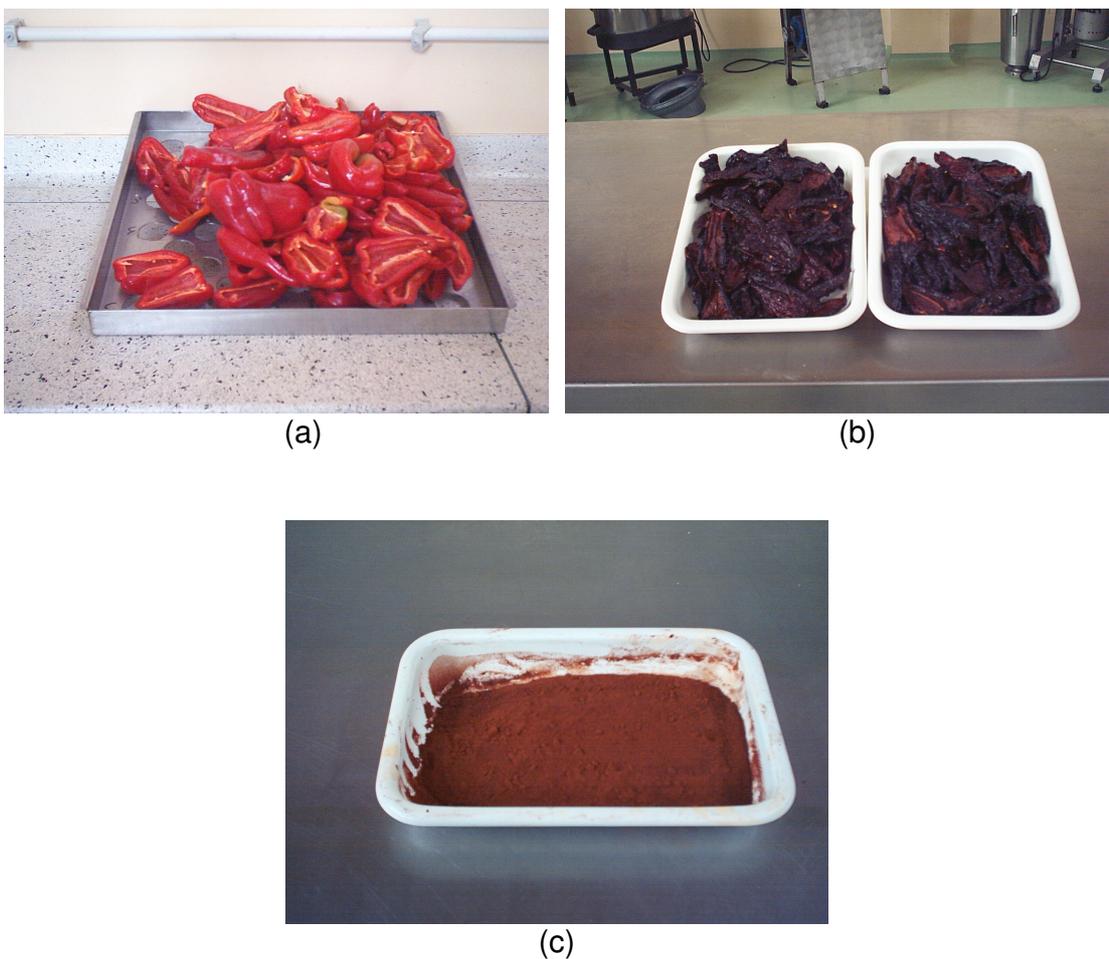
En el caso de el pimentón deshidratado y molido el valor de humedad es inferior a los reportados en el producto por Daood H. G. que menciona un rango de humedad de 11 – 12 %⁶³ mientras el valor medio del producto es de 7.92 %. Esta humedad permite garantizar un almacenamiento durante hasta 2 años, sin embargo un almacenamiento prolongado disminuye las características de calidad (contenido de pigmentos, aroma, etc.) y aumenta el riesgo de contaminación.

⁶³ DAOOD H. G. Op. Cit., p. 100 -107

En la Figura 10 se indica las diferentes fases de acondicionamiento del pimentón, partiendo del producto fresco hasta el pimentón deshidratado y molido. Figura 10 (a) corresponde al pimentón limpio y retirado su pedúnculo y semillas; en la imagen (b) se muestra el pimentón tras la deshidratación, donde logra una humedad adecuada para la reducción de tamaño durante la molienda; la imagen (c) muestra el producto en polvo que constituye la alimentación para la extracción y con el cual se desarrolla pruebas de granulometría y densidad.

7.4.3 Análisis Granulométrico por Tamizado: El análisis granulométrico de la muestra permite establecer la distribución de tamaños de el pimentón molido y es de importancia para su caracterización.

Figura 10: Fases del Acondicionamiento del Pimentón



- Materiales y métodos.

El procedimiento fue realizado usando una serie de tamices normalizados serie Tyler, tomando una muestra de 316.6 g. de pimentón deshidratado y molido; los tamices se acoplan verticalmente, con el tamiz más pequeño en el fondo y el más grande en la parte superior. Tras la disposición de los tamices, la muestra se somete a una agitación mecánica por alrededor de 20 minutos. En la Figura 11 se ilustra el montaje disponible en laboratorios de suelos de Ingeniería de la Universidad de Nariño, usado para la prueba de tamizado.

- Resultados y discusión.

En el Cuadro 19 se presenta los resultados del análisis por tamizado, indicando la malla, la abertura, el peso retenido el cual se expresa en fracción retenida y de manera acumulativa con lo cual se construye la curva de análisis acumulativo y el diagrama de barras presentados en las Figuras 12 y 13 respectivamente.

Figura 11: Montaje Prueba de Tamizado.



De las Figuras 12 y 13 se puede observar claramente la máxima concentración de partículas están entre las mallas 60 y 80 lo que corresponde a una abertura de 0.25 y 0.18 mm respectivamente, en este rango se encuentra aproximadamente el 70 % de la muestra.

7.4.4 Densidad de las Partículas: La densidad se define como el peso por unidad de volumen, constituye una prueba importante en la caracterización de la materia prima para estimar volúmenes de almacenamiento y de equipos.

- Materiales y métodos:

Para la caracterización de partículas sólidas se procede a la determinación experimental de las propiedades, básicas, densidad volumétrica y porosidad de lecho.

Densidad volumétrica: Se determina por disposición de la muestra en un recipiente de dimensiones conocidas y se calcula utilizando la siguiente expresión:

$$\text{Densidad volumétrica} = \frac{\text{Volumen total ocupado (lecho)}}{\text{Peso de la muestra}}$$

Porosidad de lecho: Si se ubica una muestra de partículas sólidas en un recipiente existe espacios de aire entre las partículas. La porosidad se define como el porcentaje de el espacio ocupado por estos espacios de aire. La porosidad se calcula utilizando la siguiente expresión.

$$\text{Porosidad} = \frac{\text{Volumen Aire}}{\text{Volumen Lecho}} = \frac{\text{Volumen Fluido}}{\text{Volumen Lecho}}$$

Cuadro 19: Resultado de Análisis Granulométrico en Serie Tyler.

Rango	Malla	Abertura (m.m)	Peso en tamiz (g)	Fracción másica Retenida	Diam. medio de las partículas en el incremento	Fracción acumulativa
Mayor - 0,85	20	0,85	10	0,03159	-	0,03158
0,85 – 0,6	30	0,6	12	0,03790	0,725	0,06948
0,6 - 0,425	40	0,425	13	0,04106	0,5125	0,11054
0,425 - 0,25	60	0,25	101,5	0,32059	0,3375	0,43114
0,25 -0,18	80	0,18	125,2	0,39545	0,2150	0,82659
0,18 – 0,15	100	0,15	27,5	0,08686	0,1650	0,91345
0,15 - menor	Tapadera		27,4	0,08654	-	1
			316,6	1,00000		

- Resultados

Los resultados se obtuvieron de dos lotes de materia prima previamente sometida a los procesos de secado y molido. Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 20.

Figura 12: Análisis Acumulativo por Tamizado

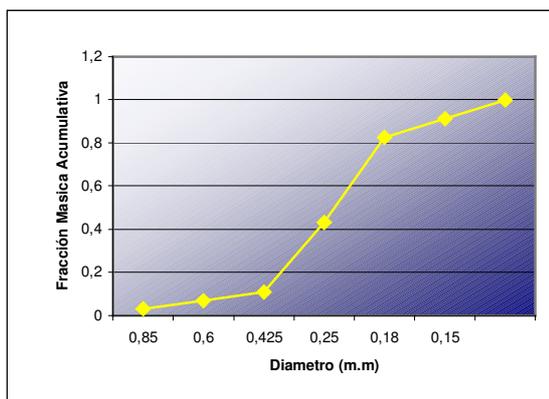
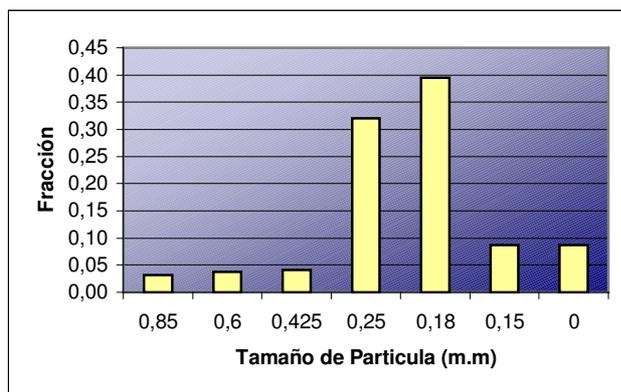


Figura 13: Histograma



La porosidad de las partículas es de el 42.105%, este porcentaje indica la cantidad de espacio que es ocupado por el aire y por diferencia se obtiene el porcentaje ocupado por el sólido. En cuanto a la densidad aparente es una relación de gran importancia para determinar el volumen requerido en almacenamientos y equipos. Con la densidad aparente y porosidad es posible calcular la densidad de partícula o densidad real que corresponde a la densidad calculada sin tener en cuenta el espacio ocupado por el aire.

Cuadro 20: Propiedades de partícula del pimentón en polvo.

Masa (g)	Volumen (ml)	Densidad Aparente (g/ml)	Porosidad (%)	Densidad de Partícula (g/ml)
27.20	50	0.500		
1.7734	3.8	0.466	42.105	0.806
	Promedio	0.483		

7.5 DISEÑO EXPERIMENTAL: EXTRACCIÓN

7.5.1 Estudio del Tipo de Disolvente: Como se ha mencionado anteriormente en el proceso de extracción el tipo de disolvente juega un papel fundamental tanto desde el punto de vista económico como técnico.

El objetivo de esta prueba consiste en comparar diferentes tipos de disolventes a iguales condiciones de operación y su repercusión en las variables de respuesta. Para este propósito se usa un diseño completamente al azar

- Modelo Estadístico:

El diseño completamente al azar, es quizá el diseño más simple y se utiliza básicamente para comparar dos o más tratamientos.

El efecto sobre los tratamientos se describe por el modelo lineal mostrado a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde: μ : Media global
 τ_i : Efecto del tratamiento i
 ε_{ij} : Error aleatorio (más error experimental)
 Y_{ij} : Respuesta u observación

De manera que en este modelo solo se considera dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio que incluye el error experimental.

- Hipótesis:

Las hipótesis planteadas para el diseño completamente al azar son:

$$\begin{aligned} H_0 &: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \\ H_a &: \mu_{M_i} \neq \mu_{M_j} \text{ para algún } M_i \neq M_j \end{aligned}$$

El cual se escribe de forma equivalente como

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

$$H_a : \tau_i \neq 0 \text{ para algún } i$$

Donde: H_0 : Hipótesis nula
 H_a : Hipótesis alternativa
 μ_1 : Media poblacional de tratamiento 1
 μ_2 : Media poblacional de tratamiento 2
 μ_3 : Media poblacional de tratamiento 3

La hipótesis nula (H_0) supone un igual valor de la media poblacional de manera que su aceptación significaría que el factor elegido no influye en la variable elegida como respuesta, por el contrario la hipótesis alternativa (H_a) supone que existe al menos dos tratamientos que difieren entre sí.

- Análisis Estadístico:

La prueba de la hipótesis se realiza mediante el análisis de varianza (ANOVA); el ANOVA utiliza cocientes de varianzas para probar la hipótesis de igualdad de medias. Esta técnica separa la variación total en las partes con la que contribuye cada fuente de variación en el experimento; en el diseño aplicado se separa la variabilidad debida a los tratamientos y la debida al error.

El ANOVA supone que la variable de respuesta tiene una distribución normal, con varianza constante y que las mediciones son independientes entre si.

Además del ANOVA se utilizan otras herramientas de análisis como el diagrama de cajas y bigotes, gráfico de medias entre otras.

- Variable Respuesta

Existen varios criterios para establecer la calidad y cantidad de pigmentos obtenidos en la oleoresina de pimentón, el método que provee mayor confiabilidad y exactitud es el análisis por HPLC, con el cual es posible cuantificar con exactitud cada tipo de pigmento extraído. Además de este método es posible

usar los criterios de rendimiento y capacidad colorante para lo cual se han desarrollado varios métodos espectrofotométricos de gran rapidez y confiabilidad; entre ellos se menciona el método de el ASTA (American Spice Trade Association) el cual es ampliamente difundido y es específico para el producto, el color ASTA es un indicador de la capacidad colorante del producto y de la materia prima.

De esta manera se definen las variables de respuesta:

Rendimiento : Extracto obtenido / Materia Inicial

Color ASTA: definido por el método 20.1. de la American Trade Association.

- Factores

El experimento pretende comparar el efecto de el uso de tres tipos diferentes de disolvente en la extracción de oleorresina de pimentón, los tres disolventes usados poseen diferente polaridad y por ende diferencias en la capacidad de extracción. En el anexo H se indica la polaridad de diferentes solventes. Los disolventes comparados son acetona, etanol y éter etílico, identificados con los números 1, 2 y 3 respectivamente.

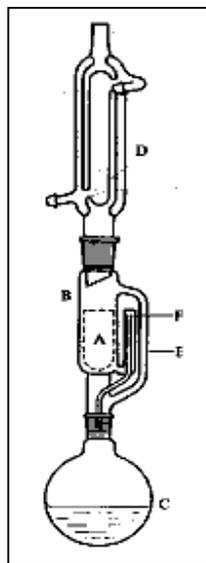
- Materiales y Métodos

La extracción se realiza en un equipo Micro Soxhlet de 6 planchas, los cuales son alimentados con 4 g de pimentón previamente deshidratado y molido, y se somete a extracción durante aproximadamente 12 horas. El equipo se indica esquemáticamente en la Figura 14 y el montaje real se indica en la Figura 15, el proceso consiste en un lavado sucesivo de la muestra para extraer el componente de interés. Tras la extracción se retira el disolvente por evaporación y se evalúa rendimiento y color ASTA.

- Resultados y Discusión

La matriz del diseño completamente al azar se muestran en el Cuadro 21, de ellos se observa la diferencia entre cada tratamiento en cada una de las respuestas. La matriz de diseño fue generada con el software Statgraphics V. 5.0, utilizando un diseño experimental de un solo factor y tres niveles, por triplicado y en orden aleatorio.

Figura 14: Esquema del Montaje Soxhlet.



- A : Muestra o Cartucho
- B : Porta Muestra
- C : Balón – disolvente
- D : Condensador
- E : Tubo de ascenso de disolvente
- F : Tubo de descarga

Cuadro 21 : Matriz de diseño y resultados de Extracción de Oleorresina de Pimentón con Tres Diferentes Disolventes. Acetona (1), Etanol(2), Éter Etilico(3)

Bloque	Disolvente	Color (ASTA)	Rendimiento (%)
1	3	2.564,812	2,657
1	3	2.632,361	3,084
1	2	157,020	60,600
1	1	1.186,182	10,897
1	1	1.184,174	10,772
1	2	123,893	48,312
1	1	1.185,178	10,835
1	2	140,456	54,456
1	3	2.598,587	2,870

En el Cuadro 22 se muestra el resumen de estadísticos de el diseño, en el disolvente uno y tres se observa una varianza y desviación estándar bastante reducida, lo cual indica un bajo grado de diferencia entre cada repetición, contrario sucede con el disolvente dos el cual presenta una desviación estándar más alta, esto puede ser explicado por el alto punto de ebullición de el disolvente lo que hace que el tiempo de cada reflujo sea prolongado de manera que una variación en el tiempo de extracción o en la temperatura del calentamiento provista por el equipo no haya sido la misma en todos los casos o haya sido demasiado baja lo que demoró la evaporación del mismo y en consecuencia el número de

reflujos. Sin embargo debido a la gran diferencia entre los tratamientos, este hecho puede considerarse como parte del error sin afectar la interpretación de resultados.

En la Figura 15 se muestra el montaje Soxhlet empleado en el experimento, en el se aprecia los extractos obtenidos con diferentes disolventes durante la experimentación.

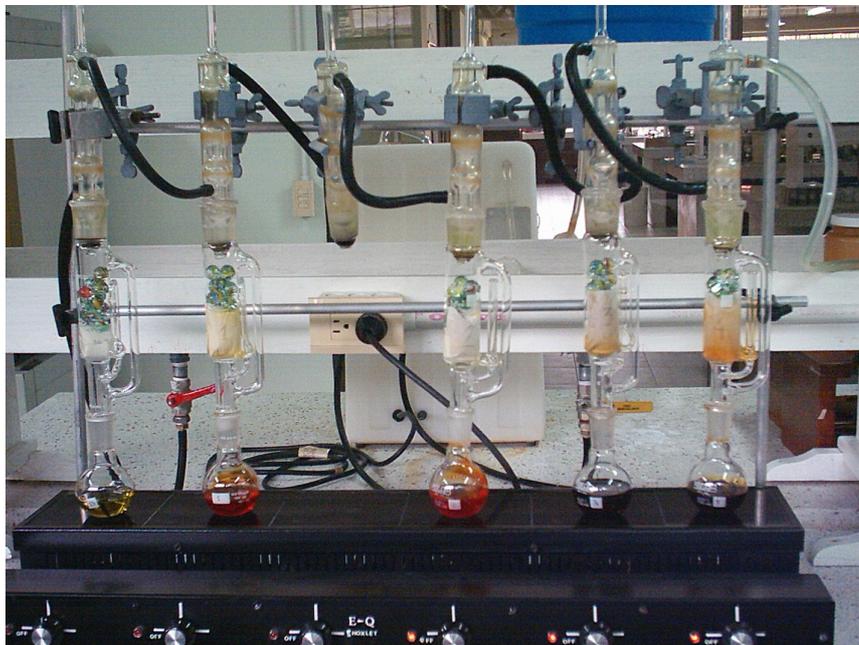
El criterio usado para definir la significancia del efecto es el ANOVA, el cual se indica en el Cuadro 23 y 24 para las variables de respuesta color ASTA y rendimiento. En ambos casos el valor de p es menor que la significancia elegida de 0.05, indicando que existe una diferencia significativa entre tratamientos.

Cuadro 22: Resumen de estadísticos de Extracción de Oleorresina con tres diferentes disolventes

Solvente	Replicas (n)	Color ASTA				Rendimiento (%)			
		Promedio	Varianza	Desviación Estándar	%C.V	Promedio	Varianza	Desviación Estándar	%C.V
1	3	1185,18	1,00802	1.0040	0.08	10.8347	0.0039	0.0625	0.58
2	3	140,456	274,35	16.5635	11.74	54.456	37.748	6.144	11.28
3	3	2598,59	1140,72	33.7745	1.30	2.8703	0.045	0.2135	7.44

Esta conclusión es fácilmente comprobable observando el diagrama de cajas simultaneas (cajas y bigotes) donde ninguna de las cajas se traslapan y su distancia es evidente. De igual manera el Diagrama de medias e intervalos de diferencia mínima significativa (LSD) muestra diferencia entre los tratamientos. Finalmente indica que la comparación con la prueba de rango múltiple con el método LSD con 95% de confianza los tratamientos presentan una diferencia estadísticamente significativa para ambas variables de respuesta, de manera que se confirma la hipótesis alternativa. En el anexo se indican las gráficas de los análisis para las variables de respuesta Color ASTA y Rendimiento en porcentaje y la prueba de rango múltiple con el método LSD (Estos diagramas se presentan en el apéndice B).

Figura 15: Montaje de Laboratorio Soxhlet Empleado.



Cuadro 23: Análisis de Varianza (ANOVA) para Color ASTA

Fuente de Variación	S. C	G.L.	C.M	Fo.	valor - p
Tratamientos	9,1315 E6	2	4,565	9.672,77	0,0000
Error	2.832,15	6	472,025		
Total	9,1344 E6	8			

En los tratamientos se observa una relación inversa entre rendimiento y color ASTA para los disolventes etanol (2) y éter etílico (3), es decir en los extractos obtenidos con éter etílico el color es de alta intensidad pero el rendimiento es muy bajo desde el punto de vista técnico, caso contrario ocurre con el etanol con el que se obtiene el más alto rendimiento pero con el menor color.

Cuadro 24: Análisis de Varianza (ANOVA) para Rendimiento (%)

Fuente de Variación	S. C	G.L.	C.M	Fo.	valor - p
Tratamientos	4.627,33	2	2.313,67	183,63	0,0000
Error	75,5964	6	12,5994		
Total	4.702,93	8			

La diferencia de rendimiento se explica por diferente selectividad de cada disolvente, en el caso del éter etílico es un disolvente usado para determinación de extracto etéreo o determinación de grasa de manera que su selectividad es altamente específica para grasas, debido a que los carotenoides en el pimentón suelen formar ésteres con ácidos grasos, son bien extraídos por este solvente.

La acetona logra rendimientos un poco menores a los mencionados en la literatura de 15.6% ⁶⁴ frente al 10.87% obtenido, esto se explica debido a la variedad usada en las pruebas y que es posible considerar que el tiempo de extracción puede considerarse insuficiente frente al tamaño de la muestra usado, teniendo en cuenta que en el micro – Soxhlet es usual manejar muestras más pequeñas. La oleorresina obtenida mostró una alta viscosidad quizás debida a la presencia de azúcares extraídos del producto, este hecho dificultó la medición de Color.

El tratamiento con etanol mostró el máximo rendimiento, lo que puede indicar una menor selectividad lo que se confirma en la alta viscosidad del producto lo que al igual que el extracto obtenido con acetona dificultó la medición de color. La alta viscosidad en el producto puede deberse a la presencia de azúcares en la materia prima.

A excepción del etanol los disolventes presentan gran riesgo para la salud, alta inflamabilidad y alto costo. Debido a las características ambientalmente favorables, a la baja restricción en su uso y a como se menciona como una alternativa en la obtención de oleorresina, se plantea el desarrollo de las condiciones de extracción mediante este sistema y su evaluación como sistema de extracción.

7.5.2 Estudio del Proceso de Extracción: La elección del disolvente obedece a las características ambientalmente favorables que presenta el uso de alcoholes, además del bajo riesgo para la salud humana tanto en la manipulación como en el producto, donde los disolventes orgánicos convencionalmente usados como acetona y hexano requieren un gran esfuerzo para mantener sus límites en el producto. Desde el punto de vista económico los alcoholes muestran ser más económicos y presentes en grados de pureza bastante elevados, lo que no restringe su uso. El uso del alcohol ha sido reportado como disolvente en la extracción de aceite al igual que para la extracción de carotenoides del pimentón, con la ayuda de un pre tratamiento enzimático. En el presente estudio se analiza la optimización del proceso de extracción de pimentón a través de la metodología de Superficie de Respuesta, con lo cual determina las condiciones óptimas de

⁶⁴ JAREN – GALAN, U. NIENABER, S. SCHWARTZ Op. Cit., p. 3558 – 3564.

operación del proceso y constituye el fundamento del estudio técnico del presente trabajo.

- Modelo Estadístico:

Aplicar un diseño experimental tiene como objeto determinar las condiciones óptimas de operación del proceso, además de conocer cómo interactúan los factores considerados más relevantes del proceso, teniendo como premisa maximizar la información y conocimiento logrado del proceso y un mínimo de corridas experimentales. Con base en a lo anterior se decide correr un diseño de Superficie de Respuesta, central compuesto 2^2 mas puntos estrella.

El diseño aplicado parte de un diseño factorial 2^2 en el cual se estudia el efecto de dos factores en dos niveles cada uno sobre la variable de respuesta, en el diseño se contempla el uso dos factores cuantitativos. El uso de un diseño factorial provee mayor eficiencia frente a la opción de mover un solo factor a la vez, debido a que contempla la posibilidad de interacción entre factores lo que es difícil de lograr moviendo un solo factor a la vez y más aun cuando existen más de 2 factores. Para ampliar la potencia del diseño se introduce dos puntos centrales, lo que permite detectar curvatura, adicionalmente se aumenta puntos estrella o axiales con los cuales se estudia los efectos cuadráticos. El diseño se corre por duplicado en 20 corridas experimentales.

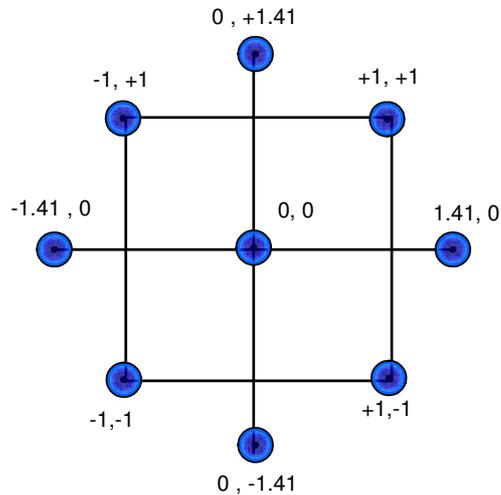
El modelo estadístico describe que el comportamiento de la respuesta Y en el experimento con k réplicas, para nuestro caso se considera dos factores A y B.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_{1,2} x_1 x_2 + \beta_{1,1} x_1^2 + \beta_{2,2} x_2^2 + \varepsilon$$

Donde: β_0 : media global
 β_1 : Efecto del factor $x_1 = A$
 β_2 : Efecto del factor $x_2 = B$
 $\beta_{1,2}$: Efecto de interacción de factores $x_1 x_2 = A B$
 $\beta_{1,1}$: Efecto cuadrático del factor x_1^2
 $\beta_{2,2}$: Efecto cuadrático del factor x_2^2
 ε : Error aleatorio

La región experimental del diseño puede apreciarse en la Figura 16 en ella los vértices del cuadrado representan los puntos del diseño factorial 2^2 , además se indican los puntos centrales y los puntos estrellas, lo que amplia significativamente la región experimental.

Figura 16 : Representación geométrica de la Superficie de Respuesta Aplicada



La región experimental está delimitada por los rangos de experimentación utilizados con cada factor buscando en lo posible aproximarse al máximo a la región de operabilidad o la región donde el proceso puede desempeñarse por restricciones físicas o impuestas por conocimiento de los límites del proceso (rangos de temperatura, restricciones económicas, etc).

Como es normal el modelo obtenido no se ajustará exactamente al modelo que se supone rige, debido a la existencia de variabilidad, pero sí se considera útil para la predicción o definición de las condiciones de operación dentro de un rango aceptable de confiabilidad.

- Hipótesis

Las hipótesis que se plantean con el diseño son:

Ho: Efecto A = 0
Ha: Efecto A \neq 0,

Ho: Efecto AB = 0
Ha: Efecto AB \neq 0,

Ho: Efecto B² = 0
Ha: Efecto B² \neq 0,

Ho: Efecto B = 0
Ha: Efecto B \neq 0,

Ho: Efecto A² = 0
Ha: Efecto A² \neq 0,

- Análisis Estadístico

El análisis estadístico se realiza aplicando el ANOVA, lo que permite verificar la hipótesis nula o su correspondiente hipótesis alternativa, para cada efecto. Al efecto cuyo p-value sea menor al valor especificado para alfa, se declara estadísticamente significativo o se comprueba si está o no activo. El ANOVA supone que los residuos se distribuyen normales, independientes y con varianza constante.

- Variable de Respuesta

Como variable de respuesta se utiliza el rendimiento en base a la materia prima alimentada debido a su fácil determinación y relación con la cantidad de oleorresina obtenida.

- Factores

Los factores a tener en cuenta en el diseño son:

Tiempo.

Relación disolvente / alimentación.

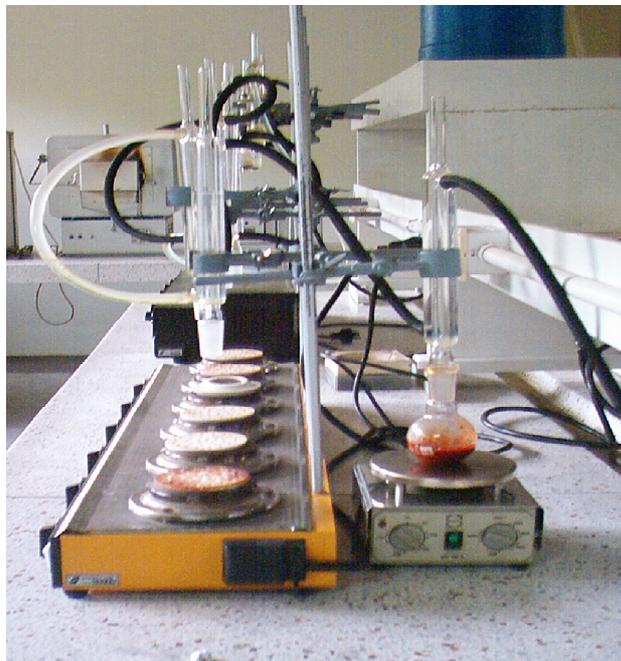
Se determinan debido a su gran importancia en el establecimiento de el proceso. Otras variables se consideran constantes como son: granulometría o tamaño de partícula de la muestra, la agitación, la temperatura.

- Materiales y métodos

La extracción se realizó usando una plancha con agitación magnética y calefacción, condiciones que se mantuvieron constantes durante todas las corridas experimentales, el montaje se muestra en la Figura 17; tras la extracción, se procede a filtrar el extracto separando el residuo sólido, posteriormente el disolvente es evaporado y finalmente se evalúa el rendimiento frente a la materia prima alimentada.

La matriz de diseño se presenta en el Cuadro 25, los niveles de los factores se presentan en notación de signos (+,-) y en valores reales.

Figura 17 Montaje de Extracción



Cuadro 25 :Matriz de Diseño Superficie de Respuesta, Central Compuesto 2² Mas Puntos Estrella y Rendimiento en la Extracción de Oleoresina de Pimentón.

EXP.	TIEMPO	REL S/A	TIEMPO (HRS)	TIEMPO (MIN)	REL S/A
1	0	-1,41	4,5	270	7,93
2	0	0	4,5	270	15
3	1	1	6	360	20
4	-1	-1	3	180	10
5	-1	1	3	180	20
6	-1,41	0	2,38	142,72	15
7	0	0	4,5	270	15
8	1	-1	6	360	10
9	0	1,41	4,5	270	22,07
10	1,41	0	6,62	397,28	15

- Resultados y discusión

De acuerdo al ANOVA, mostrado en el Cuadro 26 se observa la significancia de la cantidad de disolvente frente a la materia prima alimentada, por su estadístico de

prueba valor – p menor que la significancia elegida de 0.05, en seguida se observa también el efecto cuadrático de el tiempo el cual presenta significancia, los demás factores no tienen una significancia aceptable y por tanto se considera que su efecto es enmascarado por la variabilidad propia del experimento. Para construir un mejor ANOVA se ha eliminado del análisis el tiempo y se ha enviado al error debido a su tan baja significancia .

Cuadro 26 : Análisis de varianza ANOVA Rendimiento %

Fuente de Variación	S. C	G.L.	C.M	Fo.	valor - p
B. Relación S:A	530,201	1	530,201	145,83	0,0000
A A	26,6574	1	26,6574	7,33	0,0162
A B	4,86252	1	4,86252	1,34	0,2656
B B	4,15596	1	4,15596	1,14	0,3019
ERROR	54,5378	15	3,63585		
TOTAL	638,4	19			

Los efectos significativos se observan en el diagrama de Pareto estandarizado (Figura 18), confirmando lo que se obtiene en el ANOVA, donde nuevamente se observa la relevancia de la cantidad de disolvente utilizada y un efecto cuadrático de el tiempo.

Con el ANOVA y el diagrama de Pareto de efectos estandarizados es posible probar las hipótesis propuestas, de manera que la hipótesis alternativa es valida solo para los efectos de B y de AA y para las demás es valida la hipótesis nula propuesta.

En la Figura 19 se muestra el diagrama de efectos principales, en ella se observa el efecto de el principal factor, cantidad de disolvente y el efecto de una variación en el rendimiento de extracto, de manera que el paso de este factor de un nivel bajo a su nivel alto muestra un incremento en el rendimiento, con base en ello puede afirmarse que tienen una relación directamente proporcional.

En la figura 20 se aprecia el diagrama de interacción de factores, en el se observa el efecto cuadrático de la interacción de los factores, este indica que la prolongación de el tiempo de extracción puede ejercer un efecto negativo sobre la variable respuesta, lo cual puede atribuirse quizá a la degradación de compuestos por el prolongado tratamiento térmico, sin embargo convendría evaluar este hecho en experimentos posteriores.

Figura 18: Diagrama de Pareto de Efectos Estandarizados.

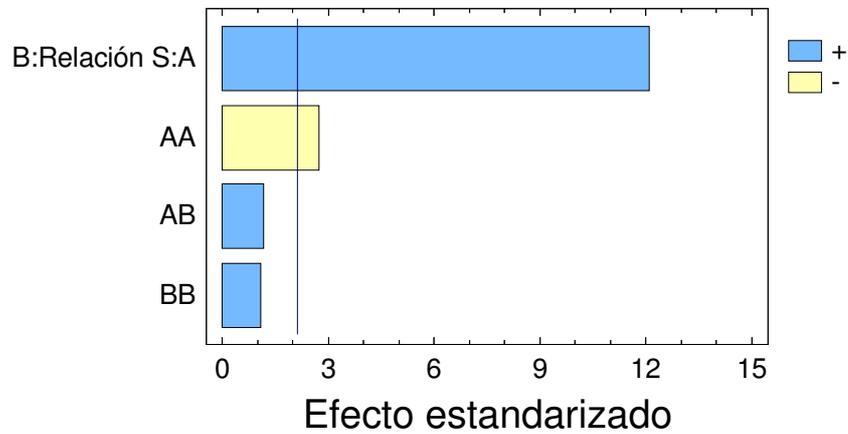
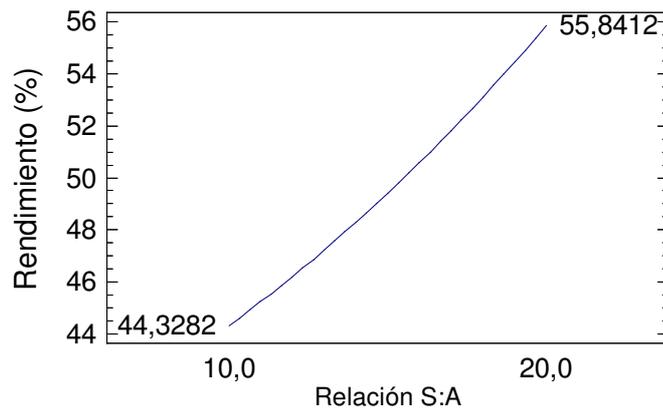
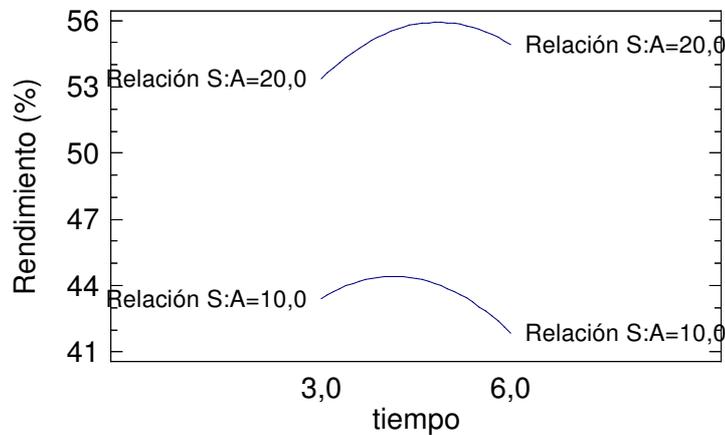


Figura 19: Diagrama de Efectos Principales.



El modelo de regresión posee un coeficiente de determinación (R^2) de 91,45% y un coeficiente de determinación ajustado (R^2_{aj}) de 89,18% los cuales miden la proporción o porcentaje de variabilidad en los datos experimentales que es explicada por el modelo obtenido, de manera que se puede considerar que el modelo explica en un alto porcentaje la variabilidad observada en la variable de respuesta, adicionalmente se puede decir que el efecto debido a errores experimentales y a otros factores no considerados fue pequeño frente al efecto de los factores tenidos en cuenta.

Figura 20: Diagrama de Interacción



El análisis estadístico ofrece una ecuación de regresión la cual predice el valor de la respuesta rendimiento, este valor es un valor promedio en dicho punto, la ecuación se presenta a continuación.

$$\text{Rendimiento} = 29.85 + 5.27 * A - 0.125 * B - 0.76 * A^2 + 0.104 * A * B + 0.027 * B^2$$

Las condiciones óptimas que maximizan la variable de respuesta son en la variable tiempo (A): 4.98 horas y para la variable Disolvente /alimentación (B): 22.07

El gráfico de Superficie de respuesta (Figura 21) modela el comportamiento de el rendimiento en la región experimental, en ella se observa una leve curvatura de el factor A y el gran efecto que tiene el incremento de el factor B, es posible también en ella observar el punto óptimo antes descrito, esto se puede observar también en la gráfica de contornos (Figura 22).

El diagrama de residuos y predichos (Figura 23) permite evaluar el modelo propuesto, de manera que entre menores sean los residuos, el modelo describe mejor el comportamiento de el rendimiento, en este caso se observa un buen ajuste. En este gráfico también se confirma el supuesto de varianza constante debido a la aleatoriedad de los puntos.

Figura 21: Superficie de Respuesta Estimada

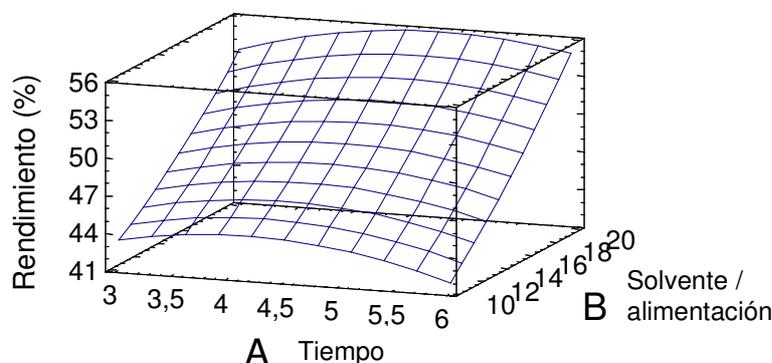
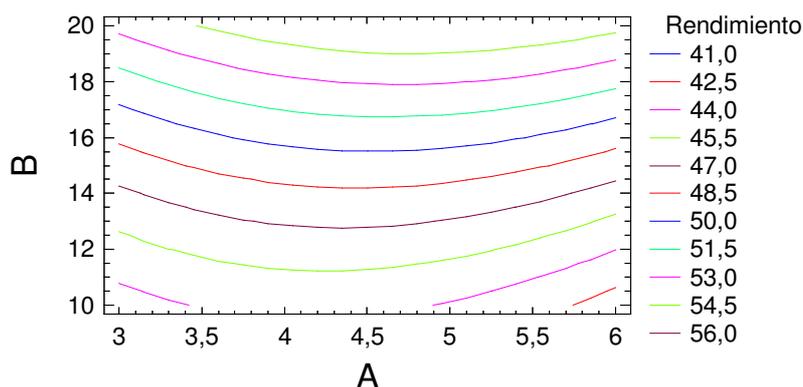


Figura 22: Contornos de la Superficie de Respuesta Estimada.

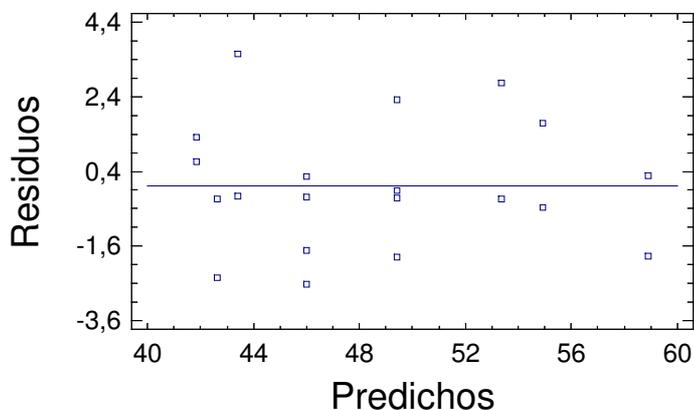


Finalmente se puede concluir que el factor de mayor importancia es la proporción del disolvente, esto obedece a que la presencia de una mayor cantidad de disolvente permite solubilizar una cantidad de soluto superior. En cuanto a la influencia de el tiempo este factor no se considera significativo a excepción de su valor cuadrático el cual ofrece una cresta donde favorece la variable de respuesta.

Como es normal dentro de la experimentación existe presencia de error el cual aunque no elevado disminuye el ajuste de el modelo, este hecho puede atribuirse al denominado error experimental, debido a factores de ruido de difícil control como heterogeneidad natural en la materia prima, error en manipulación, variación en condiciones de agitación al variar proporción de disolvente, etc. El extracto obtenido muestra buenas características y se indica en la Figura 24.

Figura 23: Diagrama de Residuos vs Predichos.

S



7.5.3 Experimentos en Punto Óptimo: El punto óptimo obtenido con la experimentación anterior se comprueba experimentalmente y se evalúa el color, para ello se siguen los mismos procedimientos y métodos usados anteriormente y se evalúa el color por el método ASTA.

El resultado se obtuvo de dos mediciones, el valor predicho de rendimiento por el modelo fue de 59.07% frente al valor obtenido experimentalmente de 58.08%, existe una variación de 1.67% entre los valores lo cual comprueba la validez del modelo.

Del extracto se obtuvo 0.4248g de oleorresina con 2.722 unidades de color ASTA, un valor que está dentro de los reportados, sin embargo la presencia de el caramelo reduce este valor.

7.5.4. Curva de Calibración para Color: La curva de calibración se realiza haciendo diluciones de la oleorresina obtenida y determinando su color por el método ASTA. La curva se indica en la Figura 25 de ella se puede calcular el grado de dilución necesario para obtener la graduación requerida en el producto; de color amarillo se representa la línea de tendencia.

En la Figura 26 se muestran las diluciones realizadas para realizar la curva de calibración, a través del método ASTA 20.1, en ella se aprecia la clara disminución en el color a medida que la concentración disminuye, el color disminuyó de manera lineal como lo muestra la línea de tendencia de la Figura 25. La realización de esta curva permite la formulación en color requerida por el mercado, obteniendo un producto de calidad uniforme.

Figura 24: Extracto Obtenido Bajo las Condiciones Propuestas.

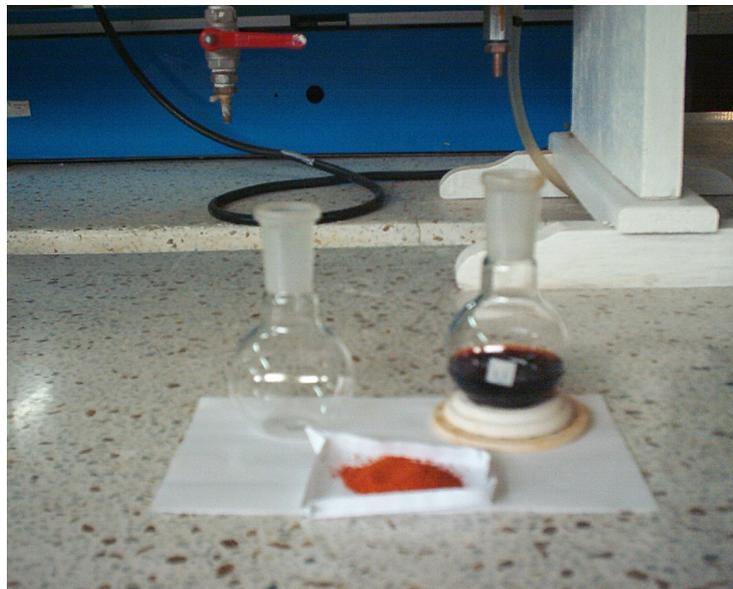
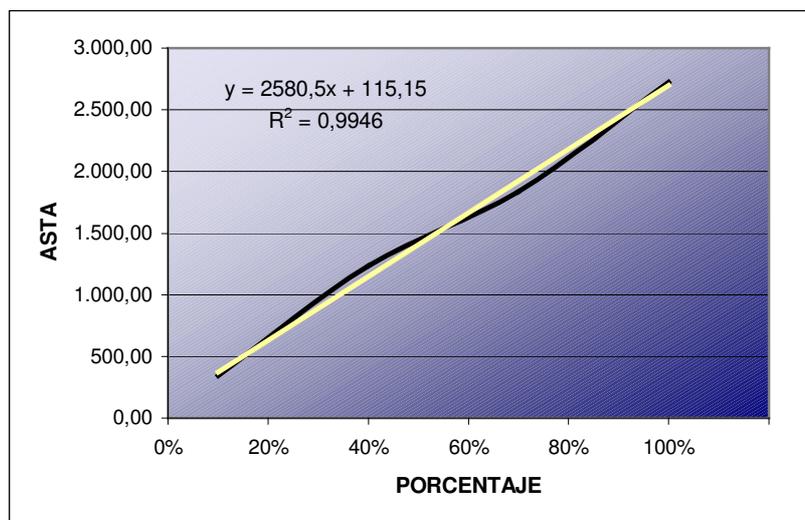


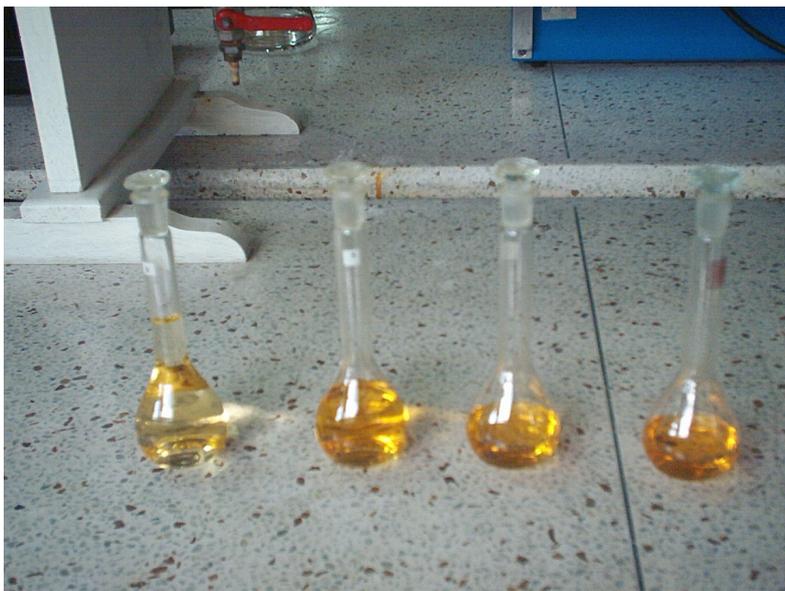
Figura 25: Curva de Calibración



7.5.5 Conclusiones: Las pruebas experimentales permitieron determinar las condiciones de operación y el planteamiento de un método alternativo de obtención de oleoresina de pimentón en base al cual es posible realizar el estudio técnico.

La comparación de múltiples solventes en la extracción de oleorresina de pimentón permitieron evaluar la posibilidad de usar él etanol como un solvente para este propósito, con la ventaja de presentar un mínimo riesgo de toxicidad.

Figura 26: Diluciones para la Curva de Calibración.



El tiempo de extracción considerado como adecuado corresponde a 4.98 horas, periodo después del cual continuar el proceso puede considerarse injustificado desde el punto de vista económico y técnico.

Como es natural conviene continuar estudiando y mejorando continuamente el sistema de extracción con el propósito de una mejora en rendimiento y calidad del producto obtenido, también conviene garantizar un grado óptimo de madurez del producto que reduzca la presencia de azúcares que finalmente reducen el valor de la oleorresina.

De igual manera conviene incursionar en la investigación en nuevas líneas de productos utilizando variedades picantes y otras variedades de pimentón.

Debido a la importancia de la materia prima en la obtención de oleorresina es necesario sugerir la investigación en nuevas variedades de pimentón que permitan obtener extractos de mayor riqueza en cuanto a pigmentos, cantidad de producción por planta y sensibilidad a plagas y enfermedades de la planta; existen

ya muchos avances en este sentido en otros países donde la agroindustria del pimentón es muy desarrollada.

Con el propósito de mejorar el proceso de extracción conviene el estudio de las condiciones de operación durante las diferentes etapas de acondicionamiento de manera que sea posible el diseño de un paquete tecnológico completo que se adapte a las condiciones de la materia prima y condiciones de nuestra región.

El proceso de implementación industrial del proceso requiere pruebas de escalamiento con el propósito de ajustar las condiciones de operación.

8. ESTUDIO TÉCNICO

8.1 MATERIA PRIMA: PIMENTÓN

El género *Capsicum*, que incluye entre 20 y 30 especies, tiene su origen en las regiones tropicales y subtropicales de América, principalmente en países como Bolivia y Perú. A nivel mundial, la especie más cultivada es la *Capsicum annuum*, a partir de la cual se originan dos productos diferentes: el ají (fruto picante) y el pimiento o pimentón (no picante).

Este fruto posee un alto contenido de vitaminas A, B1, B2 y C; se caracteriza por ser una planta perenne cuando se presenta en forma silvestre, aunque en los cultivos comerciales se maneja como anual. Durante las primeras fases de desarrollo, las ramas y el tallo, tienen una consistencia herbácea, aunque con el crecimiento van tomando su aspecto semileñoso. Las ramas son dicotomas y se caracterizan por tener hojas enteras, globosas, con un color verde brillante, cuya forma es variada, encontrándose desde ovaladas hasta elongadas. Las flores que desarrolla son pentámeras, de color blanco, solitarias y se ubican en las axilas de las hojas. El fruto se clasifica como una baya, que puede tener forma de bloque, rectangular y/o cónica. Posee un gran número de semillas que se encuentran adheridas en el centro del fruto, son de color crema y de forma aplanada.

La importancia comercial que tiene el cultivo del *Capsicum* ha promovido el desarrollo de variedades de diferentes características, como su composición relativa en pigmentos (relación pigmentos rojos/ pigmentos amarillos), rápido crecimiento, tolerancia a enfermedades, colores y formas (por ejemplo el pimentón cuadrado)⁶⁵. En la figura 27 se muestran diferentes presentaciones de pimentón de interés para su comercialización en fresco.

La mayoría de las especies del género *Capsicum* han sido llevadas desde América hacia distintas regiones del mundo y rápidamente han tomado un lugar importante dentro de la canasta familiar de muchos países, por lo que su cultivo, aunque está muy reducido en superficie, se encuentra ampliamente extendido, siendo China, Estados Unidos y México los principales productores a nivel mundial. Otros países como Hungría, Los Balcanes, Francia, Italia, España e

⁶⁵MÁRKUS F. Et al. Change in the carotenoid and antioxidant content of spice red pepper (páprika) as a function of Ripening and Some Technological Factors. En: J. Agric. Food Chem. 1999, 47, p. 100 – 107.

India, han venido presentando un aumento considerable en el área sembrada. En Colombia, de acuerdo con los datos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, en 1997 el área cosechada con pimentón sobrepasaba las 1.500 hectáreas, siendo los departamentos del Valle del Cauca, Antioquia, Santander y Bolívar los principales productores (ver Cuadro 27). En Nariño la Secretaría de Agricultura no muestra datos referentes a la producción de pimentón, debido a que la producción se dedica al consumo interno y existe una limitada extensión dedicada a este cultivo.

Figura 27 : Diferentes Variedades de Pimentón



8.1.1 Tecnología de Producción

- Requerimientos de Producción

Este cultivo es altamente exigente en luz, razón por la cual es necesario sembrarlo en zonas cuyas horas luz sobrepasen un promedio de 6 horas efectivas por día. Esta planta se desarrolla bien en aquellas zonas en las que la temperatura media oscila entre los 16°C y los 25°C, con un óptimo de 23°C. La humedad relativa no debe ser muy alta, ya que esta especie es muy susceptible a los ataques de hongos; el mejor rango se ubica entre 50% y 70%. El pH óptimo de los suelos debe estar entre 5,7 y 6,5. El terreno debe tener buen contenido de materia orgánica, evitando aquellos que tengan un nivel alto de salinidad, ya que esto puede ocasionar la aparición de un mal fisiológico conocido como pudrición negra apical de los frutos, problema muy común en estos cultivos. Esta pudrición también se presenta cuando el suelo es deficiente en calcio o cuando hay una sequía severa.

Cuadro 27: Área, Producción y Rendimiento de Pimentón en Colombia

DEPARTAMENTO	ÁREA (HAS)	PRODUCCIÓN (TON)	RENDIMIENTO (TON /HA)
Valle	364.0	4,669.0	12.8
Tolima	47.0	329.0	7.0
Santander	266.0	3,998.0	15.0
Norte de Santander	23.0	307.0	13.3
Huila	44.0	471.0	10.7
Cundinamarca	80.0	2,000.0	25.0
Caldas	5.0	37.2	7.4
Boyacá	22.0	154.0	7.0
Bolívar	580.0	6,553.0	11.3
Antioquia	136.0	2,744.0	20.2
TOTAL	1,567.0	21,262.2	X = 12,97

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 1998.

- Siembra – Semillero

Cuando se realiza la siembra directa, la más recomendable para los cultivos comerciales extensos, se usa una sembradora de precisión y semilla seleccionada que tenga un porcentaje de germinación mayor al 75%. En Colombia, el sistema que más ha venido trabajándose es el de germinación en semillero con el posterior transplante de plántulas cuando éstas tengan de 1,5 a 2,0 meses de edad. Hay que tener en cuenta que, para la germinación, la semilla requiere suelos con temperaturas elevadas (cerca de los 30°C); la germinación se presentará desde el sexto hasta el décimo día después de la siembra.

- Transplante

Para llevar a cabo esta labor, se pueden utilizar diferentes métodos, teniendo en cuenta que debe realizarse cuando haya lluvia o en un día nublado, para disminuir el estrés de las plántulas. Cuando se usan surcos sencillos, se deben dejar 70 centímetros entre surcos y distanciar las plantas a 40 centímetros, lo cual permite una densidad de 36.000 plantas por hectárea. También se pueden dejar 60 centímetros entre cada surco y los mismos 40 centímetros entre plantas, lo que aumenta la población a 40.000 plantas por hectárea. El uso de surcos dobles tiene la ventaja de que reduce la cantidad de sol que reciben directamente los frutos,

aminorando el fenómeno conocido como escaldado de los frutos. En este caso, las distancias que se recomiendan son 1,2 metros medidos de centro a centro de los dobles surcos, lugar por donde se ubica el riego, dejando las plantas a 40 centímetros entre sí; de esta manera, se alcanza una población de 42.000 plantas en una hectárea.

- Mantenimiento

Fertilización: Es importante tener en cuenta que una buena fertilización siempre se basa en un análisis físico – químico de suelos. Aquí se enuncian algunos de los aspectos más importantes a tener en cuenta para una buena nutrición de un cultivo de pimentón. En primer lugar, es importante contar con un contenido aceptable de materia orgánica, en especial en aquellos suelos de textura liviana. Vale la pena advertir que esta especie tiene alta demanda de elementos como nitrógeno y fósforo, cuyo exceso se debe evitar porque puede traer consigo un desarrollo vegetativo elevado, lo que se traduce en baja productividad y posible resquebrajamiento de las plantas. La fertilización completa con fósforo y potasio puede realizarse en el momento del transplante; en el caso del nitrógeno, en cambio, se recomienda dividir en las aplicaciones en dos, una durante el transplante y la otra en el momento en que comience a formarse el fruto.

Riego: Se pueden distinguir tres momentos críticos, durante los cuales la falta de agua podría ocasionar pérdidas notables en los rendimientos: el transplante, la floración y el cuajamiento del fruto. Durante esta última etapa, la falta de agua puede generar una pudrición interna y la posterior caída del producto. El agua no debe entrar en contacto con la planta (ya sean tallos, hojas, frutos, etc.) para evitar el riesgo de enfermedades. Los requerimientos de agua pueden oscilar desde 400 a 1200 milímetros por cosecha.

Podas: Esta operación consiste básicamente en la limpieza de hojas bajas que se encuentren en contacto con el suelo y que pueden ser puerta de entrada para patógenos. También se realizan limpiezas de algunas flores y frutos para dejar aquellos de mejor aspecto y facilitar el buen crecimiento de los que quedan en la planta.

Desyerbas y aporques: Las desyerbas consisten en la eliminación de plantas no deseadas dentro del cultivo. Esta labor puede llevarse a cabo de manera manual o mecánica, en este último caso, se debe tener cuidado de no dañar las raíces o algún órgano de la planta. El aporque se lleva a cabo con el objetivo de asegurar un buen sistema de drenaje y facilitar el desarrollo de las raíces. En cultivos que

disponen de riego por gravedad, esta operación ayuda a proteger contra patógenos del suelo, al evitar el contacto directo de las plantas con el agua.

Estacado o tutorado: Cuando los frutos comienzan a crecer, las ramas pueden quebrarse por el aumento de peso. Por tal razón, es necesario ayudarla con algún soporte (pueden ser estacas de 50 a 60 centímetros de alto). En Colombia es común encontrar también amarres con cuerda de polipropileno.

Cosecha y Poscosecha: Transcurridos entre 80 y 110 días después del transplante, se puede iniciar la recolección de frutos; para esta época los frutos habrán adquirido un color verde brillante o rojo encendido que indica que se pueden cosechar. Es necesario desprender el fruto de la planta utilizando tijeras ya que, de lo contrario, se pueden ocasionar daños mecánicos a las ramas. No es conveniente dejar adherido el pedúnculo porque durante el empaque puede dañar algunos pimentones vecinos. La conservación se puede realizar, utilizando una cámara frigorífica y una humedad relativa controlada de alrededor de 85-90%, lo cual permite un almacenamiento de 30 a 35 días. El pimentón verde, se puede almacenar por 2 a 3 semanas si se mantiene una temperatura de 7°C a 10°C y una humedad relativa entre el 90% y el 95%. Si se almacenan pimentones rojos, la temperatura debe disminuirse entre 4 y 7°C, conservando la misma humedad. Cuando se guarda el pimentón a temperaturas mayores a los 10°C, se deteriora el fruto por la aparición de pudriciones.

Plagas y enfermedades Las principales plagas y enfermedades que afectan el cultivo son: Araña roja y araña blanca, Esodoptera, Gusano de alambre, Heliosis, Minador, Mosca blanca, Pulgón, Trijos, Nematodo, Alternaria, Antracnosis, Botritis, Cercóspora, Cladosporium, Esclerotinia, Fusarium, Marchitez bacteriana, Necrosis medular, Oidio o Blanquilla, Phytophthora, Phytium, Pintilla, Podredumbre blanda, Rizoctonia, Verticilium, Virosis.

8.1.2 Rendimiento: Los rendimientos son variables de acuerdo al cultivar, condiciones de cultivo y clima. En general los rendimientos que se obtienen son bajos, cercanos a los 1.200 Kg. de producto seco por hectárea. Mejorando en varios aspectos, como el varietal y el manejo de cultivo es posible obtener 4.000 kg/ha. de producto seco. En Colombia el promedio nacional en producto fresco es de 12.97 Ton /ha

8.1.3 Mercado: En el caso de Colombia se destaca el poco dinamismo que muestran tanto las importaciones como las exportaciones de pimentón que, en los últimos años, tienden a la baja. Para Colombia, sólo se registraron importaciones

de 700 kilos de pimentón por valor de 4.800 dólares en 1997 y 500 kilos por valor de 3700 dólares en 1998. De otro lado, sólo se han exportado a Venezuela 299 toneladas en 1993 y 7,2 toneladas en 1995, por valor de 59.000 y 5.100 dólares, respectivamente.

En Colombia, el canal de comercialización más común para el pimentón es aquel que va del acopiador al mayorista y de éste a un detallista. En este proceso, el acopiador se encarga de recoger el producto directamente de la finca, con un precio que se fija según la demanda y las expectativas de precio que posea de las centrales de abastos y de los supermercados. En ocasiones, los mayoristas negocian directamente con los productores, sin contar con un acopiador.

8.1.4 Comercialización: El transporte del pimentón se hace de manera rudimentaria en camiones de estacas, es decir, sin refrigeración, lo que ha generado pérdidas elevadas en el producto por daños mecánicos y deshidratación, el empaque que se utiliza generalmente es la caja tomatera de madera que no es la más adecuada para transportar este producto. Cuando existen contratos para proveer, por ejemplo, a los supermercados, el producto se empaca en cajas plásticas que no tienen esquinas o bordes que puedan maltratar el producto y, en algunos casos, se transporta en camiones cerrados donde no entran luz ni aire que puedan causar deterioros.

8.1.5 Aprovechamiento de Materia Prima: Las materias primas de origen agrícola, por su carácter perecedero y por la estacionalidad en su producción, obligan a conocer los periodos de siembra y cosecha para identificar un adecuado calendario de aprovisionamiento, buscando con esto un precio bajo en la materia prima.

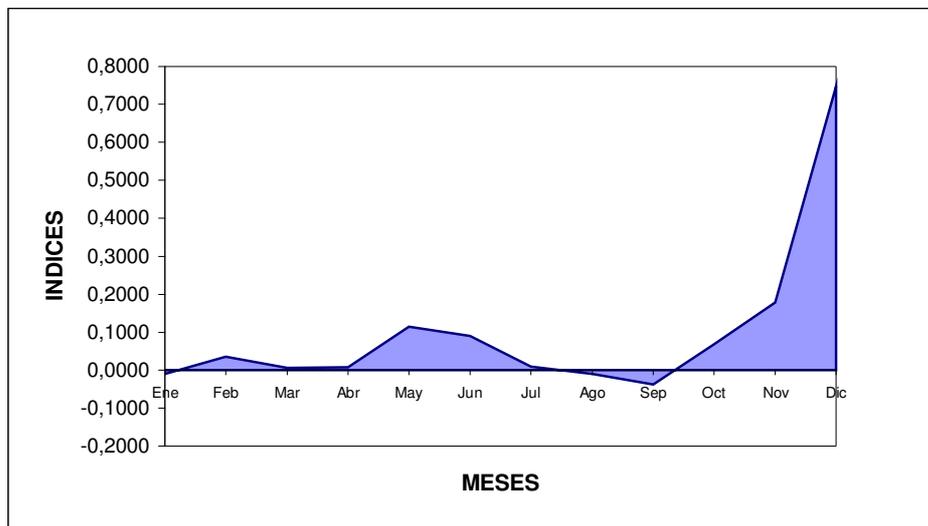
8.1.6 Proyección de Precios: El ciclo estacional del precio del pimentón (ver Figura 28) permite apreciar las épocas de escasez y abundancia del producto. De la figura 28 se puede apreciar que el pimentón durante la mayor parte del año presenta una relativa estabilidad en el precio. Esta se altera durante los meses de Abril, Mayo y Junio cuando es evidente una menor oferta y con ello un mayor precio. Este ciclo se vuelve a repetir durante los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre, trimestre en el cual el precio alcanza los mayores niveles.

Con base en este indicador, el proyecto buscará abastecerse en los meses de Enero, Febrero y Marzo en el primer semestre y en Julio, Agosto y Septiembre durante el segundo semestre del año.

De igual manera, el análisis de precios mayoristas del pimentón permite observar que entre los años 1997 – 1999 la oferta de este producto tiene una estacionalidad poco marcada en la Figura 29. Los precios no siguen un patrón determinado. Hacia el final de 1997, los precios de esta hortaliza registran un repunte que se explica por la disminución de la oferta ya que, como resultado del fenómeno de El Niño, los rendimientos de los cultivos bajaron significativamente⁶⁶.

Durante 1998, la oferta se recuperó significativamente lo que se manifiesta en una reducción constante de los precios a todo lo largo del año, donde cerró en diciembre con un precio de \$616/kilogramo y había iniciado año con un precio medio de \$1305/kilogramo. Ya para el año 1999, se viene dando una recuperación representativa del precio del pimentón, al pasar de \$713/kilogramo en el mes de enero a \$1167/kilogramo en junio. Para julio se cuentan con los datos que abarcan hasta la cuarta semana del mes y el precio promedio presenta una leve disminución registrando \$1056/kilogramo. Tal como se puede apreciar, aquí se acentúa la hipótesis de que los precios del pimentón no poseen una pauta determinada. Por tal razón, es prácticamente imposible predecir que podrá suceder en lo que falta del año con la oferta del producto y, por ende, con sus precios⁶⁷.

Figura 28: Ciclo Estacional del Pimentón con Base en Precios Mayoristas de Bogotá. 1992 – 2002.

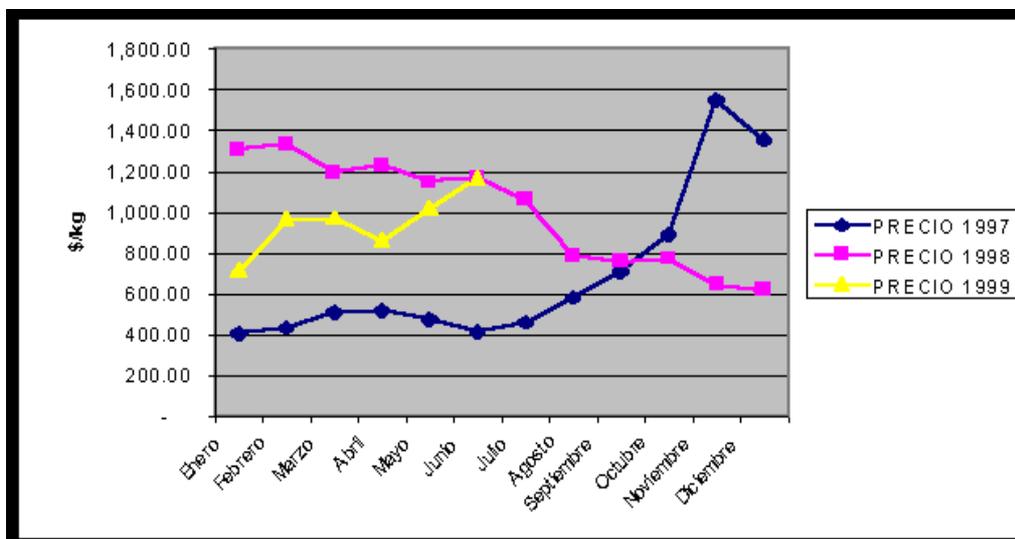


Fuente: SIPSA. Cálculos esta investigación.

⁶⁶ BOLETÍN CCI: Exótica. Año 3. Volumen 11. Junio - Septiembre 1999. p. 10.

⁶⁷ Ibid., p. 10.

Figura 29: Precio mayoristas en Corabastos



Fuente: SIPSA. Cálculos: Corporación Colombia Internacional.

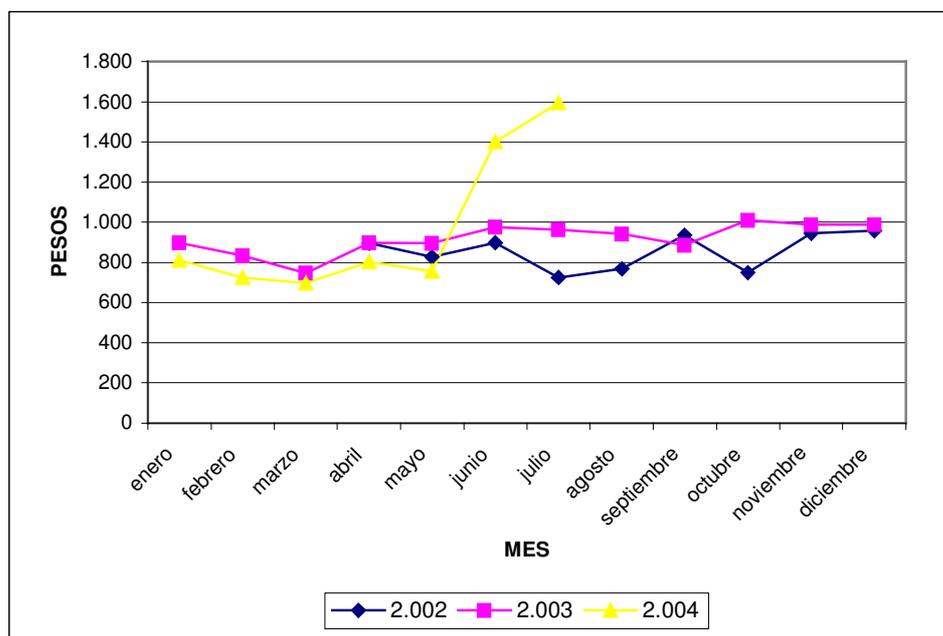
De igual manera, tomando como base el boletín semanal de precios mayoristas proporcionado por el Sistema de Precios del Sector Agropecuario (SISPA), el análisis de los precios del pimentón en el mercado local manifiesta la misma tendencia mostrada en el ciclo del producto, sin embargo se puede concluir que el precio del pimentón no presenta una estacionalidad demasiado marcada y la variación del precio no es demasiado significativa.

Es de interés notar el caso excepcional presentado en el periodo mayo – julio donde la tendencia en el precio del pimentón muestra una tendencia a la alza (ver Figura 30).

8.2 INSUMOS

8.2.1 Disolvente El estudio de materiales se complementa con los precios de los disolventes susceptibles de uso en el proceso de extracción de oleorresina, estos se presentan en el Cuadro 28, existe una gran diferencia en los precios de los diferentes disolventes de manera que conviene hacer una adecuada elección de el mismo para el proceso, aunque el proceso contempla la recuperación del mismo tras la extracción, existe un residuo que se pierde en las diferentes etapas de extracción y separación.

Figura 29: Precio Mayorista por Kilogramo de Pimentón en Pasto. 2002 – 2004.



Fuente: SIPSA. Cálculos esta investigación

Cuadro 28. Precio de Disolventes por Litro en Diferentes Casas Comerciales.

DISOLVENTE	LABORATORIO (\$ / LT)				
	Profinas	Mediclinicos	Vidcol	Tecnoquimicos	Elementos Quimicos
Etanol grado industrial		13.206	4.640	3.248	
Hexano	86.843		81.200		38.652
Acetona	30.253	111.081	100.920		31.552

Fuente: Cotización laboratorios UDENAR.

8.2.2 Aceite Vegetal: El aceite vegetal se usa básicamente para la estandarización de la oleoresina a una graduación determinada. El aceite usado generalmente para este propósito es el de soya o palma por su economía y disponibilidad.

8.2.3 Empaque: El empaque primario del producto se realiza en bidones de polietileno de alta densidad de 15 kg, este empaque protege el producto de posibles alteraciones físicas y químicas por factores externos que puedan deteriorar las características de calidad del producto. El empaque además posee un sello de seguridad que evita adulteraciones y garantiza seguridad a los clientes.

8.2.4 Etiqueta: La etiqueta proporciona la información general del producto, nombre de la empresa y lote; además de estos datos básicos muestra el logotipo de la empresa lo que crea en el consumidor una imagen corporativa. Debido a que el producto es de tipo industrial se hace un especial énfasis a la información que el productor requiere más que en una etiqueta llamativa o de impacto, en algunos casos el producto se acompaña de un certificado de análisis del producto para brindar mayor seguridad. La etiqueta es mostrada en el apartado Estudio de mercado.

8.2.5 Combustibles: El uso de combustibles dentro del proceso industrial se restringe a la operación de la caldera donde el combustible principalmente usado es el A.C.P.M, el cual es de fácil disponibilidad en el mercado.

En el Cuadro 29 se muestra el balance de materiales para la producción de una unidad de 15 kg de oleorresina estándar de pimentón. De ella se observa claramente la alta participación del pimentón en el producto final. Conviene aclarar además que algunos insumos como empaques y etiquetas se adquieren al por mayor para lograr un mejor precio.

Cuadro 29: Materiales e insumos requeridos en la producción de una unidad De Oleorresina de pimentón.

MATERIALES:	UNIDAD	CANTIDAD UTILIZADA POR UNIDAD	COSTO UNITARIO (\$/UNIDAD)
PIMENTÓN	KILO	1.020	825
ACEITE COMESTIBLE	LITRO	3.9	3.428
CANECA PLÁSTICA 15 KG	MILLAR	0,001	1.000
CAJA CARTÓN	UNIDAD	1	200
ETIQUETA	MILLAR	0,001	100

8.3 LOCALIZACIÓN

La localización corresponde a la elección o determinación de el lugar donde se llevara a cabo el proyecto a nivel general y específico, siempre bajo la premisa de disminuir costos u obtener la mayor utilidad. La localización tiene un impacto social y económico sobre el proyecto debido a que esta decisión es difícil de corregir o variar una vez ha sido puesta en marcha. Para el propósito de localización este proceso se realiza en dos niveles progresivos macro localización y micro localización con lo que finalmente se determina el sitio preciso.

8.3.1 Análisis de Macro Localización: La macro localización se orienta a determinar la región o zona donde se ubicará el proyecto, entre varias alternativas, este análisis de localización se realiza teniendo en cuenta las fuerzas locativas de mayor importancia sobre los costos de producción y operación, así como otros factores que puedan afectar la puesta en marcha y operación del proyecto.

La macro localización se realiza con el uso de la matriz de fuerzas locativas, en la cual se comparan varias alternativas y se utiliza como criterio factores los cuales tienen un peso porcentual, cada factor es evaluado de 1 a 5 para cada alternativa, donde 1 es la nota mas baja y 5 la mas alta, en el caso de costos la nota más alta la conseguirá la alternativa más económica. El uso de la matriz permite evaluar eficazmente la alternativa más viable.

Los factores se han agrupado en categorías para una mayor cobertura de las áreas de mayor relevancia. Debido a la gran dependencia y consumo de materia prima esta es la categoría que mayor peso porcentual cubre. En el Cuadro 30 se presenta la matriz de localización.

Las alternativas de localización evaluadas, son los municipios de Chachagüí, Pasto y Nariño. La valoración propuesta se baso en entrevista informal con los residentes de la zona y por la apreciación de los factores en la misma. Estas alternativas se toman debido a que en el departamento de Nariño la producción de pimentón se realiza a muy baja escala de manera que no existe una zona identificada como productora de manera que se ha teniendo en cuenta las posibilidades de implementación del cultivo, excepto para el caso de Pasto el cual se considera por poseer acceso a la materia prima a través de los mercados locales.

De la matriz de localización se tiene la mejor alternativa, que es el municipio de Chachagüí. De manera que a continuación se presenta algunos aspectos generales del municipio que permiten conocer el potencial del mismo y hacer la micro localización del proyecto.

- **Reseña histórica del Municipio:** A la llegada de los Españoles en 1.537, en el actual municipio de Chachagüí existía un asentamiento de indígenas Quillacingas que intercambiaban productos con comunidades asentadas mucho más al norte especialmente en los actuales municipios de Buesaco y San Lorenzo.

Chacharbí, como lo denominó el historiador Juan Velasco, también ha sido conocida a través del tiempo por los nombres de Chachaví, hasta llegar al actual Chachagüí.

Al comienzo de la colonia los sacerdotes Jesuitas constituyeron la hacienda de Cimarrones, cuya actividad principal era la cría de ganado bovino, el cual surtía los abastos de Pasto, Ibarra y Popayán.

La primera información que se tiene como división política es en el año de 1.586 cuando al señor Alonso Carrillo se le encomendó entre otras misiones fundar el Corregimiento de Chacharbí.

El proceso histórico y cultural que han venido dinamizando las comunidades asentadas en esta región corresponden a un mismo proceso que generalizó en casi toda la zona andina: Primeramente una región que se activó económicamente en términos de producción y comercialización desde la aparición de los primeros encomenderos españoles, y a la par el sometimiento de las poblaciones indígenas asentadas en el Valle de Atriz y sus alrededores. Seguidamente, con la consolidación de la parcialidad del resguardo, la colonización y la dinamización de una economía basada en los cultivos.

Posteriormente, la desintegración del resguardo, la consolidación de la propiedad privada, el fortalecimiento del proceso de campesinización, en el cual ya se tenía al capitalismo como base plena de producción económica, se presenta así la aparición de minifundios y micro minifundios, las crisis agrarias y las oleadas de migración de la población joven hacia centros de mayor producción.

Chachagüí fue erigido como Municipio No. 60 de Nariño, mediante ordenanza 20 del 24 de Noviembre de 1.992, sancionada el 23 de Febrero de 1.993, cumpliendo así con los requerimientos de Ley y como una respuesta al centralismo administrativo y financiero de Pasto, al alto grado de abandono y el deseo de sus pobladores.

Cuadro 30 Matriz de localización de la planta de producción de ADOLKA LTDA

ADOLKA LTDA.		UBICACIÓN						
		PESO	PASTO		CHACHAGÜÍ		NARIÑO	
CATEGORIA	FACTOR	%	VALOR	TOTAL	VALOR	TOTAL	VALOR	TOTAL
Origen y disponibilidad de materia prima.	Fuentes de Materia Prima	5,50	3,5	0,1925	3	0,165	3	0,165
	Disponibilidad de M.P.	7,00	3	0,21	4	0,28	3,5	0,245
	Distancia y costo de transporte a planta	6,50	2,5	0,1625	4	0,26	3,8	0,247
	Calidad de M.P.	3,50	3	0,105	3,5	0,1225	3	0,105
	Costo de M.P	6,50	2	0,13	4	0,26	3,5	0,2275
	Cap. De instalación de cultivos (facts. Agrícolas)	6,50	1	0,065	5	0,325	4,5	0,2925
Disponibilidad de servicios básicos	Servicios básicos (agua, luz, teléfono..)	4,00	4,5	0,18	4	0,16	3	0,12
	Costo de servicios	5,00	2	0,1	4,5	0,225	4,5	0,225
	Confiability del servicio	4,00	4,5	0,18	3,8	0,152	3	0,12
	Fuentes alternas de servicios	3,00	3	0,09	3	0,09	3	0,09
Infraestructura de Transporte	Calidad de vías terrestres	2,50	4	0,1	4	0,1	3	0,075
	Cápac. De empresas transportadoras	2,50	4	0,1	3,5	0,0875	2	0,05
	Seguridad vial	2,50	3,5	0,0875	3,5	0,0875	2,8	0,07
	Costos del terreno	4,50	2	0,09	3,5	0,1575	4	0,18
Disponibilidad de mano de obra	Disponibilidad de mano de obra calificada	2,50	4	0,1	3,5	0,0875	3	0,075
	Disponibilidad de mano de obra no calificada	4,00	4	0,16	4	0,16	4	0,16
	Costo de mano de obra no calificada.	4,00	3	0,12	4	0,16	4,5	0,18
Cultura Regional	Mentalidad hacia el desarrollo empresarial	2,50	4	0,1	4	0,1	4	0,1
	Presencia de grupos asociativos (campesinos, juntas acción comunal...)	3,00	3,5	0,105	3,5	0,105	3,5	0,105
	Nivel de escolaridad	3,00	4	0,12	3,5	0,105	3	0,09
Seguridad y Riesgo	Presencia de grupos al margen de la ley	3,50	4	0,14	4	0,14	3,8	0,133
	Presencia de delincuencia común	3,50	3,5	0,1225	3,8	0,133	3,5	0,1225
	Sensibilidad a desastres Naturales	2,50	3,8	0,095	4,5	0,1125	3,5	0,0875
Mercado	Costo distribución	3,00	4,5	0,135	3,5	0,105	2	0,06
Políticas de control ambiental	Medios de disposición de efluentes y residuos	2,50	4,5	0,1125	3,5	0,0875	3	0,075
	Sensibilidad de la población a efectos del proceso	2,50	3	0,075	3,5	0,0875	3,5	0,0875
	TOTAL	100,00		3,1775		3,855		3,4875

Según acuerdo del consejo No 76 del año 1995, se delimitó inicialmente el área urbana del municipio. Posteriormente, según acuerdo No 201 del 24 de marzo de 1998, por medio del cual se establece el perímetro urbano de la cabecera del municipio, fue reglamentado estableciéndose los límites con apoyo del IGAC. El acuerdo 84 de septiembre 1 de 1995 establece una nueva división territorial para el municipio en la cabecera y en la zona rural. Mediante ordenanza de la asamblea departamental, sancionada en febrero de 1993, Chachagüí fue erigido como el municipio No 60 de Nariño.

Su población proyectada por el DANE para el 2004, es de 12.994 habitantes: Cuenta con un alto porcentaje de servicios públicos insatisfechos, pues se destaca el campo de la agricultura, especialmente en el sector rural. A este municipio no le ha llegado programas que contribuyan a incentivar la microempresa, ni tampoco han hecho presencia organizaciones que permitan activar su economía.

- Localización y límites: Chachagüí se encuentra ubicado entre las coordenadas 621.200m. Y 634.520m. N. Y 972.400m. y 984.900m, tiene una altura promedio de 1.950 m.s.n.m, una temperatura media de 20 grados centígrados. La cabecera está localizada a una distancia de 28 kilómetros de la ciudad de San Juan de Pasto. Tiene una extensión de 152 km² y está conformado por la cabecera municipal y 6 corregimientos.

Limita al norte con los municipios de Taminango y San Lorenzo, por el sur con el municipio de Pasto, por el oriente con el municipio de Buesaco y al occidente con los municipios de El Tambo y La Florida (ver Figura 31).

El municipio de Chachagüí se divide políticamente en zona urbana y zona rural. La zona urbana esta dividida en barrios y la zona rural en corregimientos: Sánchez, Pasizara, Cimarronas, Casabuy, Hato Viejo y El Convento

8.3.2 Análisis de Micro Localización: De la información del municipio se desprende la micro localización, en la cual se tienen en cuenta factores de precio, disponibilidad, servicios públicos, capacidades agrícolas (fuentes de agua naturales, terreno, etc.) y población campesina en la zona susceptible de participar en la producción de materia prima.

En base a los anteriores criterios se escoge el corregimiento de casabuy. El cual es accesible mediante vía terciaria en buenas condiciones en un trayecto de 2,5 Km (5 minutos) de la carretera Panamericana. El lote cuenta con servicios de agua, luz y posibilidad de conexión telefónica.

Figura 31: Macro localización del proyecto.



El sitio cuenta con las ventajas de fácil acceso a la materia prima, debido a que la zona produce pimentón y además es sensible a la promoción del cultivo del mismo.

El tamaño del terreno corresponde a 800 m² e incluye la planta de producción, parqueaderos y acceso.

- Generalidades del Corregimiento de Casabuy: El corregimiento de Casabuy, a 29 kilómetros de la capital de Nariño, en la parte oriental del Departamento, su temperatura oscila entre 18 y 21 grados y su área es de 148 kilómetros cuadrados. Tiene una precipitación anual de 1.500 milímetros. Se ubica en el extremo sur – occidental del municipio, lo conforman las veredas de Casabuy, Robles y la Pradera, cuyos límites generales son los siguientes:

NORTE: La confluencia entre el río Bermúdez y el Río Pasto, constituye el punto límite de este corregimiento a una altura de 1.450 m.s.n.m. y que lo separa del municipio de la Florida.

ORIENTE: El Río Bermúdez es el límite oriental de este corregimiento y lo divide del corregimiento de Hato Viejo desde la cota 1.450 hasta la cota 2.000 y de ésta la cota 2.500 lo separa del municipio de Pasto.

SUR: La quebrada San Juan constituye su límite, separándolo del municipio de Pasto en la cota 2.600.

OCCIDENTE: Está dividido del municipio de Pasto, entre cotas 1.600 – 2.600 por el río Pasto y de la cota 1.400 a la 1.600, del municipio de la Florida por el mismo río Pasto.

8.4 TAMAÑO

El tamaño de el proyecto, se expresa como la capacidad de producción estimada, se determina para conocer el monto de las inversiones y costos operativos del proyecto.

El estudio del mercado arroja información clave para definir el tamaño del proyecto, así pues, en base al estudio de mercado (capítulo 6) se definió la demanda que pretende cubrir el proyecto con base en la cual se diseña la capacidad de la planta, en 64.8 unidades /mes, de manera que para el primer año se cubre una producción de 4.78 ton de oleorresina de pimentón, este valor indica una producción mensual de 398 Kg.

8.4.1 Capacidad Instalada: La capacidad instalada se toma teniendo en cuenta 288 días laborables al año y corresponde a 778 unidades /año. En el Cuadro 31 se muestra la capacidad instalada y su uso en % /año. El aprovechamiento de la capacidad en el primer año es de 41.02% y al lograr una incursión gradual del mercado para el año diez se utiliza el 96.73% de la capacidad instalada en planta.

Cuadro 31 Uso porcentual de la capacidad instalada proyectado

		USO DE LA CAPACIDAD INSTALADA EN %/AÑO									
UNIDADES POR TURNO DE 8 HRS	Capacidad instalada	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.7	778	41,02	45,13	49,64	54,60	60,06	66,07	72,68	79,94	87,94	96,73

8.4.2 Requerimientos de Materia Prima: Los rendimientos de oleorresina reportados van desde 8.1%⁶⁸ a 15%⁶⁹, de acuerdo al método de extracción y

⁶⁸ DAOOD H.G., et. Al. Op. Cit. p. 2761 – 2766.

materia prima, sin embargo de los datos experimentales se ha obtenido un rendimiento de oleorresina de 10.6%

Con base en lo anterior es posible calcular los requerimientos de materia prima para el proceso, aplicando los principios de balance de materia; de igual manera se calcula los requerimientos de pimentón fresco necesario para el proceso. Los resultados se indican en el Cuadro 32, en esta Cuadro se incluyen además los requerimientos de área cultivada de pimentón para abastecer las necesidades de materia prima. Los datos de cultivo se han tomado en base al promedio nacional de pimentón y además se ha tenido en cuenta los datos experimentales de rendimiento del fruto y de secado, con lo cual se busca acercarse más a las condiciones reales.

Los valores se han proyectado a 10 años teniendo en cuenta el crecimiento del 10% en la demanda lo cual significa un crecimiento igual en los demás factores.

8.5 ESTUDIO DE PROCESO INDUSTRIAL

A pesar de que la producción de oleorresina de pimentón a nivel mundial se realiza hace tiempo, en nuestro país el desarrollo de esta agroindustria es muy incipiente; de igual manera a nivel regional no existe ninguna práctica de agroindustrialización del pimentón.

El proceso industrial se ha soportado con investigación experimental que junto con las referencias consultadas permiten el diseño de el proceso.

En la Figura 32 se indica el diagrama de bloques para el acondicionamiento de el pimentón y en la Figura 33 se indica el diagrama de bloques para la extracción de oleorresina de pimentón.

8.5.1 Descripción del Proceso: El proceso se ha dividido en dos etapas o procesos; la primera corresponde a el acondicionamiento de materia prima y la segunda al proceso de extracción propiamente dicho. A continuación se describe cada etapa con sus respectivas operaciones.

⁶⁹ JAREN – GALAN, U. NIENABER, S. SCHWARTZ Op. Cit. p. 3558 – 3564.

Cuadro 32: Proyección de Requerimiento de Materia Prima y Área Estimada de Cultivo.

AÑO	DEMANDA DE OLEORRESIN (TON/AÑO)	DDA. OLEORRESIN ESTANDAR (KG/MES)	PIMENTON SECO (KG/MES)	PIMENTÓN SECO (TON/AÑO)	PIMENTÓN FRESCO (TON/AÑO)	CULTIVO REQUERIDO (HAS/AÑO)
2004	4,783	398,622	2.782,834	33,394	325,382	25,844
2005	5,262	438,484	3.061,118	36,733	357,920	28,429
2006	5,788	482,333	3.367,230	40,407	393,712	31,272
2007	6,367	530,566	3.703,953	44,447	433,083	34,399
2008	7,003	583,623	4.074,348	48,892	476,392	37,839
2009	7,704	641,985	4.481,783	53,781	524,031	41,623
2010	8,474	706,184	4.929,961	59,160	576,434	45,785
2011	9,322	776,802	5.422,957	65,075	634,077	50,364
2012	10,254	854,482	5.965,253	71,583	697,485	55,400
2013	11,279	939,930	6.561,778	78,741	767,234	60,940
2014	12,407	1.033,923	7.217,956	86,615	843,957	67,034

- **Acondicionamiento de Materia Prima:**

Debido al escaso desarrollo en nuestro país de la cadena del pimentón la comercialización del producto se realiza en forma de producto fresco, de tal manera que se hace necesario asumir las operaciones de acondicionamiento de la materia prima por parte de la empresa.

El proceso inicia con la recepción en planta del pimentón fresco cosechado en su estado de madurez y finaliza con su transporte a las bodegas para su almacenamiento en espera de ser procesado en la etapa 2. Las operaciones se describen a continuación.

- **RECEPCIÓN:** En esta operación se recibe y descarga la materia prima proveniente de los diferentes mercados, se registra la entrada de materia prima y se procede a ingresarla al salón de acondicionamiento.

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE OLEORRESINA DE PIMENTÓN

Figura 32: ETAPA I: Acondicionamiento de Materia Prima

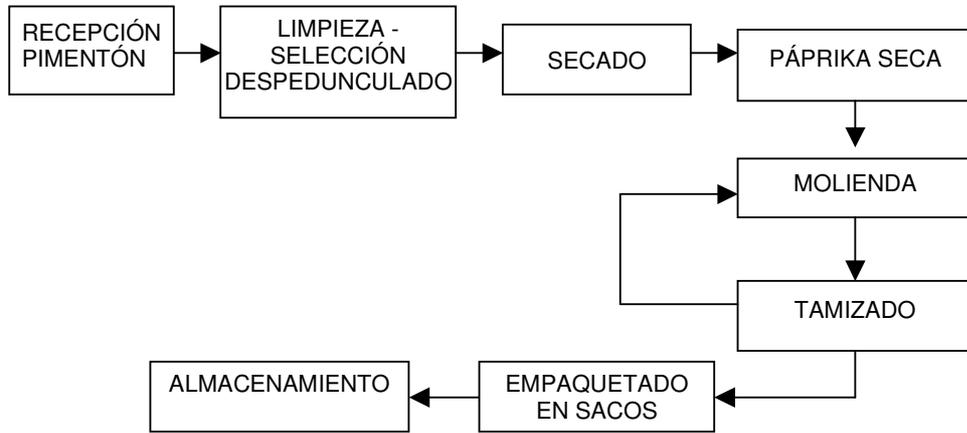
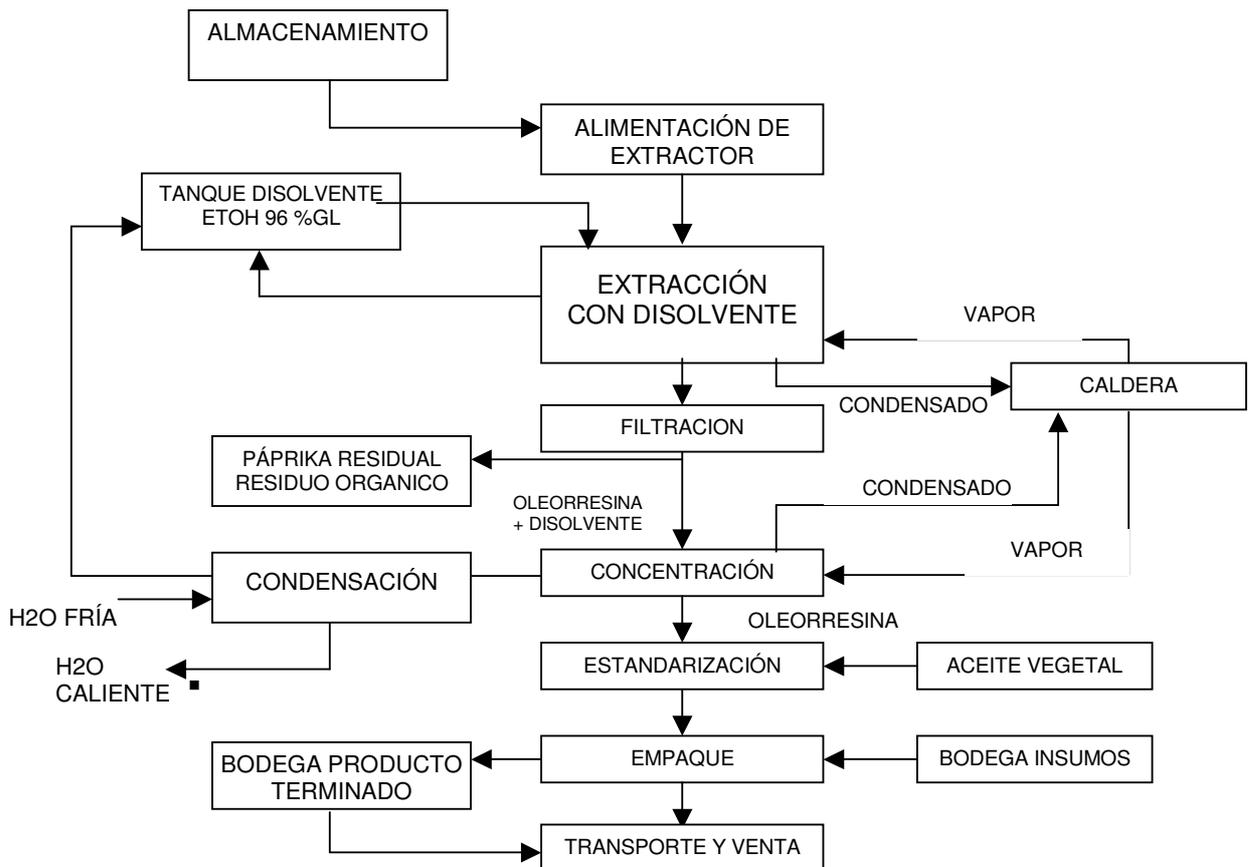


Figura 33: ETAPA II: Extracción de Oleorresina



- LIMPIEZA, SELECCIÓN Y DESPEDUNCULADO: La operación de limpieza, selección y despedunculado se integra en una sola etapa debido a que al realizarse en distintas operaciones puede aumentar tiempos de proceso y número de operaciones; el objetivo de esta operación es descartar los pimentones que presenten daños por ataque de plagas, insectos o enfermedades, para evitar la alteración del producto durante su almacenamiento y en proceso, garantizando la calidad del producto final desde la materia prima.
- SECADO: El secado constituye un paso fundamental dentro de el proceso ya que permite mantener las propiedades de la materia prima para el proceso, prolongando su vida útil y su fácil almacenamiento.

El secado se realiza en secadores solares los cuales, debido al bajo rigor de las condiciones de operación no alteran en gran medida las características de interés del pimentón. La humedad en esta etapa es reducida de 89.46 a un valor alrededor del 12%.

- MOLIDO: El propósito de esta operación es reducir el tamaño de las partículas de manera que permita una mejor extracción con disolvente y facilite la difusión de los pigmentos al mismo. El análisis por tamizado se muestra en el apartado Diseño experimental, en él cual se contempla un valor 0.18 a 0.25 m.m el cual puede ser adecuado para ser retenido fácilmente durante la filtración.
 - TAMIZ: Para garantizar el tamaño de partícula se utiliza un tamiz del cual se recircula las partículas gruesas neumáticamente o manualmente al sistema de molienda.
 - EMPAQUE: El producto de el tamizado se empaqa convenientemente en empaques de polietileno de una capacidad de 50 kg y es sellado para su posterior transporte a bodega y arrume.
- Extracción De Oleorresina:

La extracción de oleorresina corresponde al corazón de la producción. Se inicia con el transporte de la materia prima acondicionada al salón de proceso y finaliza

con la oleorresina estandarizada empacada y dispuesta en bodega para su comercialización. Las operaciones de esta etapa se explican a continuación.

- **ALIMENTACIÓN AL EXTRACTOR:** El proceso inicia con la carga del extractor y llenado con disolvente.
- **EXTRACCIÓN:** El objetivo de esta operación es extraer los pigmentos y aceites de interés del pimentón con la ayuda del disolvente, el proceso corresponde a una operación sólido - líquido, donde se da una transferencia de masa de el sólido (pimentón) al líquido (disolvente), es de importancia mantener un control de las variables del proceso, como son temperatura, tiempo y relación disolvente : alimentación. El control de estas permite obtener un producto de buena calidad y un mayor rendimiento del proceso.
- **SEPARACIÓN:** El objetivo de esta operación es la separación de la miscela en sus fracciones sólida y líquida, de manera que el disolvente queda con la oleorresina y el residuo se deja para la recuperación del disolvente.
- **CONCENTRACIÓN:** En esta operación se separa la oleorresina de el disolvente usado para la extracción por medio de evaporación a vacío. Es importante el control de las variables de proceso para maximizar la recuperación de disolvente y minimizar el efecto térmico sobre los pigmentos.
- **ESTANDARIZACIÓN:** En esta operación se homogenizan las características de color de la oleorresina a los valores comerciales exigidos, este proceso se realiza con la ayuda de aceite de soya.
- **EMPAQUE:** El producto estandarizado se empaca convenientemente en bidones de 15 kg para su comercialización y se dispone en bodega en espera de su comercialización.

8.5.2 Balance de Materia y Energía: El balance se presenta en concordancia con el proceso descrito para la obtención de oleorresina de pimentón, dividiéndose en dos etapas, la primera corresponde al acondicionamiento de materia prima y la segunda al proceso de extracción y recuperación de la oleorresina. Las corrientes se indican en las Figuras 34 y 35, así como los valores obtenidos de los respectivos balances de materia y energía.

- Acondicionamiento de Materia Prima

Para la sección de acondicionamiento el balance de materia se realiza tomando como base de cálculo 1020 Kg. de pimentón.

El balance Global del proceso es:

$$F = M + A + R \quad (1)$$

Para la solución se hace un balance por operación, de manera que para la selección – despedunculado se tiene:

$$F = R + L \quad (2)$$

Se añade la razón de desperdicio obtenida experimentalmente que corresponde a 16.26% de manera que:

$$L = F \times 16.26\% \quad (3)$$

sustituyendo la base de cálculo en (2) y luego L en (1) para obtener R; se resuelve el sistema de ecuaciones, para obtener:

L = 854.158 Kg. de Pimentón Limpio
R = 165.852 Kg. de Residuo sólido orgánico

Para el secado del pimentón se tiene:

$$L = A + P \quad (4)$$

La resolución de (4) se realiza tomando la Humedad inicial del pimentón (89.46%) y la humedad final requerida (14%); El balance se realiza en base a materia seca, lo que descarta el término A quedando.

$$L (0.1054) = P (0.86) \quad (5)$$

La ecuación es de fácil resolución para P ya conocida L, luego se sustituye P en (4) y se obtiene A.

P = 104.86 Kg. de pimentón deshidratado con 14 % humedad
A = 749.46 Kg. de agua evaporada

El producto deshidratado se somete a reducción de tamaño que corresponde a una operación física, donde se toma como ideal sin desperdicios. De manera que:

$$P = M \quad (6)$$

M = 104.862 Kg. de pimentón deshidratado con 14 % humedad

Conocidas todas las corrientes se resuelve el balance global de materia. En la Figura 34 se muestra esquemáticamente el balance de materia para el proceso de acondicionamiento indicando todas las corrientes y operaciones.

- Extracción

El Balance de Materia y Energía se realiza en base a los datos experimentales obtenidos, se toma para el inicio del balance la base de cálculo tomada para el acondicionamiento.

Se plantea entonces el balance global de materia

$$M + S + O = B + V + P \quad (7)$$

Su resolución se realiza por operación, de manera que se plantea simultáneamente el balance de energía para cada operación. Así pues para la extracción se tiene:

$$M + S = E \quad (8)$$

Conocida la relación disolvente alimentación obtenida experimentalmente,

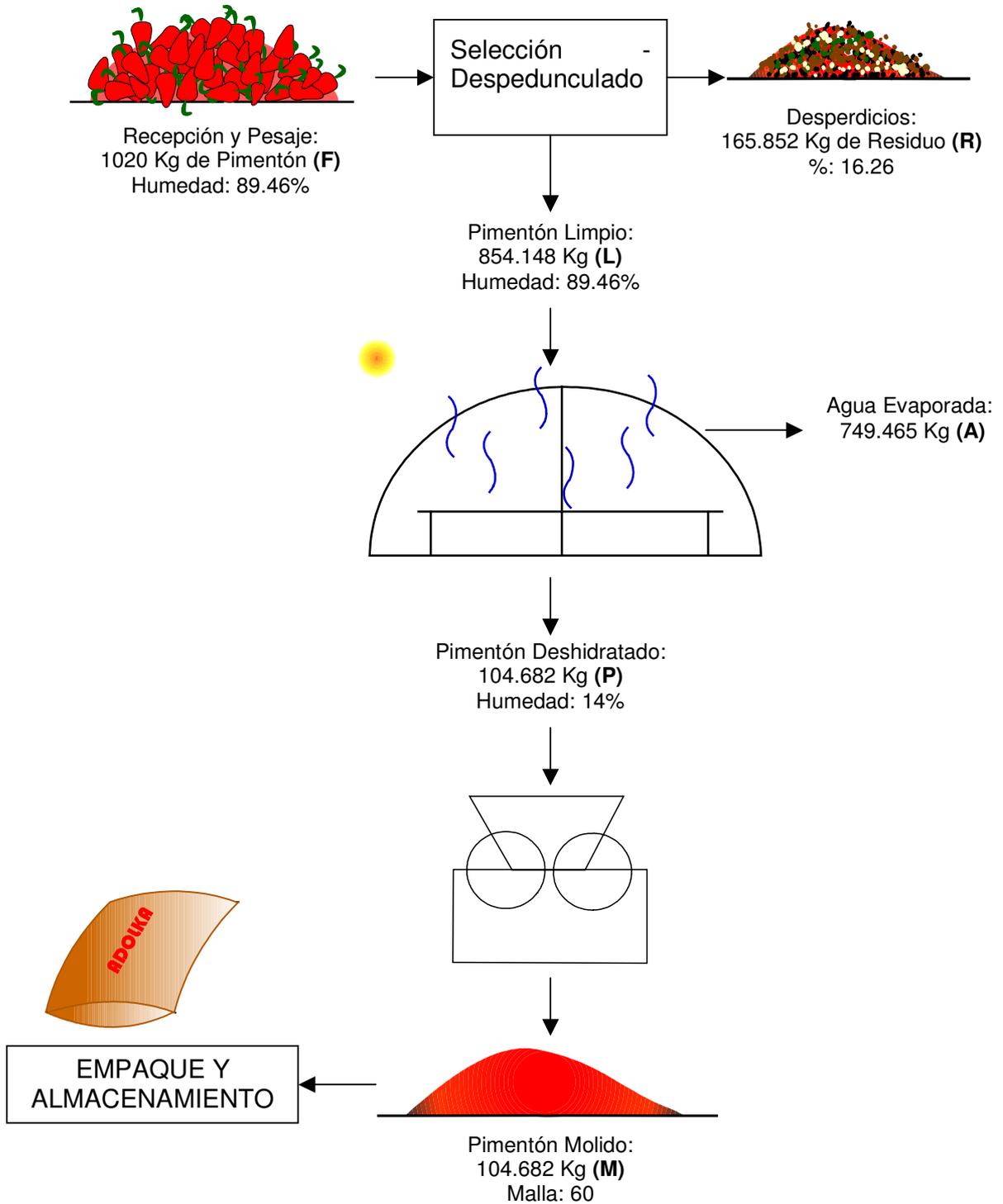
$$S = 22 \times M \quad (9)$$

Conocido M = 104.862 Kg se resuelve (9) y naturalmente también (8), con lo que se concluye el balance de materia para la extracción con E = 2411.8 kg

El balance de energía para la extracción corresponde al calor requerido para el calentamiento, que será cedido por el vapor suministrado por caldera.

$$Q_{REQ} = Q_{VAP} \quad (10)$$

Figura 34: Balance de materia del Proceso de Acondicionamiento de Materia Prima



El calor requerido se calcula suponiendo que el único fluido a calentar es el disolvente y la masa corresponde a la masa total a calentar, con lo que se tiene:

$$\begin{aligned} Q_{REQ} &= E C_p (T^f - T^i) & (11) \\ Q_{REQ} &= 2411.8 \text{ Kg } 0.621 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C } (60 - 25)^\circ\text{C} \\ Q_{REQ} &= 52421.0 \text{ Kcal.} \end{aligned}$$

Obtenido el Q_{REQ} se calcula el vapor necesario para ceder el calor de calentamiento.

$$\begin{aligned} Q_{REQ} &= M_{H_2O} \lambda_{H_2O} & (12) \\ M_{H_2O} &= 52421 \text{ kcal} / 538.7 \text{ kcal/kg} \\ M_{H_2O} &= 97.3 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

La siguiente etapa corresponde a la filtración, el balance de materia se expresa así

$$E = F + B \quad (13)$$

Para la solución de la ecuación (13), se añade una relación de rendimiento, que se deriva de que el sólido residual es igual al sólido alimentado menos el extracto obtenido (oleorresina), con lo cual queda una incógnita y se resuelve.

$$\begin{aligned} B &= M - (M (\%_{REND})) & (14) \\ B &= 104.8 \text{ Kg. } (1 - 0.106) \\ B &= 93.7 \text{ Kg. residuo orgánico sólido} \\ F &= 2318.0 \text{ Kg. de miscela} \end{aligned}$$

La miscela obtenida corresponde a la alimentación del evaporador. El balance de materia del evaporador es

$$F = D + S \quad (15)$$

Para la resolución de la ecuación (15) solo se sustituye los valores ya conocidos de F y S para obtener D

$$\begin{aligned} D &= 2318.0 \text{ Kg.} - 2306.9 \text{ Kg.} \\ D &= 11.1 \text{ Kg. de Oleorresina Pura} \end{aligned}$$

El balance de energía del evaporador se divide en dos componentes el primero es el evaporador propiamente dicho y el segundo corresponde a la sección de condensación del disolvente evaporado, entonces para el caso del evaporador se tiene,

$$Q_{EVT} = Q_{CAL} + Q_{EVAP} \quad (16)$$

Se procede entonces a calcular cada término del lado derecho de la ecuación (16) para obtener el calor total requerido por el evaporador.

$$\begin{aligned} Q_{EVT} &= S C_p (T^{\circ}_P - T^{\circ}_a) + S \lambda_{OH} & (17) \\ Q_{EVT} &= 2318.0 \text{ Kg} (0.621 (74.8 - 25) + 204.26) \text{ kcal/kg} \\ Q_{EVT} &= 545180.9 \text{ kcal} \end{aligned}$$

Con el calor total requerido para la evaporación se calcula el vapor requerido para la evaporación del disolvente,

$$\begin{aligned} Q_{EVT} &= M_{H_2O} \lambda_{H_2O} & (12) \\ M_{H_2O} &= 545180.9 \text{ kcal} / 538.7 \text{ kcal/kg} \\ M_{H_2O} &= 1012.1 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

El balance de energía en el evaporador es,

$$\begin{aligned} Q_{COND T} &= S \lambda_{OH} + S C_p (T^{\circ}_P - T^{\circ}_b) & (13) \\ Q_{COND T} &= 2318.086 \text{ Kg} (0.621 (74.8 - 40) + 204.26) \text{ kcal/kg} \\ Q_{COND T} &= 523587.9 \text{ kcal} \end{aligned}$$

En base al calor requerido por el condensador se calcula la necesidad de agua de enfriamiento.

$$\begin{aligned} Q_{COND T} &= M_{H_2O} C_p (T^{\circ}_2 - T^{\circ}_1) & (14) \\ M_{H_2O E} &= 523587.9393 \text{ kcal} / 0.445 \text{ kcal/kg } ^{\circ}\text{C} (25 - 15) ^{\circ}\text{C} \\ M_{H_2O E} &= 117660.2 \text{ kg} \end{aligned}$$

Finalmente se plantea el balance de materia para la estandarización de la oleorresina en base a los datos experimentales, tomando la composición como 74.14% de oleorresina pura y el resto de aceite vegetal.

$$\begin{aligned} P &= D + O & (15) \\ O &= 3.787 \text{ Kg. de aceite vegetal.} \\ P &= 15 \text{ Kg. de oleorresina estándar} \end{aligned}$$

Con lo que quedan resueltas todas las corrientes del balance. En la Figura 35 se indica esquemáticamente el balance de materia y energía para el proceso de extracción de oleorresina indicando todas las corrientes y operaciones.

8.6 MEDIOS DE PRODUCCIÓN

El proceso de producción de oleorresina de pimentón se plantea como un proceso en línea, de manera que las operaciones se organizan de una manera lógica una

después de otra, también, se ha considerado el proceso por secciones al dividir convenientemente el proceso en dos etapas. La primera etapa, de acondicionamiento y la segunda de extracción, esta división responde a la necesidad de acondicionar toda la materia prima disponible en los periodos de cosecha y almacenarla para su posterior procesamiento en la etapa de extracción, de manera que se garantice un suministro de materia prima para todo el año incluso cuando no hay cosecha de pimentón.

Lo ideal es acompañar la etapa de acondicionamiento de una adecuada programación de la producción agrícola para mantener su producción constante y disminuir la variación en precio y periodo de almacenamiento.

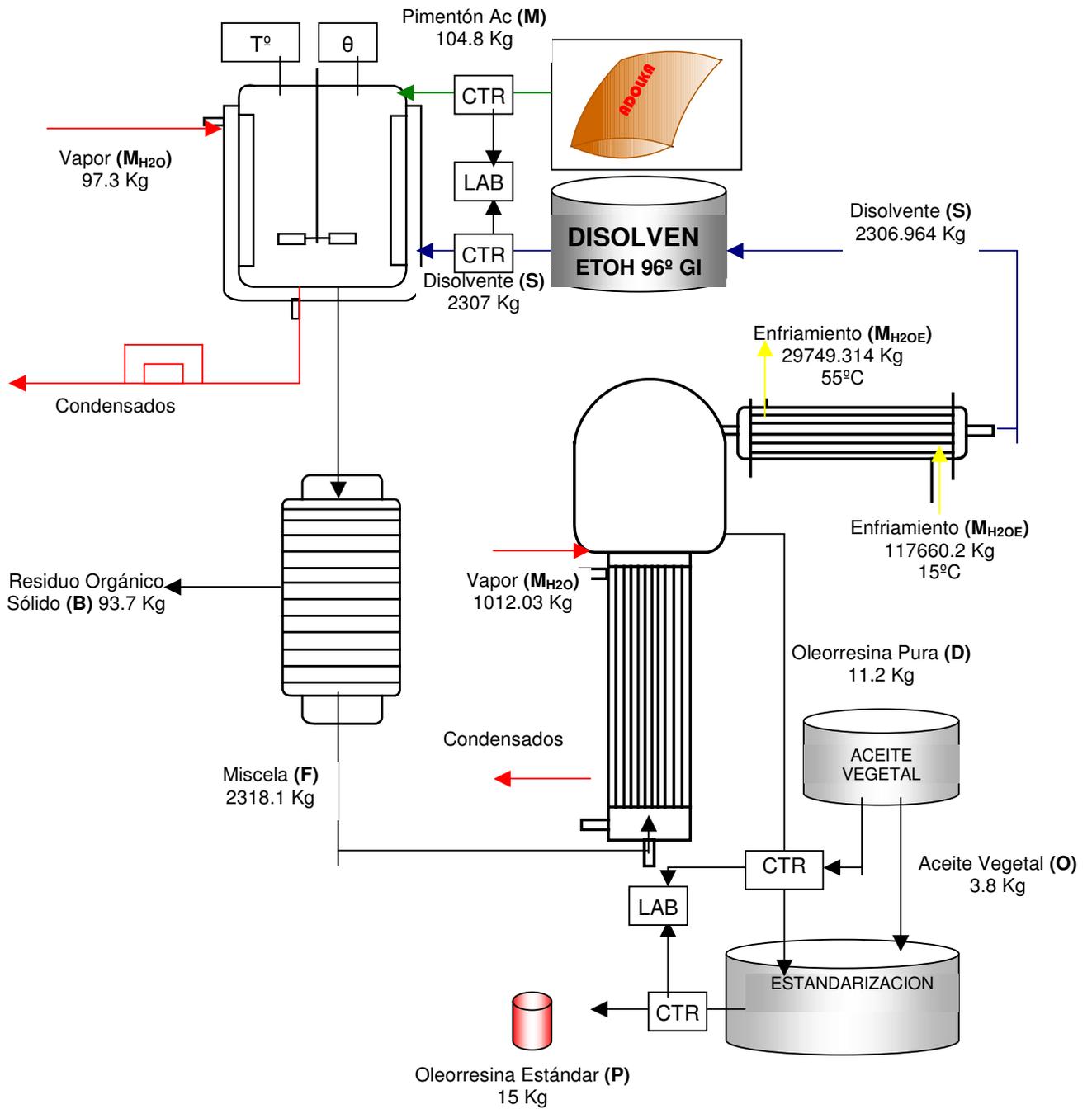
En cuanto a los medios de producción en el proceso se involucran medios manuales y mecánicos (maquinaria y equipos). La descripción de las características de los equipos requeridos se presenta en los siguientes apartados.

Además de los equipos que se requieren para la producción directa existen otros que son necesarios para el funcionamiento corporativo de la empresa y para los servicios generales y auxiliares.

8.6.1 Requerimientos de Maquinaria y Equipos Los equipos y especificaciones de los equipos se presentan en el Cuadro 33 en ella se ha incluido la capacidad de el equipo, su porcentaje de utilización en el primer año, el costo y datos de requerimiento de espacio, altura y área.

Secador Solar: El secado es de gran importancia en el proceso de acondicionamiento de materia prima, la elección de un sistema solar es conveniente debido a los altos costos que involucra esta operación y debido a las grandes cantidades que requiere el proceso. El secador usado para este propósito se ha utilizado satisfactoriamente en el secado del café, los detalles del diseño se describe en el anexo C. El sistema tiene como debilidad la dependencia de factores ambientales, sin embargo las condiciones climáticas de la zona son suficientes para un adecuado secado. Estos módulos de secado son altamente económicos, para el primer año se plantea la utilización del 90% de la capacidad y anualmente se hace la instalación de los secadores requeridos para satisfacer la necesidad de secado de materia prima.

Figura 35: Balance de Materia y Energía del Proceso de Extracción



Molino: El molino a utilizar es del tipo martillos con una capacidad de 100 kg/h, este tipo de molino es utilizado en la industria harinera y puede utilizarse bien en la reducción de tamaño del pimentón. Su capacidad en el primer año se utiliza en un 29.28%.

Tamiz: Para garantizar un tamaño de partícula uniforme se dispone un tamiz con una capacidad de 100 kg/h con una malla No. 60.

Empacadora de Costales: Consiste en una tolva mediante la cual se llena los costales los cuales posteriormente son sellados al calor permitiendo el almacenamiento del pimentón molido para evitar las alteraciones por factores externos.

Extractor: Este equipo consiste de un tanque provisto de calefacción indirecta con vapor a través de un enchaquetado. El tanque es además provisto de agitación para favorecer la transferencia de masa. Los detalles del equipo se presentan en el anexo D.

Evaporador: Para la evaporación se utiliza un sistema a vacío lo que garantiza un mínimo efecto sobre el producto.

Caldera: Para el proceso se utiliza una caldera pirotubular de 15 BHP, la que provee vapor para los equipos de extracción y evaporación.

En el Cuadro 34 se presenta los requerimientos de instalaciones para cada equipo y el consumo por hora de cada recurso, además se presenta los costos de operación por turno en el primer año para cada equipo. Estos requerimientos constituyen una base para el diseño de la planta de procesos.

8.6.2 Requerimientos de Elementos de Trabajo: Los elementos de trabajo requeridos para el proceso productivo se presentan en el Cuadro 35 en ella se incluyen su costo.

8.6.3 Requerimientos de Elementos Auxiliares: Para el normal funcionamiento de la planta de producción es necesario tener en cuenta algunas instalaciones auxiliares que no corresponden a maquinarias como tal, la lista de estos elementos se presenta en el Cuadro 36

Cuadro 33 : Requerimientos de Maquinaria

NECESIDADES		ESPACIO			CAPACIDAD OPERACIÓN			
	MAQUINARIA EQUIPO	No.	h	a x b	Alimentación de Materia Prima	Capacidad Instalada	Capacidad Utilizada	Costo Maquinaria (\$)
No.	ETAPA I		m	m2	kg/h		%	
1	SECADOR*	5	2,5	52,74	104,61	241.023,69	90,0	1.500.000
2	MOLINO	1	1,2	0,4225	28,99	228.068,03	29,28	3.000.000
3	TAMIZ	1	0,8	0,98	28,99	228.068,03	29,28	2.400.000
4	EMPACADORA COSTAL	1	1,3	0,49	28,99	460.800,00	14,49	350.000
	ETAPA II							
5	EXTRACTOR	1	3	9,92	14,49	60.317	41,01	18.000.000
6	EVAPORADOR	1	3	9	320,40	1.333.468	41,01	18.000.000
7	FILTRACION	1	0,8	3,75	327,23	1.361.894	41,01	7.000.000
	EQUIPOS AUXILIARES							
8	CALDERA	1	6,7	11,1				12.000.000
9	COMPRESOR	1	0,8	1,5				2.700.000
	* Los datos se expresan por equipo						TOTAL	65.970.000

Cuadro 34 : Requerimientos de Instalaciones y Costos de Operación por Turno.

NECESIDADES		INSTALACIONES					COSTOS DE OPERACIÓN TURNO				
	MAQUINARIA EQUIPO	Eléctricas	Agua Normal	Vapor	Aire	Combust	Agua	Energía	Vapor	Aire	Combustible
No.	ETAPA I	kw/h	Q (m3/h)	(Lb/h)	(lb/h)	(gal/h)	\$/turno	\$/turno	\$/turno	\$/turno	\$/turno
1	SECADOR*	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	MOLINO	2,98	0,00906	0	0	0	25,92	3.037,45	0,00	0,00	0,00
3	TAMIZ	1,49	0,00906	0	0	0	25,92	1.518,73	0,00	0,00	0,00
4	EMPACADORA COSTAL	1	0,00755	0	0	0	21,60	1.018,39	0,00	0,00	0,00
	ETAPA II										
5	EXTRACTOR	1,341	0,02610	55,149	0	0	112,32	2.054,68	8.728,10	0,00	0,00
6	EVAPORADOR	2,086	0,03614	82,379	0	0	155,52	3.196,16	13.037,65	0,00	0,00
7	FILTRACION	1,8625	0,0225	0	0	0	155,52	4.584,28	0,00	0,00	0,00
	EQUIPOS AUXILIARES										
8	CALDERA	1,5645	1,03	0	0	4,5	889,92	481,35	0,00	0,00	15.075,00
9	COMPRESOR	1,49	0	0	0	0	0,00	1.375,28	0,00	0,00	0,00
	* Los datos se expresan por equipo										

Cuadro 35 : Elementos de Trabajo Requeridos

NO.	ELEMENTO	VALOR (\$)
1	Mesa inox	300.000
2	Cuchillo inox	78.500
3	Tanque Desechos	57.000
4	Canastillas plásticas	126.000
5	Bascula electrónica	2.900.000
6	Manguera	114.000
7	Montacarga (Mec.)	450.000
8	Montacarga (Mec.)	450.000
9	Tolva alimentación	200.000
	TOTAL	4.675.500

8.6.4 Instrumentos de Laboratorio: Para garantizar una adecuada calidad y un producto de características estándar así como la posibilidad de mejoras en el proceso productivo y de investigación, la empresa requiere de unos instrumentos básicos de laboratorio para esta tarea, los elementos se presentan en el Cuadro 37.

Cuadro 36: Elementos Auxiliares

NO.	ELEMENTO	VALOR (\$)
1	Tanque aceite	2.000.000
2	Tanque Disolvente	2.000.000
3	Líneas de proceso	2.000.000
4	Extintores	250.000
5	Tanque agua	600.000
6	Tanque Combustible	600.000
7	Tanque estandarización	2.000.000
	TOTAL	9.450.000

Cuadro 37: Elementos de Laboratorio.

NO.	ELEMENTO	VALOR (\$)
1	Espectrofotómetro	11.130.000
2	Vidriería y otros varios	1.350.000
3	Báscula	500.000
	TOTAL	12.980.000

8.6.5 Requerimientos de Muebles y Equipos de Oficina: Los requerimientos de muebles y equipos de oficina se utilizan básicamente en el área administrativa y comercial de la empresa, estos rubros se presentan en el Cuadro 38.

8.7 DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

El diseño y distribución de planta es la organización armoniosa de los espacios, procesos y personal, para crear un clima de trabajo que sea no solamente agradable sino también eficaz para conseguir una buena productividad.

Se han analizado ya varios aspectos que contribuyen a la realización del diseño de planta, como son el estudio del proceso industrial, los medios de producción y tamaño de planta; los aspectos referentes a personal se describen más adelante, sin embargo se tienen en cuenta para el diseño y distribución de planta.

Para la constitución del diseño de planta se tiene en cuenta aspectos de economía, seguridad, practicidad, flexibilidad, higiene y aspectos legales en cuanto a las buenas practicas de Manufactura (B.P.M).

Cuadro 38: Requerimientos Equipos de Oficina, Muebles e Instalación.

	EQUIPOS OFICINA	No.	VALOR (\$)
1	Computadores - impresora	1	3.000.000
2	Otros oficina		350.000
	SUBTOTAL		3.350.000
	MUEBLES		
1	Escritorios	4	2.430.000
2	Archivadores	1	120.000
3	Sillas giratorias	4	280.000
4	Sillas sencillas	8	200.000
5	Basurero	1	70.000
	SUBTOTAL		3.100.000
	TOTAL		6.450.000

8.7.1 Definición de Áreas: Para establecer el diseño de planta es conveniente definir los espacios que involucra el proceso productivo y su relación, estos espacios se han definido de análisis anteriores y se ha complementado para determinar el espacio requerido de cada área con lo cual se puede estimar el área total de la planta, algunas instalaciones como planta de vapor, secadores, disolventes, combustibles y almacenamiento de agua se ubican fuera de la nave por razones técnicas y de seguridad industrial. Las áreas requeridas se indican en

el Cuadro 39; entonces se define un área Total estimada de 581 m² de los cuales aproximadamente 173 m² corresponden al área de proceso, bodegas, laboratorio y vestier.

8.7.2 Relación de Áreas: Con el propósito de realizar la distribución de planta las áreas se han organizado de acuerdo a la relación existente entre ellas, de acuerdo a dos criterios, relación y motivo. En el primero se toma como criterio la importancia que puede existir al estar juntas dos áreas, o la necesidad de mantenerlas separadas; el segundo explica el motivo de esa relación. Con este análisis de relaciones es posible construir la matriz de relación de áreas presentada en la Figura 36 que permite realizar un análisis sistemático de la distribución de planta.

Cuadro 39: Definición de Áreas y Espacio Requerido para cada una.

No.	ÁREA	ESPACIO REQUERIDO (m2)			
		Área pasillos, transito y/o mesones	Área equipos y/o material	Área Trabajo	Área Total
1	RECEPCION	3,94	2,16	3,94	10,03
2	ACONDICIONAMIENTO	6,97	8,92	6,97	22,86
3	SECADO	22,57	225,66	0,00	248,23
4	EXTRACCION	15,40	40,00	15,40	70,80
5	CALDERA	1,88	6,25	1,88	10,00
6	BODEGA DE M.P.	8,00	13,00	0,00	21,00
7	BODEGA DE INSUMOS	6,22	6,50	0,00	12,72
8	COMBUSTIBLES	1,87	6,25	1,80	9,92
9	DEPOSITO DE AGUA	1,87	6,25	1,88	10,00
10	DEPOSITO DE RESIDUOS	3,00	12,00	3,00	18,00
11	COMPRESOR	1,87	6,25	1,80	9,92
12	PARQUEADEROS	20,00	30,00	0,00	50,00
13	OFICINAS ADMON	13,75	30,00	0,00	43,75
14	BAÑOS	2,00	4,00	0,00	6,00
15	VESTIER	3,02	2,50	0,00	5,52
16	BODEGA DE PRODUCTO	6,22	6,50	0,00	12,72
17	CAFETERIA	2,75	3,50	2,00	8,25
18	LABORATORIO	3,00	3,00	4,62	10,62
				ÁREA TOTAL	580,339

8.7.3 Distribución de Planta: La distribución de planta se realiza en serie teniendo en cuenta la secuencia de operaciones que involucra el proceso industrial y los principios de economía de espacios, minimizar los desplazamientos y funcionalidad. De igual manera se tienen en cuenta las áreas establecidas para cada zona y la relación de áreas de la Figura 36. En el anexo E se indica la distribución de planta y demás planos de ingeniería. En ella se distinguen básicamente dos zonas de proceso; la primera encierra el acondicionamiento de materia prima y la segunda incluye la zona de extracción y bodegas. El secado no se contempla debido a que se realiza al exterior de la nave. El área de vestier y baños se ha integrado en una sola, con el propósito de ahorrar espacio y por la conveniencia de su cercanía. El Área administrativa está contigua a la nave de procesos, junto a la zona de bodega, para cumplir con las restricciones de cercanía, que buscan minimizar el efecto de ruidos o posibles riesgos que se puedan ocasionar. Equipos auxiliares como caldera, compresor, depósitos de agua y combustibles se han ubicado en el exterior por razones de seguridad y funcionalidad.

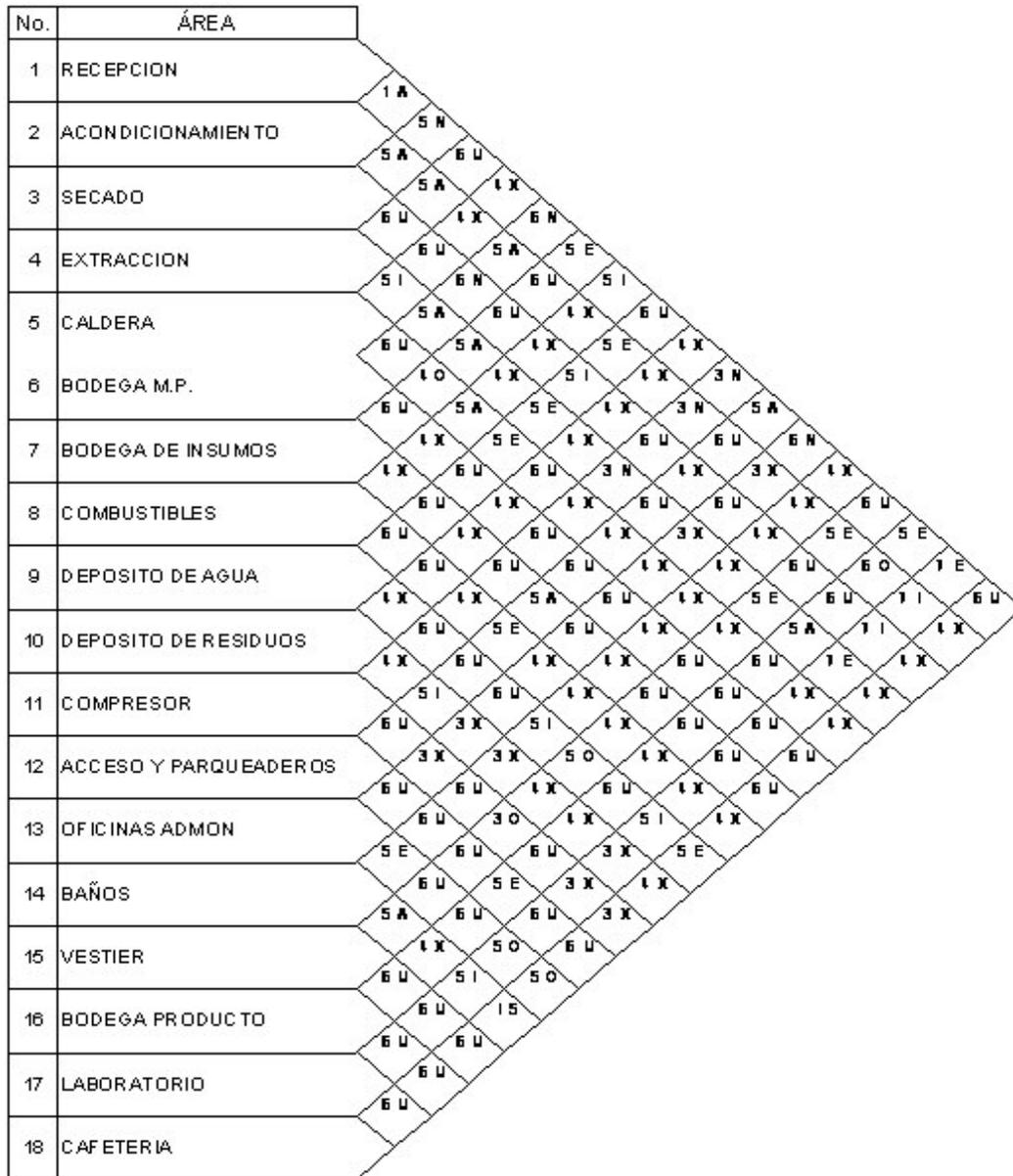
8.7.4 Estudio de Obras Civiles: El estudio de obras civiles y de infraestructura recoge todos los aspectos arquitectónicos y de costos de construcción del proyecto, se ha incluido en este estudio las instalaciones eléctricas, sanitarias y terreno, con lo cual se construye el Cuadro 40 de presupuesto de obras y construcciones.

8.8 ESTUDIO ADMINISTRATIVO

En este apartado se define la estructura administrativa que se encarga de liderar el desarrollo del proyecto, como un equipo interdisciplinario con unificación de propósitos y esfuerzos hacia su realización. En la Figura 37 se ilustra la estructura orgánica que conformara la empresa, la descripción de cada componente se indica más adelante.

8.8.1 Constitución y Aspectos Legales: La empresa se constituirá bajo la denominación de ADOLKA Ltda y bajo la figura legal de Sociedad Limitada. La estructura de la empresa se constituirá bajo la dirección de la Junta Directiva constituida por los socios y por el gerente quien es el encargado de la dirección de la empresa. A su vez, el gerente será el representante legal y sus funciones tienen que ver con el desarrollo operativo del proyecto, coordinando lo relacionado con producción, aspectos financieros y ventas, con el personal previsto para ese fin.

Figura 36: Análisis de Relación de Áreas



CÓDIGO	MOTIVO
1	Secuencia de Operación
2	Mismos recursos
3	Ruidos o molestias
4	Seguridad o riesgo contaminación
5	Flujo de materiales o personal
6	No existe relación
7	Control

LASE	RELACIÓN
A	Absolutamente importante
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Normal u ordinaria
U	Sin importancia
X	No recomendable

Cuadro 40 : Presupuesto de Obras y Construcciones

ACTIVIDADES (COMPONENTES)	CANT	UND	MATERIALES		MANO DE OBRA COMUNITARIA		OTRA MANO DE OBRA		SUBTOTALES
			VALOR UNITARIO	SUBTOTAL	VALOR UNITARIO	SUBTOTAL	VALOR UNITARIO	SUBTOTAL	
PRELIMINARES									
LOCALIZACION Y REPLANTEO	221,63	M2	\$9.255	\$2.051.139	\$150	\$33.244	\$ 150	\$33.244	\$2.117.627
CONCRETOS									
CIMIENTOS CCTO CICLOPEO 40% RAJON	0,32	M3	\$90.802	\$29.420	\$6.250	\$2.025	\$ 5.000	\$1.620	\$33.065
VIGAS DE CIMENTACION 0,20X0,15	85,72	ML	\$12.281	\$1.052.727	\$5.000	\$428.600	\$ 3.300	\$282.876	\$1.764.203
COLUMNETAS 0,20X0,15	29,00	ML	\$22.859	\$662.911	\$2.000	\$58.000	\$ 2.751	\$79.779	\$800.690
VIGAS CORONAMIENTO 0,20X0,15	85,72	ML	\$20.324	\$1.742.173	\$5.550	\$475.746	\$ 3.663	\$313.992	\$2.531.912
CONCRETO DE PISOS	221,63	M2	\$16.366	\$3.627.115	\$1.600	\$354.600	\$ 520	\$115.245	\$4.096.960
REPELLO - MUROS	505,74	M2	\$5.938	\$3.003.084	\$1.600	\$809.184	\$ 1.040	\$525.970	\$4.338.238
MAMPOSTERIA									
MAMPOSTERIA EN SOGA e=0,15	252,87	M2	\$21.920	\$5.542.910	\$1.000	\$252.870	\$ 1.625	\$410.914	\$6.206.694
PINTURA	505,74	M2	\$1.690	\$854.701	\$667	\$337.329	\$ 1.333	\$674.151	\$1.866.181
CARPINTERIA METALICA									
PUERTA EN LAMINA 2,20X0,78 CAL 20	6,00	UND	\$71.925	\$431.550	\$5.000	\$30.000	\$ 6.500	\$39.000	\$500.550
PUERTA EN LAMINA 2,35X1,55 CAL 20	1,00	UND	\$122.688	\$122.688	\$10.000	\$10.000	\$ 13.000	\$13.000	\$145.688
CORTINA 2,85X1,15	2,00	UND	\$264.375	\$528.750	\$10.000	\$20.000	\$ 13.000	\$26.000	\$574.750
CORTINA 2,85X1,80	1,00	UND	\$405.980	\$405.980	\$10.000	\$10.000	\$ 13.000	\$13.000	\$428.980
CORTINA 2,85X2,00	1,00	UND	\$484.194	\$484.194	\$10.000	\$10.000	\$ 13.000	\$13.000	\$507.194
TEJA ONDULADA A.C.(CUBIERTA)	60,00	M2	\$20.117	\$1.207.020	\$2.250	\$135.000	\$ 1.660	\$99.600	\$1.441.620
VENTANA LAMINA CAL 20	30,46	M2	\$20.090	\$611.941	\$800	\$24.368	\$ 1.040	\$31.678	\$667.988

ACTIVIDADES (COMPONENTES)	CANT	UND	MATERIALES		MANO DE OBRA COMUNITARIA		OTRA MANO DE OBRA		SUBTOTALES
			VALOR UNITARIO	SUBTOTAL	VALOR UNITARIO	SUBTOTAL	VALOR UNITARIO	SUBTOTAL	
CIELO RASO	73,00	M2	\$31.695	\$2.313.735	\$833	\$60.809	\$ 1.667	\$121.691	\$2.496.235
INSTALACIONES SANITARIAS									
INSTALACION SANITARIA	3,00	UND	\$135.190	\$405.570	\$10.000	\$30.000	\$ 13.000	\$39.000	\$474.570
ACCESORIOS SANITARIOS	3,00	UND	\$220.016	\$660.048	\$7.500	\$22.500	\$ 13.000	\$39.000	\$721.548
TANQUE SEPTICO	1,00	UND	\$458.709	\$458.709	\$40.000	\$40.000	\$ 26.000	\$26.000	\$524.709
FILTROS	1,00	UND	\$25.481	\$25.481	\$2.500	\$2.500	\$ 3.250	\$3.250	\$31.231
INSTALACIONES ELECTRICAS									
INSTALACION ELECTRICA GENERAL	1,00	ML	\$23.771	\$23.771	\$500	\$500	\$ 650	\$650	\$24.921
SALIDA LUMINARIA	17,00	UND	\$27.572	\$468.724	\$1.300	\$22.100	\$ 1.690	\$28.730	\$519.554
OTROS									
MONTAJES	1,00	GLOBAL	\$7.800.000	\$7.800.000	\$0	\$0	\$ 1.300.000	\$2.200.000	\$10.000.000
TERRENOS	800,00	M2	\$7.500	\$6.000.000	\$0	\$0	\$ 0	\$0	\$6.000.000
VARIOS	1,00	GLOBAL	\$11.184	\$11.184	\$0	\$0	\$ 0	\$0	\$11.184
TOTAL				\$34.514.342	\$134.500	\$3.169.374	\$1.439.839	\$5.131.390	\$48.826.291

Fuente: Ingeniero Civil Ángela Chávez. Agosto de 2005

COSTOS DIRECTOS

48.826.291,08

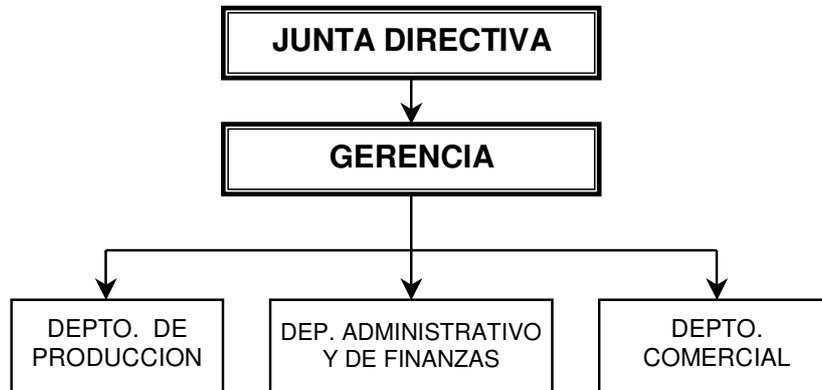
A.U.I (6,5%)

3.173.708,92

TOTAL

\$52.000.000,00

Figura 37: Organigrama Adolka Ltda.



8.8.2 Misión: Proveer insumos naturales para la industria alimentaria y farmacéutica con altas características de calidad, usando para este propósito materias primas producidas orgánicamente haciendo parte fundamental la participación de la comunidad campesina brindándoles capacitación y un comercio justo por sus productos.

8.8.3 Visión: Consolidarse como empresa líder en la producción de oleorresina de pimentón en Colombia e incursionar en la comercialización a otros países. Usar la investigación y desarrollo como herramienta competitiva y de creación de nuevos productos.

8.8.4 Funciones del Personal: Definida la estructura administrativa es conveniente definir las funciones de cada cargo ahí descrito, lo que garantice el perfecto acople de las áreas en pro del desarrollo y cumplimiento de la visión y misión empresariales propuestas. A continuación se presenta una breve descripción de los cargos, perfiles y funciones.

• **Junta Directiva**

Junta Directiva: La Junta directiva estará conformada por los socios accionistas de quienes depende las planeación y dirección de las acciones a largo plazo de la empresa y quienes fiscalizan y auditan la dirección de la gerencia.

Supervisa a: Gerente, Departamento de producción, Departamento administrativo y de finanzas, departamento comercial y vigilancia.

Funciones:

- ✓ Planificar, organizar, dirigir, supervisar y velar el cumplimiento de las funciones asignadas a los diferentes departamentos.
- ✓ Cumplir y hacer cumplir las resoluciones y acuerdos internos.
- ✓ Planear y asistir cumplidamente a las reuniones programadas.
- ✓ Planear, organizar, dirigir y controlar el plan de desarrollo empresarial anual.

• **Gerencia**

Gerente: Con un perfil dinámico y grandes cualidades de líder se encarga de la dirección de la empresa y con un gran énfasis en el aspecto comercial y de servicio al cliente.

Jefe inmediato: Junta directiva

Supervisa a: Departamento de producción, Departamento administrativo y de finanzas, departamento comercial y vigilancia.

Perfil: Profesional en áreas económicas o administrativas, con experiencia mínima de 5 años, con formación de postgrado.

Funciones:

- ✓ Elaborar informes periódicos ante la junta directiva sobre las funciones realizadas, programas y proyectos propuestos.
- ✓ Proponer acciones tendientes a la mejora continua
- ✓ Manejar relaciones comerciales con proveedores y clientes
- ✓ Expandir las relaciones comerciales y generar alianzas estratégicas con este propósito.
- ✓ Verificar y controlar el cumplimiento de las diferentes dependencias.
- ✓ Manejar los aspectos jurídicos de la empresa
- ✓ Verificar y controlar los aspectos contables y comerciales.

• **Departamento de Producción**

Jefe de Producción: El departamento de producción liderado por el jefe de procesos se encarga de mantener la calidad del producto y garantizar los estándares en la producción

Jefe inmediato: Gerencia.

Supervisa a: Operarios y operarios a destajo.

Perfil : Ingeniero Agroindustrial, Ingeniero Químico. Con experiencia en producción, preferiblemente con postgrado.

Funciones:

- ✓ Planear y administrar las operaciones productivas
- ✓ Garantizar y controlar la calidad de la producción
- ✓ Realizar propuestas tendientes a la mejora continua de procesos y productos.
- ✓ Manejar y controlar los inventarios de materia prima, producto en proceso y producto terminado.
- ✓ Planear en conjunto con el departamento comercial y la gerencia la producción.
- ✓ Manejar contacto con proveedores.
- ✓ Mantener contacto continuo con departamento comercial y gerencia.
- ✓ Resolver inquietudes tecnológicas con clientes.
- ✓ Ejecutar los planes de producción y calidad.
- ✓ Revisar y controlar el funcionamiento de los equipos y tomar las acciones necesarias.
- ✓ Ejecutar y controlar la aplicación del plan de mantenimiento de planta.
- ✓ Ejecutar y controlar la aplicación de las B.P.M.
- ✓ Mantener buenas relaciones interpersonales con los demás empleados.

- Operarios:

Jefe inmediato: Jefe de Producción

Perfil : Bachiller con experiencia en trabajos en plantas de producción o similares.

Funciones:

- ✓ Desarrollar las operaciones de producción bajo la coordinación del jefe de procesos.
- ✓ Verificar el adecuado funcionamiento de equipos
- ✓ Conocer y aplicar las B.P.M.
- ✓ Mantener buenas relaciones interpersonales con los demás empleados.

- **Departamento Administrativo y de Finanzas**

Contador: El departamento administrativo y financiero mantiene un estricto control de los aspectos contables de la empresa y participa activamente en la planeación de la empresa.

Jefe inmediato: Gerente

Perfil: Contador con experiencia en contabilidad comercial de 2 años.

Funciones:

- ✓ Realizar informes periódicos a la gerencia sobre el desempeño financiero y contable de la empresa.
- ✓ Realizar, verificar y controlar los procesos contables de la empresa.
- ✓ Mantener actualizada la información contable y comercial de la empresa
- ✓ Mantener relaciones con proveedores y clientes
- ✓ Realizar actividades de planeación junto con gerencia.
- ✓ Mantener contacto continuo con el departamento de producción y gerencia.
- ✓ Mantener la cartera actualizada.
- ✓ Verificar y controlar los aspectos tributarios de la empresa
- ✓ Actualizarse continuamente frente a los cambios tributarios y contables.
- ✓ Mantener buenas relaciones interpersonales con los demás empleados.

- **Departamento Comercial**

Auxiliar de Ventas: El departamento comercial mantiene estrecha relación con los clientes y comunica las necesidades al departamento de producción con el propósito de una mejora continua.

Jefe inmediato: Gerente

Perfil: Técnico o profesional en mercadeo, finanzas o administración de empresas, con grandes habilidades de manejo comercial e interrelación personal.

Funciones:

- ✓ Mantener contacto continuo con clientes
- ✓ Solucionar problemas con clientes (servicio posventa e información)
- ✓ Planear junto con gerencia estrategias de venta y penetración a nuevos mercados.
- ✓ Actualizar la información en Internet.

- ✓ Emitir publicidad especializada.
 - ✓ Planear y desarrollar planes de mercadeo.
 - ✓ Mantener estrecho contacto con el departamento de producción, para planeación de la producción y distribución.
 - ✓ Mantener contacto con departamento administrativo y financiero para el manejo conjunto de clientes y cartera.
- Vigilancia

Celador: Personal con sentido de responsabilidad y compromiso con la empresa, colaborador y con buen manejo interpersonal.

Jefe inmediato: Gerente

Perfil: provisto por empresa de seguridad privada.

Funciones:

- ✓ Velar por la seguridad interna de la empresa.
- ✓ Mantener un registro del personal que ingresa y sale de la empresa.
- ✓ Anunciar y atender convenientemente a las personas visitantes.
- ✓ Informar de situaciones irregulares
- ✓ Realizar mantenimiento de áreas exteriores.
- ✓ Mantener confidencialidad de los aspectos internos de la empresa.
- ✓ Mantener buenas relaciones interpersonales con los demás empleados.

8.8.5 Costos Administrativos: Los costos administrativos corresponden a dos rubros básicamente, los gastos de arranque y constitución y los gastos de personal, estos dos se describen en detalle a continuación:

- Gastos de Arranque y Constitución.

Los gastos de inversión destinados al inicio del proyecto se refieren a los gastos de constitución y registro legal de la empresa estimados en \$1.500.000 y al estudio de factibilidad que para efectos de constitución de la sociedad limitada se valora en \$3.500.000, para un total de \$ 5.000.000 que se constituyen en inversiones diferidas aportados por los socios.

- Gastos de Personal:

En el Cuadro 41 se muestran los gastos de personal administrativo, de producción, ventas y seguridad, en ella se incluye el salario y las prestaciones de ley correspondientes.

Cuadro 41: Gastos de Personal.

PERSONAL REQUERIDO	NO.	SALARIO (\$/MES)	SALARIO MAS PRESTACIONES (\$/AÑO)
ADMINISTRACIÓN			
Gerente	1	900.000	16.350.120
Contador	1	800.000	14.533.440
PRODUCCIÓN			
Jefe de Producción	1	800.000	14.533,440
Operarios	2	385.000	13.988,436
VENTAS			
Auxiliar de Ventas	1	400.000	7.266,720
MANO DE OBRA INDIRECTA			
Vigilante	1	355.000	6.994,218
TOTAL PERSONAL	7	Total Nómina	73.666,374

8.9 ESTUDIO AMBIENTAL Y SOCIAL

Para establecer la viabilidad y sostenibilidad ambiental del proyecto, se realiza una evaluación ambiental y ambiental. La Evaluación Ambiental busca determinar los posibles riesgos y repercusiones del proyecto en las zonas de su influencia, así mismo, proponer acciones y medidas de corrección, mitigación o de compensación. Dentro de este capítulo se considera además la evaluación del impacto sobre la comunidad.

En la evaluación ambiental se consideran los aspectos naturales y sociales en forma integral. Se tienen en cuenta también el marco global de las políticas nacionales, la legislación nacional y la capacidad institucional ambiental y social.

El Plan de Manejo Ambiental hace parte de la evaluación ambiental y es el resultado de la acción concertada luego de analizar y ponderar el diagnóstico ambiental, la identificación de los impactos ambientales potenciales y las medidas

sugeridas por los expertos ambientales y por las instituciones públicas y privadas relacionadas con el componente.

El impacto ambiental se resume en la matriz de impacto ambiental (Cuadro 42) junto con las posibles acciones de mitigación. Se describen a continuación los efectos y acciones sobre cada recurso.

Cuadro 42: Matriz de Impacto Ambiental

RECURSO	PROCESOS					MEDIDAS DE MITIGACIÓN
	Acondiciona	Extracción	Auxiliares	Serv. sanitario	Limpieza	
AGUA	Residuos sólidos		Aguas residuales	Aguas Negras	Jabón	Plan de Manejo de aguas residuales
SUELO	Residuos sólidos	Residuos sólidos				Plan de Manejo de residuos sólidos.
FLORA						Instalación zonas verdes
FAUNA						Instalación zonas verdes
PAISAJE						Instalación zonas verdes
AIRE		Gas de disolvente	Gases de combustión			Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos.

8.9.1 Recurso Agua: Este recurso se utiliza principalmente en la fase de acondicionamiento de materia prima, donde su uso se restringe a la limpieza de la materia prima, con lo cual el agua arrastra residuos de tierra y polvo. En esta instancia el agua no arrastra ningún tipo de contaminantes lesivos al ambiente como metales pesados, residuos tóxicos, ni biológicos que puedan presentar algún riesgo. El agua proveniente de esta etapa se clasifica como agua gris y puede ser vertida sin ningún riesgo al alcantarillado o ser usada en riego.

El agua es además usada en la limpieza de equipos y planta donde se contamina principalmente con la presencia de detergentes, esta agua debe tratarse de manera especial. También su uso en caldera genera contaminación de la misma. El agua es usada en servicio de baños y duchas generando emisión de aguas negras las cuales se deben manejar adecuadamente con un pozo séptico. En el Anexo F se indica las especificaciones de el pozo séptico destinado al tratamiento de las aguas residuales de la planta, la emisión de efluentes no se consideran de alto riesgo.

En general, los volúmenes de aguas grises y negras son bajos de manera que el uso del agua no genera un problema de gran magnitud, para su control se adopta

un plan de manejo de aguas residuales que consiste en diferenciar las aguas negras, que se destinan a un pozo séptico y las grises de acondicionamiento de materia prima que son vertidas sin riesgo y las grises de lavado de planta y equipos y de purga de equipos que se maneja en un pozo de oxidación, en ningún caso esta agua se vierten a corrientes de agua o como riego a cultivos destinados a la alimentación humana o animal.

8.9.2 Recurso Suelo: Este recurso no es explotado directamente, su contaminación puede producirse principalmente por la emisión de residuos sólidos orgánicos provenientes de las etapas de acondicionamiento y extracción. El manejo de estos residuos se realiza a través del plan de manejo de residuos sólidos, que consiste en la proporción de un lugar adecuado para su disposición, donde, por su naturaleza orgánica se disponen para tratamientos que permitan su aprovechamiento como mejoradores de la textura y características del suelo a través de técnicas de compostaje y lombricultura, lo que permite su reutilización en los cultivos de pimentón.

8.9.3 Recurso Flora: La zona se ha dedicado tradicionalmente a la agricultura, existen diferentes especies forestales y sectores cubiertos principalmente por pastos, de manera que no existen flora salvaje que pueda afectarse por el desarrollo del proyecto.

8.9.4 Recurso Fauna: La zona no cuenta con especies salvajes que puedan ser afectadas por la implementación del proyecto, la fauna predominante está constituida principalmente por aves e insectos.

8.9.5 Recurso Aire: Este recurso es principalmente afectado por las emisiones de gases de combustión de caldera, estos pueden considerarse mínimos y están dentro de los rangos legalmente permitidos. Su control se realiza a través de la realización de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos, en el cual se incluye un constante monitoreo del funcionamiento de el quemador de caldera y la regulación de la combustión de manera que se evite su inadecuado funcionamiento y con ello la emisión excesiva de gases.

8.9.6 Recurso Paisaje: Un manejo adecuado del paisaje brinda un buen clima laboral, previniendo el efecto de agentes externos en la zona de ubicación de la planta, de manera que se pretende evitar efectos negativos en los alrededores con el uso de barreras vivas y especies ornamentales que mejoren el recurso paisajístico de la instalación industrial.

8.9.7 Impacto social: El proyecto tiene un impacto positivo en la comunidad debido a la generación de empleo directo que corresponde a 7 personas entre mano de obra calificada y no calificada, sin embargo su mayor beneficio en este sentido se observa en la generación de mano de obra indirecta para la producción de materia prima que incorporaría. De igual manera el proyecto genera un efecto positivo sustituyendo las importaciones del producto y a largo plazo la generación de divisas.

9. ESTUDIO FINANCIERO Y EVALUACIÓN

9.1 INVERSIONES

Las inversiones requeridas por ADOLKA LTDA. Corresponden a terrenos, maquinaria, capital de trabajo, muebles y enseres e instalación y montaje, el detalle de estos rubros se ha presentado anteriormente en el apartado 8 a excepción del capital de trabajo el cual se presenta a continuación.

9.1.1 Capital de Trabajo: El capital de trabajo requerido por el proyecto se muestra en el Cuadro 43, teniendo en cuenta una rotación de 14 días para materia prima, 5 días para producto en proceso, 7 días para producto terminado y para cartera de 30 días.

Cuadro 43 Necesidades de Capital de Trabajo ADOLKA LTDA.

Cifras en miles de \$

CONCEPTO	AÑO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Efectivo	1.500									
Materias Primas	10.621	11.683	12.852	14.137	15.551	17.106	18.816	20.698	22.768	25.044
Productos en proceso	4.665	5.060	5.493	5.969	6.492	7.021	7.653	8.348	9.112	9.951
Productos terminados	6.440	7.077	7.682	8.347	9.079	9.820	10.702	11.674	12.742	13.916
Cartera	36.685	40.354	44.389	48.828	53.711	59.082	64.990	71.489	78.638	86.501
TOTAL	59.911	64.174	70.416	77.281	84.832	93.028	102.162	112.209	123.259	135.413
INCREMENTO		4.263	6.242	6.865	7.551	8.196	9.181	10.047	11.050	12.154

9.1.2 Plan de Inversión y Financiación del Proyecto: En el Cuadro 44 se resumen las inversiones requeridas por el proyecto y se describe además la fuente de financiación, la inversión total requerida es de \$212.604.000; este monto incluye la inversión en capital de trabajo y activos fijos, este recurso se cubre con la participación de recursos por parte de los socios en un 45.91% y un aporte con crédito de fomento de un 54.09%.

El aporte de crédito se realiza bajo las líneas especiales de crédito destinadas para este propósito como Bancoldex y FINAGRO. Las características del crédito de fomento y el monto solicitado se muestran en el Cuadro 45, en ella se describe además el plazo y el destino de los recursos solicitados, el pago se realiza de manera trimestral.

Cuadro 44 Plan de Inversión y Financiación ADOLKA LTDA.

Cifras en miles de \$

	ITEM	RECURSOS PROPIOS	CREDITO	TOTAL
	CAPITAL DE TRABAJO			
1	EFFECTIVO	1.500	0	1.500
2	CARTERA	6.685	30.000	36.685
3	INV.M.P.	5.621	5.000	10.621
4	INV.P.P	3.666	1.000	4.666
5	INV.P.T	5.442	1.000	6.442
	SUBTOTAL	22.914	37.001	59.915
	ACTIVOS FIJOS			
1	TERRENOS	6.000	0	6.000
2	CONSTRUCCION	36.000	0	36.000
3	MAQUINARIA NAL.	11.243	78.000	89.243
4	INSTALACION Y MONTAJE	10.000	0	10.000
5	MUEBL Y ENSERES	6.450	0	6.450
	SUBTOTAL	69.713	78.000	147.693
1	DIFERIDOS	5.000	0	5.000
	TOTAL	97.604	115.000	212.604
	PARTICIPACION (%)	45,91	54,09	100,00

Cuadro 45 Plan de Crédito de Activos Fijos y Capital de Trabajo

DESTINO	PLAZO	MONTO \$	FORMA DE PAGO	TASA DE INTERÉS
Capital de trabajo	3	37.000.000	Trimestral	18%
Activos fijos	5	78.000.000	Trimestral	18%
Total Crédito		115.000.000		

9.2 COSTOS

Los costos del proyecto se ilustran en el Estado de Ingresos; dichos costos se describen a continuación.

9.2.1 Costos de los Insumos: El principal componente de este rubro corresponde a la materia prima, que es el pimentón, este componente es de gran importancia debido a la masiva incorporación en el producto, de manera que la consecución de un precio favorable en este sentido puede favorecer la economía del proyecto. En el estudio técnico se analiza el comportamiento de los precios del pimentón a nivel nacional y local, para el presente análisis se tomo como precio base 825 \$/kg, que se puede alcanzar e incluso disminuir desarrollando gestión con los productores, asociándolos y con compra anticipada de la cosecha.

9.2.2 Costos de Mano de Obra: La mano de obra requerida para el proyecto se ha disminuido al mínimo, de manera que con los cargos asignados puedan desempeñarse las labores para el normal funcionamiento de la planta, sin embargo la alta incorporación de materia prima crea una gran fuente de empleos indirectos. Los detalles del personal requerido junto con sus funciones y costos de nómina con prestaciones, se presenta en el capítulo anterior (estudio técnico).

9.2.3 Depreciación: Los cargos por depreciación se calcularon considerando la depreciación anual a 20 años para construcciones, 10 años para maquinaria y 5 años para muebles, enseres y equipo de oficina.

9.2.4 Costos de Servicios: En este rubro se han incluido los servicios requeridos para la operación de la planta de acuerdo a cada equipo y a sus requerimientos, además se incluye un valor indirecto para la parte administrativa.

9.2.5 Seguros: La seguridad de la empresa, de su infraestructura, equipos y empleados contra incendio, robo e incapacidad permanente, será cubierta por una compañía de seguros que brinde estos servicios.

9.2.6 Impuestos: En este rubro se contempla el pago de impuestos municipales a los cuales debe someterse la empresa, así como los impuestos de industria y comercio.

9.2.7 Otros Costos: Se contempla además gastos de publicidad, oficina y además la instalación anual de un secador solar para satisfacer el crecimiento de la capacidad requerida.

9.3 VENTAS PROYECTADAS

Las ventas se calculan a partir de la proyección del mercado presentado en el estudio de mercado, en el Cuadro 46 se indica la proyección de ventas de ADOLKA LTDA.

Cuadro 46 Proyección de ventas de ADOLKA LTDA.

AÑO	DEMANDA (Ton/año)	VENTAS (\$miles /año)
2004	4,783	440.220
2005	5,262	484.242
2006	5,788	532.666
2007	6,367	585.933
2008	7,003	644.526
2009	7,704	708.979
2010	8,474	779.877
2011	9,322	857.864
2012	10,254	943.651
2013	11,279	1.038.016

9.4 ESTADOS FINANCIEROS PROYECTADOS

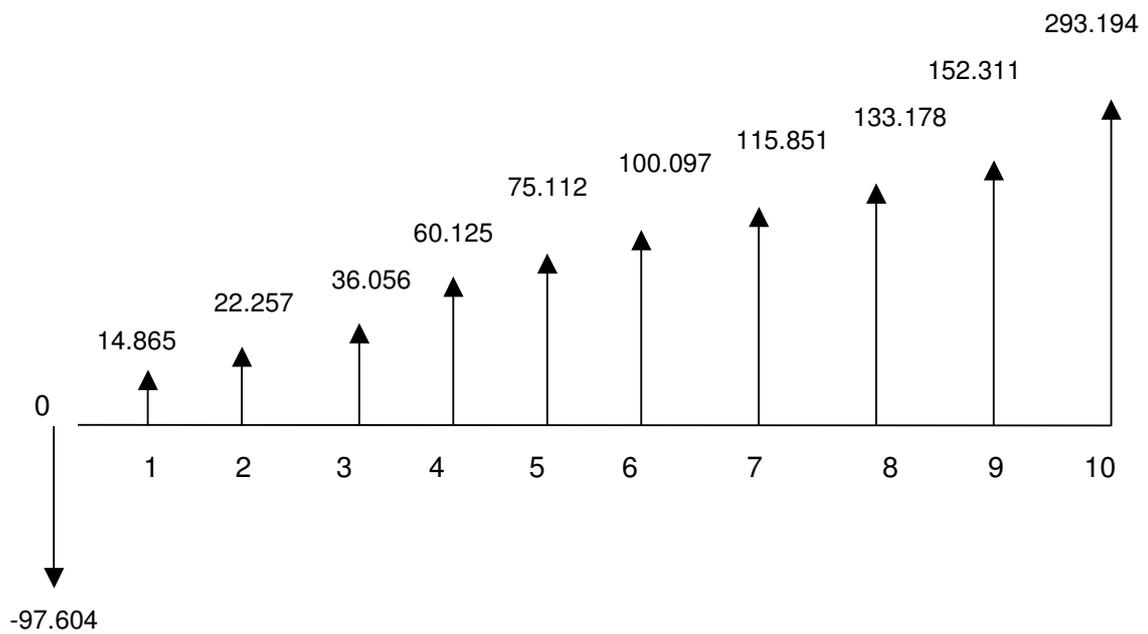
9.4.1 Balance del Activo: En los Cuadros 47 y 48 se ilustra las proyecciones del Activo y del Pasivo y Patrimonio respectivamente, a 10 años. En ellas se puede observar las características operativas del proyecto y la utilidad financiera esperada del mismo.

9.4.2 Estado de Ingresos: En el Cuadro 49 se presenta la relación entre los ingresos y costos de el proyecto. En este se muestran utilidades a partir del primer año de operación del proyecto, esto es posible cumpliendo las ventas estimadas.

9.4.3 Flujo de Fondos: La Cuadro 50 muestra los resultados del Flujo de Fondos proyectado. Este ejercicio permite ilustrar las bondades financieras de la empresa, con indicadores de rentabilidad altamente atractivos. En la Figura 38 se indica el diagrama de flujo de fondos, el uso de este diagrama permite evidenciar claramente el comportamiento operativo del proyecto.

De el flujo de fondos es además posible calcular el periodo de recuperación de la inversión, que corresponde al tiempo que toma a la operación del proyecto generar suficiente flujo de efectivo para compensar o cubrir la inversión realizada por el empresario. El periodo de recuperación en este caso es de 3.5 años, periodo considerado favorable.

Figura 38: Diagrama de Flujo de Fondos a Precios Constantes (cifras en miles de \$)



Cuadro 47: Activo Proyectado de ADOLKA LTDA

Cifras en miles de \$

Cuentas del Balance	AÑO										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ACTIVO CORRIENTE	22.911	81.221	93.488	125.196	184.100	258.022	183.945	227.566	275.182	327.311	384.413
CAJA Y BANCOS	1.500	22.810	29.314	54.780	106.819	173.190	90.916	125.404	162.974	204.052	249.000
DEUDORES A CORTO PLAZO	6.685	36.685	40.354	44.389	48.828	53.711	59.082	64.990	71.489	78.638	86.501
Cientes (Cartera)	6.685	36.685	40.354	44.389	48.828	53.711	59.082	64.990	71.489	78.638	86.501
INVENTARIOS	14.726	21.726	23.820	26.027	28.453	31.122	33.947	37.172	40.720	44.621	48.912
Productos terminados	5.440	6.440	7.077	7.682	8.347	9.079	9.820	10.702	11.674	12.742	13.916
Productos en proceso	3.665	4.665	5.060	5.493	5.969	6.492	7.021	7.653	8.348	9.112	9.951
Materias primas	5.621	10.621	11.683	12.852	14.137	15.551	17.106	18.816	20.698	22.768	25.044
ACTIVO NO CORRIENTE	69.693	133.678	119.664	105.650	91.636	77.621	66.897	56.173	45.449	34.724	24.000
ACTIVO FIJO TOTAL	69.693	133.678	119.664	105.650	91.636	77.621	66.897	56.173	45.449	34.724	24.000
ACTIVO FIJO DEPRECIABLE	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Terrenos ocup. Por instal. Indust.	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
ACTIVO FIJO DEPRECIABLE NETO	63.693	127.678	113.664	99.650	85.636	71.621	60.897	50.173	39.449	28.724	18.000
Edificios (al costo)	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000
Maquinaria y equipo (al costo)	11.243	89.243	89.243	89.243	89.243	89.243	89.243	89.243	89.243	89.243	89.243
Muebles y enseres (al costo)	6.450	6.450	6.450	6.450	6.450	6.450	6.450	6.450	6.450	6.450	6.450
Otros act. Depreciables (al costo)	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
menos: depreciacion acumulada		-14.014	-28.029	-42.043	-56.057	-70.071	-80.796	-91.520	-102.244	-112.968	-123.693
DIFERIDOS	5.000	4.000	3.000	2.000	1.000	0	0	0	0	0	0
TOTAL ACTIVO	97.604	218.899	216.152	232.845	276.735	335.643	250.842	283.739	320.631	362.035	408.413

Cuadro 48 : Pasivo, Capital y Superavit Proyectado de ADOLKA LTDA.

Cifras en miles de \$

Cuentas del Balance	AÑO										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PASIVO A CORTO PLAZO (correte)	0	97.627	12.511	19.998	27.821	35.815	45.278	53.849	63.261	73.641	85.086
Venc/mnto en un año de pasivos l.p.		87.067									
Impuestos sobre la renta		10.561	12.511	19.998	27.821	35.815	45.278	53.849	63.261	73.641	85.086
PASIVO A MEDIANO PLAZO	0	4.055	63.188	35.255	19.655	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055
Obligaciones bancarias			59.133	31.200	15.600	0	0	0	0	0	0
Cesantias consolidadas		4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055
PASIVO A LARGO PLAZO	0	0	0	1.961	4.285	7.999	13.166	19.817	28.226	38.226	49.975
Otros pasivos a largo plazo				1.961	4.285	7.999	13.166	19.817	28.226	38.226	49.975
DIFERIDOS											
TOTAL DEL PASIVO	0	101.682	75.700	57.214	51.761	47.869	62.499	77.721	95.542	115.922	139.116
CAPITAL PAGADO	97.604	97.604	97.604	97.604	97.604	97.604	97.604	97.604	97.604	97.604	97.604
SUPERAVIT	0	0	19.613	40.887	75.703	123.657	6.651	8.409	10.001	11.748	13.676
Reserva legal (10%)		0	1.961	2.324	3.714	5.167	6.651	8.409	10.001	11.748	13.676
Utilidades de ejer. Ant. Sin distribuir		0	17.652	38.564	71.989	118.490	0	0	0	0	0
PERDIDAS Y GANANCIAS DEL EJERCICIO		19.613	23.235	37.140	51.667	66.513	84.088	100.005	117.485	136.761	158.017
TOTAL PASIVO, CAPITAL Y SUPERAVIT	97.604	218.899	216.152	232.845	276.735	335.643	250.842	283.739	320.631	362.035	408.413

Cuadro 49: Estado de Ingresos de ADOLKA LTDA

Cifras en miles de \$

CUENTAS	AÑO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COMPRAS DE MATERIAS PRIMAS	283.740	301.493	331.642	364.806	401.287	441.415	485.557	534.113	587.524	646.276
Mas: Inventario Inicial de m.p.	0	10.621	11.683	12.852	14.137	15.551	17.106	18.816	20.698	22.768
MATERIA PRIMA DISPONIBLE	283.740	312.114	343.325	377.658	415.424	456.966	502.663	552.929	608.222	669.044
Menos: Inventario final de m.p	10.621	11.683	12.852	14.137	15.551	17.106	18.816	20.698	22.768	25.044
COSTO DE M. P. UTILIZADA	273.119	300.431	330.474	363.521	399.873	439.860	483.846	532.231	585.454	644.000
COSTO DE LA MANO DE OBRA	28.522	28.522	28.522	28.522	28.522	28.522	28.522	28.522	28.522	28.522
GASTOS DE FABRICACION	34.236	35.381	36.512	37.729	39.037	37.156	38.674	40.311	42.077	43.985
Servicios (agua, luz, telefono)	5.796	6.376	7.013	7.714	8.486	9.335	10.268	11.295	12.424	13.667
Depreciaciones	12.214	12.214	12.214	12.214	12.214	8.924	8.924	8.924	8.924	8.924
Seguros	1.871	1.871	1.871	1.871	1.871	1.871	1.871	1.871	1.871	1.871
Costo de transporte de m.p.	5.000	5.285	5.586	5.905	6.241	6.597	6.973	7.370	7.791	8.235
Costos de combustibles	9.354	9.635	9.827	10.024	10.224	10.429	10.637	10.850	11.067	11.288
COSTO MANF/RA	335.876	364.333	395.508	429.771	467.432	505.538	551.042	601.064	656.054	716.507
mas: Inventario Inicial de P.P.	0	4.665	5.060	5.493	5.969	6.492	7.021	7.653	8.348	9.112
menos: Inventario final de P.P	4.665	5.060	5.493	5.969	6.492	7.021	7.653	8.348	9.112	9.951
COSTO DE PRODUCCION	331.211	363.938	395.075	429.295	466.909	505.009	550.410	600.369	655.290	715.667
mas: Inventario Inicial de P.T.	0	6.440	7.077	7.682	8.347	9.079	9.820	10.702	11.674	12.742
menos: Inventario Final de P.T.	6.440	7.077	7.682	8.347	9.079	9.820	10.702	11.674	12.742	13.916
COSTO DE VENTAS	324.771	363.302	394.469	428.630	466.177	504.268	549.527	599.398	654.222	714.493
VENTAS NETAS	440.220	484.242	532.666	585.933	644.526	708.979	779.877	857.864	943.651	1.038.016
UTILIDAD BRUTA (VtasNet-CosVtas)	115.449	120.940	138.197	157.303	178.349	204.711	230.349	258.467	289.429	323.523
TOTAL GSTOS ADM Y VTAS	75.217	75.136	71.001	67.757	65.962	65.287	66.437	67.663	68.969	70.361
GASTOS DE ADMINISTRACION	61.500	56.653	51.818	47.829	45.241	43.721	43.973	44.241	44.529	44.836
Sueldos de empleados	37.878	37.878	37.878	37.878	37.878	37.878	37.878	37.878	37.878	37.878
Intereses varios	18.814	13.786	8.758	4.563	1.755	0	0	0	0	0
Otros impuestos (Mpal: pred, ind-ccio)	608	652	701	754	813	877	948	1.026	1.112	1.206
Deprec/nes de edificios	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800
Otros gastos de oficina	2.400	2.537	2.681	2.834	2.996	3.167	3.347	3.538	3.739	3.953
GASTOS DE VENTAS	13.717	18.482	19.183	19.928	20.721	21.566	22.465	23.421	24.440	25.525
Sueldos y comisiones de empleados	7.267	7.267	7.267	7.267	7.267	7.267	7.267	7.267	7.267	7.267
Transporte productos terminados	4.500	4.757	5.028	5.314	5.617	5.937	6.276	6.633	7.012	7.411
Gastos administrativos	450	459	468	478	487	497	507	517	527	538
Publicidad (página web)	1.500	6.000	6.420	6.869	7.350	7.865	8.415	9.004	9.635	10.309
UTILIDAD DE OPERACIÓN	40.232	45.805	67.196	89.546	112.386	139.424	163.912	190.804	220.460	253.161
mas: otros ingresos										
menos: otros egresos	9.558	9.558	9.558	9.558	9.558	9.558	9.558	9.558	9.558	9.558
menos:costos de reposición	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
UTILIDAD ANT. IMPUESTO RENTA	30.174	35.747	57.138	79.488	102.328	129.366	153.854	180.746	210.402	243.103
menos: provision impuestos renta(35%)	10.561	12.511	19.998	27.821	35.815	45.278	53.849	63.261	73.641	85.086
UTILIDAD NETA	19.613	23.235	37.140	51.667	66.513	84.088	100.005	117.485	136.761	158.017

Cuadro 50 : Flujo de Fondos a Precios Constantes : 2004 =100 de ADOLKA LTDA.

Cifras en miles de \$

ITEM	AÑO										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS		440.220	484.242	532.666	585.933	644.526	708.979	779.877	857.864	943.651	1.038.016
COSTOS DE PRODUCCION		312.557	351.087	382.255	416.416	453.963	495.344	540.603	590.473	645.298	705.569
GASTOS ADMON Y VTAS		54.603	59.549	60.442	61.394	62.407	63.487	64.637	65.863	67.169	68.561
UTILIDAD BRUTA		73.061	73.606	89.969	108.123	128.156	150.148	174.636	201.528	231.184	263.886
INTERESES		17.584	8.891	6.017	3.481	1.251	0	0	0	0	0
DEPRECIACION		13.097	12.241	11.440	10.691	9.992	7.146	6.679	6.242	5.833	5.452
DIFERIDOS		935	873	816	763	713	0	0	0	0	0
UTILIDAD ANT. IMPUESTOS		41.445	51.601	71.696	93.188	116.199	143.002	167.958	195.286	225.351	258.434
IMPUESTOS		14.506	18.060	25.094	32.616	40.670	50.051	58.785	68.350	78.873	90.452
UTILIDAD NETA		26.939	33.541	46.602	60.572	75.530	92.951	109.173	126.936	146.478	167.982
DEPRECIACION		13.097	12.241	11.440	10.691	9.992	7.146	6.679	6.242	5.833	5.452
DIFERIDOS		935	873	816	763	713	0	0	0	0	0
FLUJO DE FONDOS		40.971	46.655	58.858	72.026	86.235	100.097	115.851	133.178	152.311	173.434
AMORTIZACION		26.106	24.398	22.802	11.901	11.123	0	0	0	0	0
FLUJO DE FONDOS NETO		14.865	22.257	36.056	60.125	75.112	100.097	115.851	133.178	152.311	173.434
FLUJO DE INVERSIONES	-97.604										119.760
FLUJO DE FONDOS DESPUES DE IMPUESTOS	-97.604	14.865	22.257	36.056	60.125	75.112	100.097	115.851	133.178	152.311	293.194
FLUJO DE FONDOS SIN FINANCIACION	-212.604	-28.824	-11.032	7.238	44.743	62.738	100.097	115.851	133.178	152.311	412.954

9.5 EVALUACION

La viabilidad del proyecto se sustenta con los indicadores financieros y sociales normalmente aceptados en las Metodologías de Formulación y Evaluación de Proyectos, como son la Tasa Interna de Retorno y el Valor Presente Neto.

9.5.1 Valor Presente Neto (VPN): El valor presente neto puede definirse como la diferencia entre el valor presente de los ingresos menos el valor presente de los egresos. Este criterio muestra la rentabilidad de un proyecto y se considera aceptable cuando es superior a cero.

$$VPN(i) = \sum_{J=0}^J \frac{I_J}{(1+i)^J} - \sum_{J=0}^J \frac{E_J}{(1+i)^J}$$

Donde:

- i : Tasa de interés de descuento
- I_J: Ingreso del periodo J
- E_J: Egreso del periodo J
- J: Periodo.

Para el proyecto ADOLKA LTDA. se ha seleccionado una tasa de descuento del 12%, el indicador se calculó para el inversionista y para un escenario del proyecto sin financiación, los valores obtenidos son:

VPN para el Inversionista a Precios Corrientes	\$518.103.000
VPN del Inversionista a Precios Constantes	\$309.052.000
VPN sin financiación Precios Corrientes	\$342.787.000
VPN sin financiación a Precios Constantes	\$148.966.000

En todos los casos el proyecto muestra un VPN favorable lo que demuestra la rentabilidad del proyecto.

9.5.2 Tasa Interna de Retorno (TIR): Este criterio de evaluación, calcula la tasa de interés que hace que el flujo traído a valor presente sea igual a cero, es decir el interés que hace $VPN = 0$. La TIR se compara con la tasa de descuento del 12 % que se ha tomado como tasa de oportunidad del mercado. Los valores obtenidos son:

TIR para el Inversionista a Precios Corrientes	54,38%
TIR para el Inversionista a Precios Constantes	44,72%
TIR sin financiación a Precios Corrientes	26,93%
TIR sin financiación a Precios Constantes	19,98%

La aplicación de este criterio muestra una tasa superior a la tasa de oportunidad tomada, con lo cual se corrobora la viabilidad de la alternativa.

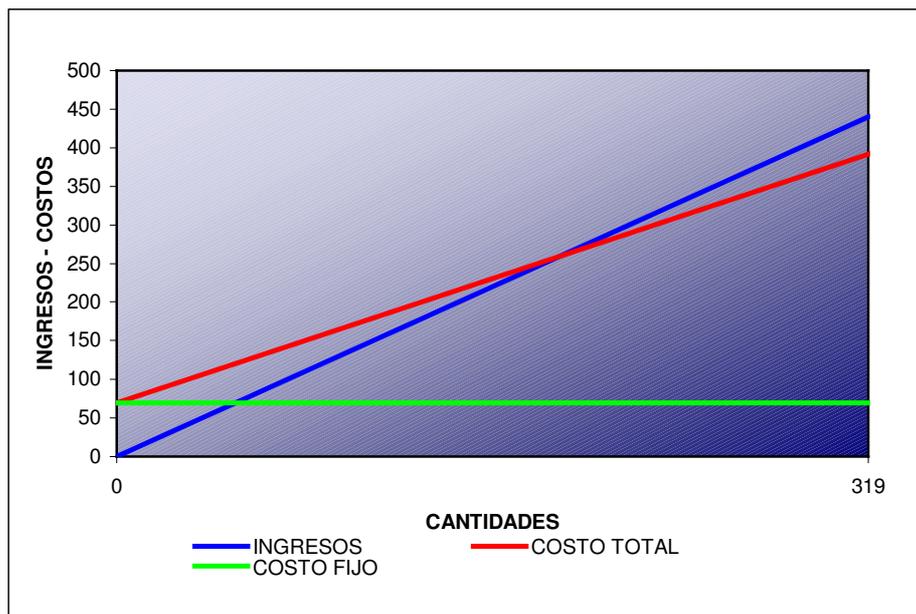
9.6 PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio representa el punto en donde las ganancias obtenidas cubren los costos asumidos por el proyecto, de manera que no exista ni utilidad ni déficit en este sentido.

En la Figura 39 se indica el punto de equilibrio de ADOLKA LTDA, la línea verde indica el costo fijo del proyecto el cual permanece constante sin tener en cuenta la cantidad producida, la línea roja indica los costos totales o sea variables y fijos; finalmente la línea azul indica los ingresos obtenidos por el proyecto o sea los ingresos por ventas. La intersección entre las líneas del costo total y los ingresos muestra el punto donde estos dos valores son iguales, en este punto el proyecto cubre sus gastos operativos, pero no ofrece ninguna utilidad al inversionista.

El punto de intersección se presenta en ingresos o costos totales por \$259.041.587, lo cual se logra con la venta de 188 unidades para el primer año, esto significa que debe cumplirse al menos un 58% de las metas de venta propuestas en el primer año.

Figura 39: Punto de Equilibrio



El punto de equilibrio para los cinco primeros años es creciente, a partir del quinto año empieza a disminuir, así pues el punto de equilibrio para el año 10 se presenta en ingresos por \$251.895.000, lo cual se logra con la venta de 183 unidades. De manera que a partir del quinto año la empresa logra una mayor solidez financiera que le permitiera consolidarse en el mercado.

CONCLUSIONES

- El uso de oleorresina de pimentón en la fabricación de alimentos ofrece ventajas como un alta capacidad colorante, mejoramiento de las cualidades organolépticas, incorporación de componentes funcionales y un bajo volumen de almacenamiento.
- Existe un mercado potencial para la producción de oleorresina de pimentón en Colombia y en el mundo, soportado por la tendencia al consumo de productos naturales, la incorporación de aditivos naturales en los alimentos procesados y las exigencias legales en este sentido, sobre todo a nivel internacional.
- La demanda establecida para la cobertura del proyecto se plantea con metas conservadoras frente al potencial mercado internacional y a la demanda nacional.
- La explotación de la cadena del pimentón en el departamento de Nariño es incipiente pero puede considerarse promisorio si se considera su agroindustrialización en diferentes niveles, empezando desde un adecuado manejo agronómico, pasando por unas prácticas adecuadas de manejo poscosecha hasta la obtención de derivados de interés industrial como la Capsaicina y diferentes tipos de oleorresina estandarizada.
- Para favorecer la operación de la Agroindustria de Oleorresina de pimentón conviene la implementación de cultivos comerciales tecnificados que garanticen una alta productividad y calidad en la materia prima. Es necesario además el cultivo de variedades mejoradas que ofrecen pimentones con un valor ASTA notablemente superior.
- El éxito del proceso productivo depende de un adecuado manejo de las condiciones tecnológicas de las operaciones que involucran el proceso productivo, de manera que su adecuado manejo garantiza un producto de calidad.

- El uso de un sistema de extracción continuo aumenta la eficiencia del proceso, sin embargo, este sistema se justifica a escalas productivas más altas, de manera que se utilice al máximo la capacidad de planta.
 - El etanol presenta un mayor rendimiento en cuanto a extracto obtenido, en comparación a los otros solventes evaluados, éter etílico y acetona.
-
- Económicamente, el uso de un solvente orgánico obtenido por procesos de fermentación hace que su costo sea altamente competitivo frente a los solventes convencionales, derivados del petróleo, este efecto puede ser más marcado a largo plazo.
-
- El uso del diseño de experimentos permite una aproximación en las condiciones de operación del proceso para construir el estudio técnico.
-
- Las condiciones de operación que favorecen el proceso de extracción de oleorresina de pimentón con etanol, son un tiempo de extracción de 4.9 horas y una relación solvente /alimentación de 22.
-
- El uso de un solvente “limpio” ambientalmente facilita la penetración en mercados de mayor exigencia en cuanto a residuos de componentes tóxicos, como el europeo; de igual manera minimiza el impacto ambiental del proyecto.
-
- El uso de economías de escala favorece la producción de oleorresina de pimentón, de manera que la implementación de alta tecnificación y altos volúmenes productivos aumenta la utilidad.
-
- El costo de producción de mayor efecto en el precio del producto corresponde a el pimentón, por tanto se hace necesario tener especial atención en este aspecto, siendo necesario involucrarse en la formación de asociaciones productoras que garanticen la provisión de materia prima a la empresa.
-
- La implementación de una Agroindustria para la producción de oleorresina de pimentón tiene un efecto social favorable que se evidencia sobre todo en el aspecto agrícola, donde se realiza la mayor incorporación de mano de obra.

- En el establecimiento de la demanda del proyecto se consideró un valor bastante conservador, este valor puede ser superado con un adecuado manejo del mercadeo del producto.
- En las cuentas del balance, el activo y del pasivo y patrimonio se observa el movimiento operativo del proyecto. Las cifras del balance proyectado son altamente satisfactorias. El resultado son utilidades a partir del primer año de operación del proyecto, que son posibles logrando las metas de penetración de mercado propuestas.
- El periodo de recuperación de la inversión es de 3.5 años, periodo que puede considerarse corto, teniendo en cuenta la magnitud de la inversión.
- Los indicadores de rentabilidad para el inversionista, medidos por la Tasa interna de retorno y Valor Presente Neto a una tasa de interés de oportunidad del 12% son ampliamente atractivos para el inversionista. La rentabilidad ofrecida por el proyecto, medida por una TIR del 44.72% es muy atractiva frente a las condiciones de inversión ofrecidas por el mercado.

RECOMENDACIONES

Existe una gran posibilidad de investigación en el campo tecnológico en lo que se refiere a la producción de los derivados industriales del género *Capsicum*, estos no solo están limitados a estudios de tipo agroindustrial sino también es posible abordarse desde el punto de vista agronómico, biológico, económico y social. Todos ellos orientados al fortalecimiento y consolidación de la cadena agroindustrial del pimentón.

La investigación en el Fitomejoramiento de variedades de Pimentón ha hecho posible en otros países un incremento en la productividad del cultivo, en varios sentidos como son un mayor rendimiento por hectárea, un menor tiempo de cosecha, una mayor resistencia a la alteración de enfermedades y plagas; todo esto además debe acompañarse del establecimiento de adecuadas prácticas de cultivo, requerimientos de macro y micro nutrientes.

En el aspecto agrícola puede también considerarse la evaluación de la adaptación de diferentes variedades de alto rendimiento en Nariño. Así como un análisis de costos y la rentabilidad del cultivo.

Dentro de la agroindustrialización del pimentón ya sea para la producción de oleoresina u otro producto industrial o para su comercialización en fresco, conviene el estudio de su comportamiento poscosecha, con el propósito de brindar un adecuado manejo al producto disminuyendo pérdidas y aumentando capacidad de venta y precio.

En el aspecto industrial existen un sinnúmero de derivados que pueden estudiarse entre ellos se cuenta la producción de Capsaicina, componente activo que brinda la pungencia al fruto del ají y de interés industrial para la fabricación de armas no letales como gas pimienta.

De igual manera la producción de oleoresina no se restringe a la oleoresina estándar, existe actualmente en el mercado diferentes grados de oleoresina determinados por su composición (principalmente relación de carotenoides rojos y

amarillos), también se presentan oleorresinas hidrosolubles, que aumentan el espectro de uso de la oleorresina.

De la oleorresina y con la aplicación de tecnologías de última generación como son la de los Fluidos Supercríticos es hoy posible además el aislamiento de pigmentos y la obtención de diferentes grados de oleorresina.

Otro aspecto sobre el cual puede recaer estudio es en aspectos como la incorporación en productos, como embutidos, lácteos entre otros.

La consolidación de la cadena agroindustrial del pimentón requiere de un esfuerzo mancomunado de productores, consumidores (comercializadores e industrias) y gobierno, quienes deben analizar la potencialidad de esta agroindustria en Nariño.

BIBLIOGRAFÍA

ARIZIO Osvaldo y CURIONI Ana. Estudios Agroalimentarios, Componente A: Fortalezas y Debilidades del Sector Agroalimentario. Instituto Interamericano De Cooperación Para La Agricultura (IICA-Argentina).2003. p. 137.

AYHAN Topuz and FERAMUZ Ozdemir. Influences of γ - Irradiation and Storage on the Carotenoids of Sun - Dried and Dehidrated Paprika. En: J. Of Agric. and Food Chem. 2003, 51, p. 4972 – 4977

BERT - OTTENS. Biocomercio: Estrategias para el Desarrollo Sostenible en Colombia;2002. p. 44.

BOLETÍN CCI: Exótica. Año 3. Volumen 11. Junio - Septiembre 1999. p. 15

BADUI Salvador. Química de los Alimentos. Ed. Pearson Education. Mexico,2000 p. 648

BOUCHER François. Los Productos Nutraceuticos Oportunidades para los Recursos Naturales Autóctonos El Papel de los Investigadores. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Fascículo Técnico No. 18. 1999; p. 1 – 8.

CALVO C. Colorantes Funcionales. En: Rev. Alimentación, Equipos y Tecnología. p. 87 – 91.

CONDORI, ECHAZÚ, SARAVIA. Solar Drying of Sweet pepper and Garlic Using the Túnel Greenhouse drier. En: Renewable Energy. 22 (2001), p. 447 – 460.

DAOOD H.G., et. Al. Supercritical CO₂ and Subcritical Propane Extraction of Pungent Paprika and Quantification of Carotenoids, Tocopherols, and Capsaicinoids. En: J. Agric. Food Chem. 2001, p. 49, p. 2761 – 2766.

DEVIA, SALDARRIAGA. Planta Piloto para Obtener Colorante de Semilla del Achiote (*Bixa orellana*). En: Revista Universidad EAFIT. Vol 39 No. 131. 2003. p 8 – 22.

DUARTE, et. Al. Supercritical Fluid Extraction of Red Pepper (*Capsicum frutescens* L.). En: J. of Supercritical Fluids 30 (2004); p.155 – 161.

M. CONDORI, R. ECHAZU, L. SARAVIA. Solar Drying of sweet pepper and garlic using the túnel greenhouse drier. En: Renewable Energy. 2001. p. 447 – 460.

FLORENO, Anthony. Oleoresin demand rises on new uses, expansions. En: Chemical Marketing Reportes. New York, Feb 27 1995. Vol. 247, Iss. 9; p 23.

GUENTER Ernest. The Essential Oils.; Van Nostrand: New York, 1948, Vol 1. p. 427.

GUTIERRES, DE LA VARA. Análisis y Diseño de Experimentos. Ed. Mc Graw Hill. 2003.

HAMMANN Donald, STROSHINE Richard. Physical Properties of Agricultural Materials and Food Products. Copyright by Richard Stroshine. 1993. p. 182.

HORNERO – MENDEZ, et al. Carotenoid Biosynthesis Changes in Five Red Pepper (*Capsicum annuum* L.) Cultivars during Ripening. Cultivar Selection for Breeding. En: J. Agric. Food. Chem. 2000, 48, p. 3857 –3864.

HORNERO MENDEZ , MINGUEZ MOSQUERA. Rapid Spectrophotometric Determination of Red and Yellow Isochromic Carotenoid Fractions in Páprika and Red Pepper Oleoresins. En: J. Agric. Food Chem. 2001, 49 p. 3584 – 3588.

HOSS Reinhart. Recursos Botánicos con Potencial Biocida: Conceptos Básicos y Métodos de Análisis. 1era Edición. Lima, Perú: Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos (RAAA),. 1999. p.80.

HOSSAIN, WOODS, BALA. Optimisation of Solar Tunnel Drier for Drying of Chilli Without Color Loss. En: Renewable Energy 30 (2005); p. 729 – 742.

IBRAHIM DOYMAZ, MEHMET PALA. Hot – Air drying characteristics of red pepper. En:J. Of Food Eng. 2002, p. 331 – 335.

ISIDORO, et Al. Colour Retention in Red Chile Powder as Related to Delayed Harvest. En: J. of Food Science. Vol 60 No. 5. 1995.

JAREN – GALAN, U. NIENABER, S. SCHWARTZ. Páprika (capsicum annum) Oleoresin Extraction with Supercritical Carbon Dioxide. En: J. Agric. Food Chem. 1999, 47, p. 3558 – 3564.

JAREN - GALAN M. y MINGUEZ - MOSQUERA M. Quantitative and Qualitative Changes Associated with Heat Treatments in the Carotenoid Content of Páprika Oleoresins. En: J. Agric. Food Chem. 1999, 47; p. 4379-4383.

LINDEN G. y LORIENT D. Bioquímica Agroindustrial. Zaragoza. Ed. Acribia S.A.1996. p. 428.

LEES R.. Análisis De Los Alimentos. Zaragoza. Ed. Acribia. 1995. p. 129

MÁRKUS Et al. Change in the carotenoid and antioxidant content of spice red pepper (páprika) as a function of Ripening and Some Technological Factors. En: J. Agric. Food Chem. 1999, 47, p. 100 – 107.

MCABE. SMITH. HARRIOT. Operaciones Unitarias en Ingeniería Química. 4ta ed. Mc Graw Hill.1991,p 1112.

MENDEZ. Formulación y Evaluación de Proyectos Enfoque para Emprendedores. 3 Ed. Bogota D. C. 2004.

MOTA M.. Et. Al. Selective Enzyme- Mediated Extraction of Capsaicinoids and Carotenoids from Chili Guajillo Puya (*Capsicum annuum* L.) Using Ethanol as Solvent. En: J. Agric. Food Chem, 2000, 48, p. 3063 – 3067.
MINGUEZ MOSQUERA and PEREZ GALVEZ. Colour Quality in Paprika Oleoresins. En: J. Agric. Food Chem. 1998, 46, p. 5124 – 5127.

MAFRAT P.; BELIARD E.. Ingeniería Industrial Alimentaria. Vol. II. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza.1994 p. 277.

MOLNAR Peter, et al. Carotenoid Composition in the Fruits of Red Paprika (*Capsicum annuum* var. *lycopersiciforme rubrum*) during ripening; Biosynthesis of Carotenoids in Red Paprika. En: J.Agric. Food Chem, 2001, 49, p. 1517 – 1523.

ORHAN, et al. A comparative study on the fatty acid contents of *Capsicum annuum* varieties, En: Biochemical Systematics and Ecology 30 (2002), p. 901 – 904.

PERVA, et al. Extraction of Chilli pepper (var. Byedige) with supercritical CO₂: Effect of Pressure and Temperature on Capsaicinoid and Colour Extraction Efficiency. En: Food Chemistry. 87 (2004), p. 51 –58.

PEREZ-GALVEZ Y MINGUEZ MOSQUERA. Structure – Reactivity Relationship in the Oxidation of Carotenoid Pigments of the Pepper (*capsicum annuum* L.). En: J. Agric. Food Chem, 2001, 49, p. 4864 – 4869.

PERRY. Manual del Ingeniero Químico. Vol I, III. 6ta Ed. Mc Graw Hill.

RAMESH, WOLF, JUNG. Influence of processing parameters on the drying of spice paprika. En: J. of Food Eng. 2001, p. 63-72.

ROA, OLIVEROS, RAMIREZ. Utilice la Energía Solar para Secar Correctamente el Café. Avances Técnicos Cenicafe. 281 (2000). p 1 – 4.

RUBIO Claudia. El vigorizante de la economía. En: El Tiempo, Santafé de Bogotá 26 de agosto de 2004; p 3 – 11

SANTAMARÍA R. I., et al. Selective Enzyme- Mediated Extraction of Capsaicinoids and Carotenoids from Chili Guajillo Puya (*Capsicum annum L.*) Using Ethanol as Solvent. En: J. Agric. Food Chem. 2000, 48, p. 3063 – 3067.

TUNDE – AKINTUNDE et. al. Influence of drying methods on drying of bell-pepper (*capsicum annum*). En: J. of Food Eng. 2005. 68, p. 439 – 442.

UQUICHE, DEL VALLE, ORTIZ. Supercritical Carbon Dioxide Extraction of Red Pepper (*Capsicum annum L.*) oleoresin. En: J. of Food Eng. 2004. 65, p. 55 – 66.

REFERENCIAS EN INTERNET

Disponible en Internet en: <http://www.juannavarro.com>

Disponible en Internet en: <http://www.paprimur.es>

Disponible en Internet en: <http://www.kalsec.com>

ANEXO

ANEXO A.
**Análisis Estadístico de el Porcentaje de
desperdicios en Pimentón (*Capsicum annuum*)**

ANEXO A. Análisis Estadístico de el Porcentaje de desperdicios en Pimentón (*Capsicum annuum*)

CUADRO 1: Datos de Desperdicios de Pimentón (*Capsicum annuum*) obtenido en el mercado local. 2005

No.	% de Pedúnculo y semillas.								
1	14,103	36	16,667	71	17,000	106	18,750	141	20,395
2	21,951	37	17,931	72	16,505	107	25,287	142	18,182
3	14,754	38	15,294	73	21,250	108	17,241	143	15,385
4	16,471	39	17,424	74	20,800	109	19,200	144	17,143
5	16,901	40	17,949	75	18,280	110	17,763	145	16,176
6	14,414	41	11,111	76	19,355	111	10,000	146	15,556
7	11,688	42	9,346	77	16,379	112	26,190	147	15,238
8	15,789	43	19,048	78	19,200	113	11,940	148	18,750
9	14,894	44	16,216	79	15,873	114	16,541	149	17,857
10	15,267	45	13,333	80	16,981	115	10,959	150	20,000
11	11,765	46	14,286	81	8,235	116	23,000	136	17,308
12	11,628	47	16,471	82	13,830	117	11,290	137	18,056
13	15,126	48	19,697	83	19,149	118	20,290	138	19,101
14	13,445	49	19,853	84	12,987	119	13,077	139	8,475
15	14,737	50	21,818	85	19,417	120	16,867	140	20,988
16	1,980	51	22,093	86	8,955	121	22,222	101	18,045
17	13,043	52	15,000	87	12,727	122	23,000	102	14,925
18	12,214	53	15,909	88	18,182	123	17,949	103	9,677
19	11,494	54	13,253	89	17,188	124	16,327	104	14,035
20	13,636	55	14,583	90	20,930	125	14,545	105	11,321
21	12,500	56	17,143	91	17,708	126	16,667	66	12,195
22	16,547	57	22,826	92	20,513	127	18,852	67	16,418
23	9,639	58	25,926	93	18,000	128	18,085	68	14,286
24	14,925	59	19,298	94	15,854	129	20,721	69	14,407
25	17,986	60	12,766	95	18,543	130	12,088	70	15,625
26	13,380	61	14,063	96	14,953	131	15,000	31	11,940
27	19,355	62	14,607	97	19,737	132	19,512	32	17,949
28	16,456	63	32,609	98	16,438	133	16,800	33	9,000
29	17,308	64	11,348	99	14,706	134	17,778	34	16,129
30	15,873	65	18,182	100	14,063	135	14,286	35	13,924

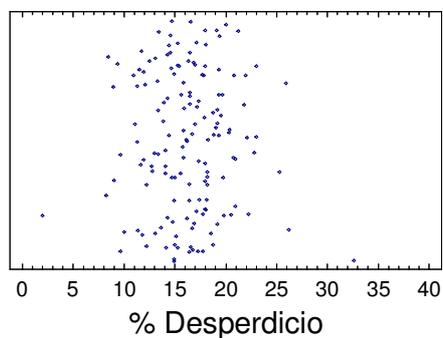
CUADRO 2: Datos Estadísticos de el Porcentaje de Desperdicios en el Pimentón (*Capsicum annuum*).

Tamaño de la Muestra (n)	150
Promedio	16.2651
Mediana	16.428
Desviación estándar	3.92702
Mínimo	1.98
Máximo	32.609
Rango	30.62

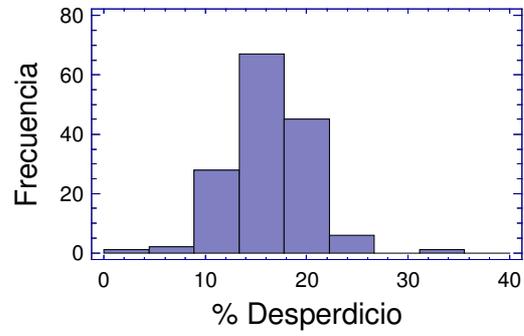
CUADRO 3 : Tabulación de Frecuencia de Porcentaje de Desperdicios en Pimentón

Clase	Limite Menor	Limite Mayor	Punto Medio	Frecuencia	Frec. Acum	Frec. Relat	Frec. Acum Relativa
Igual o menor		0	0	0	0	0	0
1	0	4,444	2,222	1	1	0,006667	0,006667
2	4,444	8,888	6,666	2	3	0,013333	0,020000
3	8,888	13,333	11,111	28	31	0,186667	0,206667
4	13,333	17,777	15,555	67	98	0,446667	0,653333
5	17,777	22,222	20,000	45	143	0,300000	0,953333
6	22,222	26,666	24,444	6	149	0,040000	0,993333
7	26,666	31,111	28,889	0	149	0,000000	0,993333
8	31,111	35,555	33,333	1	150	0,006667	1,000000
9	35,555	40	37,778	0	150	0,000000	1,000000
Mayor	40			0	150	0,000000	1,000000

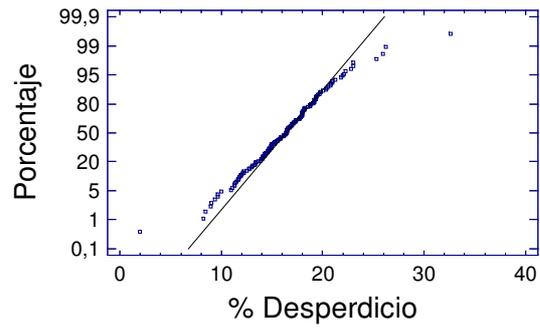
Diagrama de Dispersión



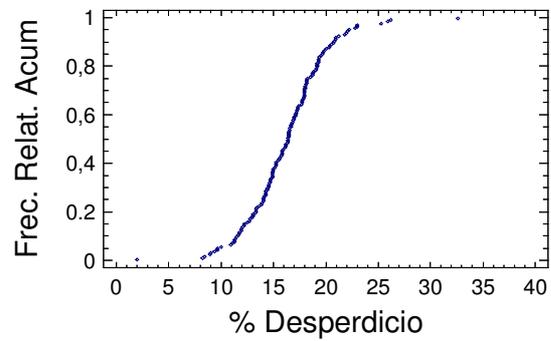
Histograma



Grafica de Probabilidad Normal



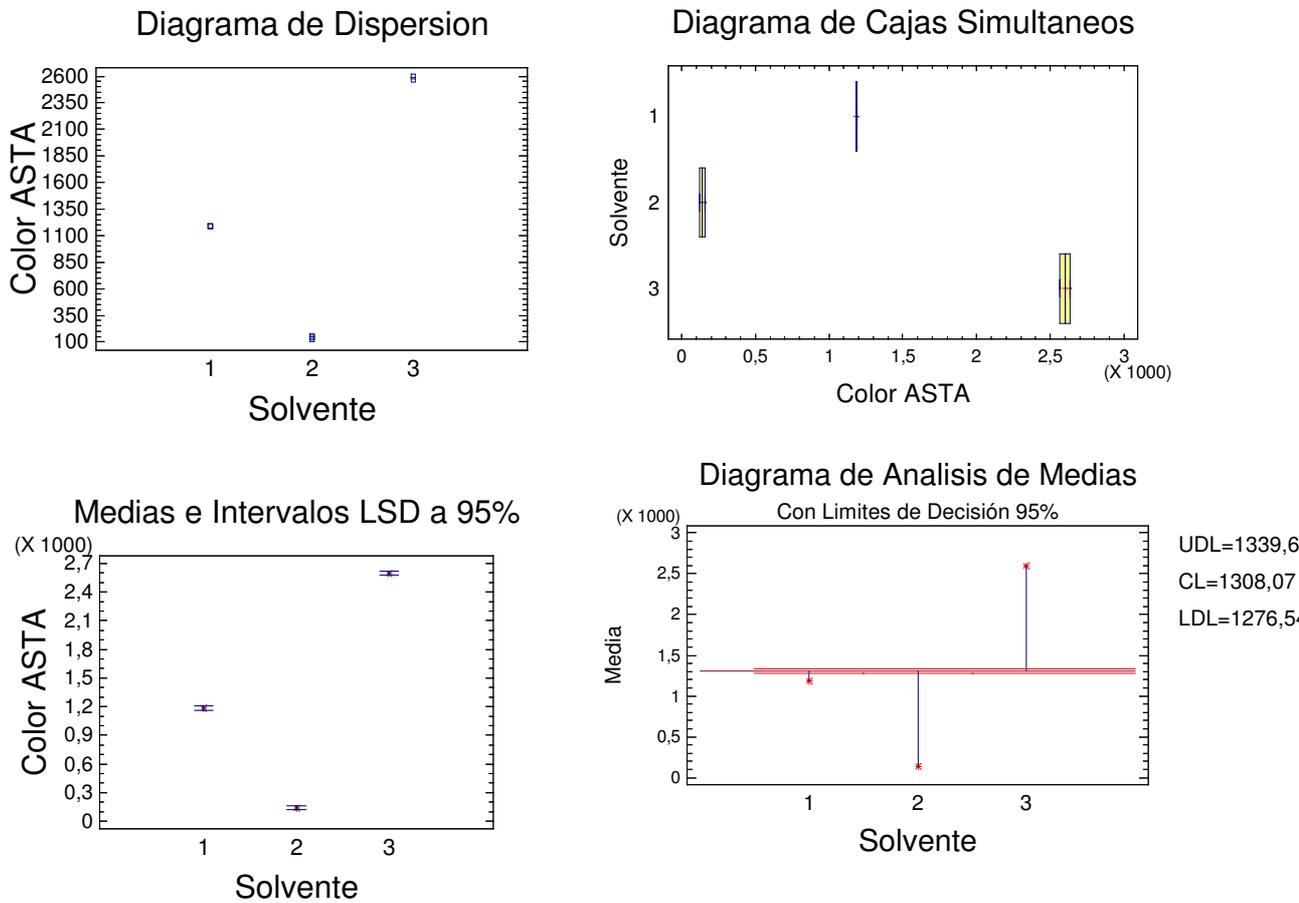
Ojiva



ANEXO B.
**Análisis Estadístico de Diseño Completamente al
Azar Según el Tipo de Disolvente en la Extracción
de Oleorresina de Pimentón (*Capsicum annum*)**

**ANEXO B. Análisis Estadístico de Diseño Completamente al Azar
Según el Tipo de Disolvente en la Extracción de Oleorresina de
Pimentón (*Capsicum annuum*).**

GRAFICAS DEL ANÁLISIS ESTADISTICO DE COLOR ASTA

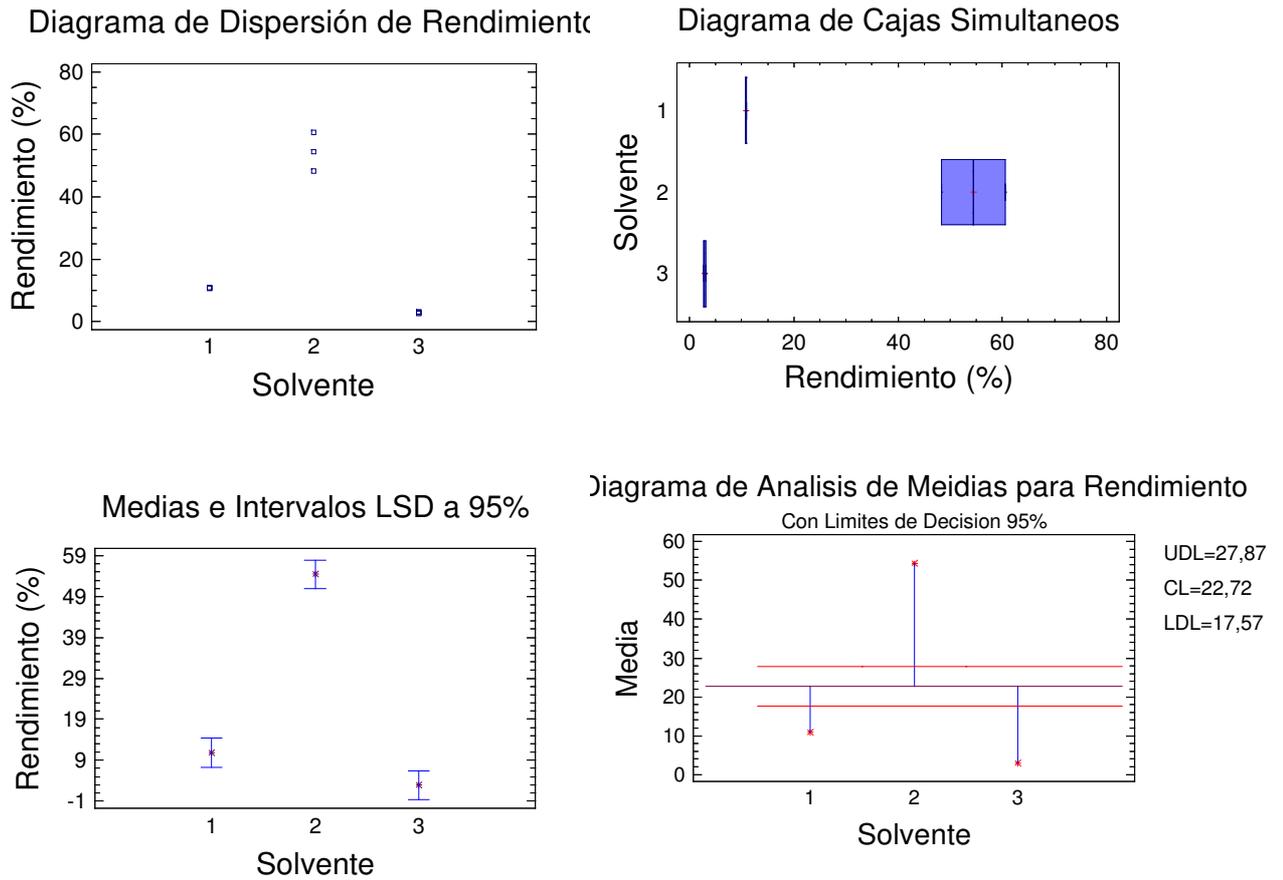


**CUADRO 1: Prueba de Rango Múltiple método
LSD 95% para Color ASTA**

Contraste		Diferencia	./+- Limite
1 - 2	*	1044,72	43,4066
1 - 3	*	-1413,41	43,4066
2 - 3	*	-2458,13	43,4066

* Existe diferencia significativa

GRAFICAS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RENDIMIENTO



CUADRO 2: Prueba de Rango Múltiple método LSD 95% para Rendimiento

Contraste		Diferencia	./- Limite
1 - 2	*	-43,6213	7,09168
1 - 3	*	7,9643	7,09168
2 - 3	*	51,5857	7,09168

* Existe diferencia significativa

ANEXO C.
Esquemas Secador Solar

ANEXO C. Esquemas Secador Solar

FIGURA 1: Apariencia del secador Solar



ANEXO D.
Esquema del extractor de oleorresina.

ANEXO E.
Diseño y Distribución de Planta

ANEXO F:
Diagrama de Planta de Tratamiento
de Aguas Residuales

**ANEXO G:
Determinación de Color ASTA (American
Spice Trade Association) Norma 20.1**

ANEXO G: Determinación de Color ASTA (American Spice Trade Association) Norma 20.1

Evaluar el color conforme al siguiente procedimiento:

- Materiales y reactivos:
 - Espectrofotómetro, capaz de medir exactamente la absorbancia a 460 nm
 - Celdillas de absorción cuadradas de 1 cm con tapón
 - Matraces volumétricos con tapón de vidrio esmerilado
 - Pipetas de vidrio de 10 ml
 - Papel glassine
 - Papel filtro Whatman No. 40 o equivalente
 - Acetona grado reactivo
 - Cristales de sulfato de amonio y cobalto
 - Dicromato de potasio grado reactivo

El sulfato de amonio y cobalto debe secarse por una semana en un desecador conteniendo sulfato de calcio anhidro. No es necesario un tratamiento preliminar para el dicromato de potasio.

Solución estándar de color: 0,3005 g/l de dicromato de potasio, más 34,96 g/l de cristales de sulfato de amonio y cobalto en una solución de H₂SO₄ 1,8 M. La absorbancia de esta solución en una celdilla de 1 cm a 460 nm podría ser 0,600.

- Procedimiento:

Pesar exactamente una muestra de 50 a 80 mg en un matraz volumétrico de 100 ml y llevar al volumen con acetona. Hacer la extracción en un tiempo mínimo de

15 minutos, agitando ocasionalmente. Con una pipeta de 10 ml, transferir 10 ml del extracto en otro matraz volumétrico de 100 ml y llevar al volumen con acetona. Filtrar el extracto diluido usando papel Whatman No. 40; desechar 10 a 15 ml del primer filtrado. Decantar una porción del filtrado en una celdilla y medir la absorbancia a 460 nm, usando acetona como blanco.

Determinar la absorbancia de la solución estándar de color a 460 nm.
Cálculos:

$$C = \frac{A \times 164 \times l_f}{W}$$

donde:

C = Valor de color extraído ASTA.

A = Absorbancia de extracto de acetona a 460 nm.

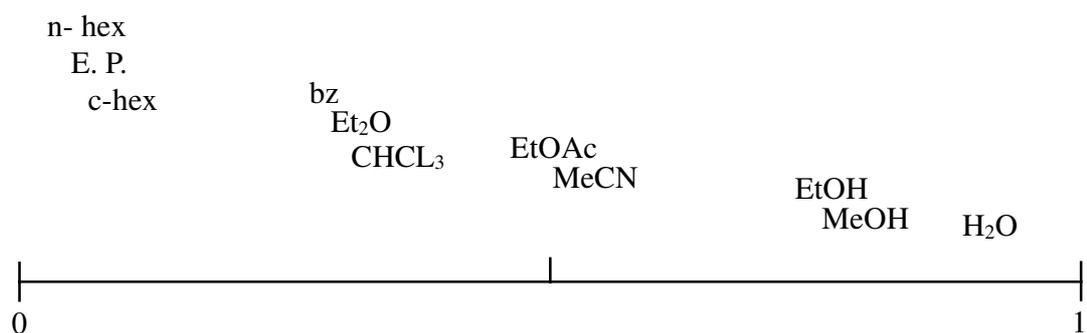
W = peso de la muestra en g.

l_f = 0,600/As longitud de la celda y factor de corrección del instrumento.

As = Absorbancia de la solución estándar de color.

**ANEXO H:
Polaridad de Algunos Solventes**

ANEXO H: Polaridad de Algunos Solventes



FUENTE: Recursos Botánicos con Potencial Biocida: Conceptos Básicos y Métodos de Análisis. Reinhart Hoss. Lima 1999. Pág 19.