



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

DISEÑO DE UNA PLANTA AGROINDUSTRIAL PARA LA EXTRACCIÓN DE
ACEITE DE PALMISTE EN LA EMPRESA NOVAPALM S.A

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos
para optar por el título de Ingeniera Agroindustrial y de Alimentos

Profesor Guía

Ing. Elizabeth Mosquera

Autora

Paola Cristina Jaramillo Añazco

Año

2013

DECLARACION DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con la estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

.....

Elizabeth Mosquera

Ing. Agropecuaria.

1715044192

DECLARACIÓN DE AUDITORIA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

.....

Paola Cristina Jaramillo Añezco

1717528838-8

AGRADECIMIENTO

A Dios por bendecirme con la salud, sabiduría, humildad y fortaleza para culminar con esta etapa de mi vida.

A mis papas Luis y Judith por esta siempre a mi lado, por forjar en mí valores de amor, honestidad y humildad

A mis hermanos Fernando y Santiago, por su apoyo y por ser un ejemplo a seguir.

A la empresa Novapalm por la ayuda prestada para desarrollo del proyecto de titulación.

A mis profesores de toda la carrera especialmente Elizabeth Mosquera, por contribuir con mi educación no sólo profesional, sino también en lo personal.

A mis mejores amigos, Mona, Pelu, tocaya, Rami, Angelito, Gasper y mis Dokeys por su amistad incondicional, y por todas las experiencias compartidas en la universidad.

DEDICATORIA

Este proyecto de titulación, fruto de mi esfuerzo y trabajo constante, se lo dedico a Dios, por darme su infinita bondad y amor para lograr este objetivo.

A mi papas por enseñarme a ser paciente, perseverante, a dar pasos fijos y a luchar contra la adversidad para alcanzar mis metas.

RESUMEN

El desarrollo del diseño de una planta agroindustrial para la extracción de aceite de palmiste en la empresa Novapalm, ubicada en el recinto Matamba, cantón La Concordia, tiene como actividad fundamental la producción de aceite de palma, y con proyección a cerrar su ciclo productivo. Para transparentar el propósito, se instala una extractora de aceite de palmiste con tecnología moderna, con el fin de obtener mayor rendimiento en el proceso de extracción de aceite, cumpliendo con normas establecidas a nivel nacional para su comercialización en el mercado. En el desarrollo del trabajo se detallan las cualidades del producto, la cantidad de materia prima procesada, los volúmenes de comercialización, el precio y la promoción del aceite. Mediante el estudio mercado se concluye que la demanda de aceite de palmiste es continua dada su excelente calidad físico-química. Una vez obtenida la capacidad de la planta, se procede al desarrollo del estudio técnico que representa un desempeño satisfactorio para diseñar la planta que cumple con las normas nacionales establecidas para la obtención de un producto inocuo de uso industrial garantizando a la vez, la seguridad de los trabajadores. Mediante la elaboración de un experimento, donde se evaluaron los factores de temperatura, humedad e impurezas, los cuales afectan la acidez del aceite de palma y palmiste, misma que disminuye la calidad de estos productos, se alcanzó los valores más adecuados de los factores citados para obtener un producto inocuo y de alta calidad. Finalmente, se realiza un estudio financiero, que tiene como inversión inicial 2901168,82 dólares, la cual es financiada a través de un fideicomiso con el BIESS; este estudio de factibilidad se realiza para un periodo de diez años, tiempo en el cual se espera obtener una TIR del 51,56%, un VAN de 7382808,6 dólares y una relación costo beneficio del 3,54% lo que hace de propuesta una oportunidad viable, tanto como atractiva.

ABSTRACT

The development of agroindustrial plant design for the extraction of palm kernel oil in Novapalm company, located on the grounds Matamba, canton La Concordia, has as main activity the production of palm oil, and projection to close its production cycle. For transparency purposes, it installs a kernel oil extractor with modern technology in order to gain more throughput in the oil extraction process, complying with national standards set for commercialization in the market. In the development of the work describes the qualities of the product, the amount of raw material processed, trading volumes, price and promotion of the oil. By studying market demand is concluded that palm kernel oil is continuously given its excellent physical and chemical quality. Once the capacity of the plant is necessary to study technical development that represents a satisfactory performance for the plant design that meets national standards set for obtaining a product safe for industrial use while ensuring the safety of workers. By developing an experiment where we evaluated the factors of temperature, humidity and impurities, which affect the acidity of palm oil and palm kernel, it decreases the quality of these products reached more appropriate values of the factors cited to obtain a safe and high quality. Finally, we performed a financial study, whose initial investment \$ 2 901 168,82, which is funded through a trust with BIESS, this feasibility study is performed for a period of ten years, during which it is expected obtain an IRR of 51,56%, a NPV of \$ 7 382 808,6 and benefit cost 3,54% proposal which makes a viable opportunity, both as attractive.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. Marco teórico.....	4
1.1. Generalidades.....	4
1.1.1. Clasificación biológica de la palma africana <i>Elaeis guineensis</i> , Jacq.....	4
1.1.2. Descripción botánica	4
1.1.3. Agroecología.....	9
1.1.4. Labores culturales	10
1.2. Zonas de producción.....	23
1.2.1. Zonas de producción en el Mundo.....	23
1.2.2. Zonas de producción en Ecuador.....	24
1.3. Importancia económica del aceite de palmiste	25
1.3.1. Exportaciones mundiales de aceite de palmiste	25
1.3.2. Importaciones mundiales de aceite de palmiste	26
1.3.3. Exportaciones en Latinoamérica de aceite de palmiste	28
1.3.4. Importaciones en Latinoamérica de aceite de palmiste	29
1.3.5. Producción de aceite de palma y palmiste en Ecuador	29
1.3.6. Exportaciones e Importaciones de palma africana y sus derivados en Ecuador	30
1.3.7. Destino de la nuez y almendra producida en el Ecuador.....	31
1.3.8. Destino del aceite de palmiste producido en Ecuador	31
1.3.9. Importaciones de aceite de almendra o palmiste y sus fracciones realizadas por el Ecuador.....	32
1.4. Agroindustria del palmiste.....	33
1.4.1. Formación del aceite de almendra.....	33
1.4.2. Composición de la almendra	33
1.4.3. Características y composición química del aceite de palmiste	34
1.4.4. Usos del aceite palmiste.....	34
1.5. Descripción del aceite de palmiste según la normativa	35
1.5.1. Normativa nacional	35

1.5.2. Normativa internacional	35
2. Estudio de mercado	36
2.1. Antecedentes del sector oleaginoso del Ecuador	37
2.1.1. Cadena de valor del aceite de palma y palmiste	37
2.2. Estructura del mercado	38
2.2.1. Análisis histórico	39
2.3. Investigación del mercado	41
2.3.1. Planeación	41
2.3.2. Preparación	43
2.3.3. Investigación de campo	46
2.3.4. Análisis de la demanda	56
2.3.5. Análisis de la oferta	57
2.3.6. Análisis de oferta-demanda	58
2.4. Análisis de las 5 fuerzas de Porter	59
2.4.1. Principales competidores	59
2.4.2. Productos sustitutos	60
2.4.3. Negociación con proveedores	60
2.4.4. Negociación con clientes	60
2.4.5. Rivalidad entre competidores	61
2.5. Estrategia de Marketing y comercialización	61
2.5.1. Producto	61
2.5.2. Precio	62
2.5.3. Plaza	62
2.5.4. Promoción	63
2.6. Análisis FODA	63
2.6.1. Fortalezas	64
2.6.3. Oportunidades	64
2.6.4. Amenazas	64
3. Estudio técnico	66
3.1. Materia prima	66
3.1.1. Directa	66

3.1.2.	Indirecta.....	67
3.2.	Diseño del producto.....	69
3.2.1.	Levantamiento del proceso.....	69
3.2.2.	Diagrama de producción de aceite de palmiste.....	70
3.2.3.	Descripción del Proceso para extracción mecánica de aceite de palmiste.....	70
3.2.4.	Control de calidad del proceso.....	81
3.2.5.	Control de calidad del aceite de palmiste.....	85
3.3.	Balance de masa para la producción de aceite de palmiste.....	88
3.3.1.	RMP, desfibrado y pulido.....	89
3.3.2.	Secado, clasificado y quebrado.....	89
3.3.3.	Recuperado fase seca, húmeda y secado.....	90
3.3.4.	Prensado.....	90
3.3.5.	Decantado y filtrado.....	91
3.3.6.	Molido de la torta.....	91
3.4.	Análisis organizacional de la empresa.....	92
3.4.1.	Descripción de la empresa.....	92
3.4.2.	Estructura administrativa.....	92
3.5.	Diseño de planta.....	94
3.5.1.	Localización de la planta.....	94
3.5.2.	Capacidad de la planta.....	95
3.5.3.	Requerimientos de maquinaria y equipos.....	96
3.5.4.	Requerimientos de BPM de la planta extractora.....	103
3.5.5.	Flujos de la planta.....	110
4.	DISEÑO EXPERIMENTAL	112
4.1.	Descripción del diseño.....	112
4.2.	Objetivos.....	113
4.2.1.	Objetivo general.....	113
4.2.2.	Objetivos específicos.....	114

4.3.	Desarrollo del diseño experimental para el aceite de palmiste.....	114
4.3.1.	Factores.....	114
4.3.2.	Descripción del modelo	115
4.3.3.	Representación geométrica	115
4.3.4.	Plan de experimentación	116
4.3.5.	Hipótesis de interés	117
4.3.6.	Análisis del diseño factorial	117
4.3.7.	Interpretación y conclusiones	121
4.3.8.	Comparación o pruebas de rango múltiple	121
4.3.9.	Prueba de Shapiro-Wilks para normalidad	123
4.3.10.	Gráfica de normalidad en papel ordinario y normal	125
4.4.	Desarrollo del diseño experimental para el aceite de palma	127
4.4.1.	Factores.....	127
4.4.2.	Descripción del modelo	128
4.4.3.	Representación geométrica	128
4.4.4.	Plan de experimentación	129
4.4.5.	Hipótesis de interés	130
4.4.6.	Análisis del diseño factorial	130
4.4.7.	Interpretación y conclusiones	133
4.4.8.	Comparación de parejas de medias en los tratamientos	134
4.4.9.	Prueba de Shapiro-Wilks para normalidad	135
4.4.10.	Gráfica de normalidad en papel ordinario y normal	136
5.	ESTUDIO FINANCIERO.....	139
5.1.	Plan de Inversiones	139
5.1.1.	Inversión de la palmistera	140
5.2.	Programa de producción y ventas.....	145
5.3	Capacidad instalada.....	147
5.3.	Costos y gastos	147
5.3.1.	Costos directos	148

5.4.	Financiamiento.....	153
5.5.	Utilidades.....	154
5.6.	Estado de pérdidas y ganancias.....	155
5.7.	Flujo de caja	157
5.8.	Balance General.....	160
5.9.	Indicadores Financieros.....	162
5.9.1.	Valor actual neto.....	162
5.9.2.	Tasa interna de retorno	163
5.10.	Punto de equilibrio	165
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	166
6.1.	Conclusiones.....	166
6.2.	Recomendaciones	168
7.	REFERENCIAS	170

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación biológica	4
Tabla 2. Clasificación morfológica de fruto.....	7
Tabla 3. Variedad de cruces genéticos de la palma de aceite	8
Tabla 4. Dosis de elementos recomendados par fertilización del vivero	14
Tabla 5. Plagas más importantes del vivero.....	14
Tabla 6. Enfermedades importantes en el vivero	15
Tabla 7. Dosis de elementos recomendados para aplicar en suelos	19
Tabla 8. Dosis de elementos recomendados para aplicación foliar.....	19
Tabla 9. Plagas más importantes en el cultivo de palma africana.....	20
Tabla 10. Enfermedades importantes de la palma africana	20
Tabla 11. Exportaciones mundiales de palma y sus derivados.....	25
Tabla 12. Importaciones Mundiales de palma y sus derivados	27
Tabla 13. Exportaciones en Latinoamérica de palma y sus derivados.....	28
Tabla 14. Importaciones en Latinoamérica de aceite de palma y sus derivados..	29
Tabla 15. Exportaciones de aceite de palmiste	30
Tabla 16. Destino de nuez y almendra de palma	31
Tabla 17. Destino de aceite del aceite de palmiste	32
Tabla 18. Origen de las importaciones de aceite de palmiste	32
Tabla 19. Composición promedio de la almendra	33
Tabla 20. Contenido del aceite de palmiste	34
Tabla 21. Matriz de preguntas.....	45
Tabla 22. Características físico químicas	47
Tabla 23. Proveedores de aceite.....	48
Tabla 24. Materia prima procesada.....	49
Tabla 25. Porcentaje extracción aceite	50
Tabla 26. Cantidad de aceite de palmiste en el mercado.....	51
Tabla 27. Compradores de aceite	52
Tabla 28. Futuro del aceite de palmiste	53
Tabla 29. Demanda nacional e internacional	54

Tabla 30. Competidores	55
Tabla 31. Producción de aceite de palmiste.....	58
Tabla 32. Precios del aceite de palma y sus derivados.....	62
Tabla 33. Especificaciones de la grasa de palmiste.....	85
Tabla 34. Parámetros de calidad del aceite de palmiste.....	85
Tabla 35. Contenido de la torta tipo expeler.....	86
Tabla 36. Requerimiento de maquinaria	98
Tabla 37. Colores de las tuberías.....	105
Tabla 38. Factores y niveles.....	115
Tabla 39. Plan de experimentos.....	116
Tabla 40. Hipótesis de interés	117
Tabla 41. Tabla de signos	118
Tabla 42. Observaciones de la acidez	118
Tabla 43. Cálculo de contraste.....	119
Tabla 44. Cálculo de efectos.....	120
Tabla 45. Tabla ANOVA.....	121
Tabla 46. Cálculo del método LCD.....	122
Tabla 47. Cálculos para realizar Shapiro-Wilks.....	124
Tabla 48. Cálculos para realizar las gráficas de probabilidad normal	125
Tabla 49. Factores y niveles.....	128
Tabla 50. Plan de experimentos.....	129
Tabla 51. Hipótesis de interés	130
Tabla 52. Tabla de signos	131
Tabla 53. Observaciones de acidez	131
Tabla 54. Cálculo de contrastes	132
Tabla 55. Cálculo de efectos	132
Tabla 56. Calculo de suma de cuadrados	133
Tabla 57. Tabla ANOVA.....	133
Tabla 58. Prueba LSD	134
Tabla 59. Cálculos para realizar Shapiro-Wilks.....	135
Tabla 60. Cálculos para realizar las gráficas de probabilidad normal	136

Tabla 61. Monto total de la inversión.....	139
Tabla 62. Costos de maquinaria.....	140
Tabla 63. Costos de muebles y enseres	142
Tabla 64. Costos equipos de computación	143
Tabla 65. Costos de seguridad, BPM.....	143
Tabla 66. Costo de Vehículos, camiones y maquinaria pesada	144
Tabla 67. Ventas del proyecto.....	146
Tabla 68. Capacidad de la planta.....	147
Tabla 69. Costos materia prima	148
Tabla 70. Materiales Indirectos	148
Tabla 71. Mano de obra directa.....	149
Tabla 72. Mano de obra personal administrativo.....	149
Tabla 73. Costo de servicios y suministros	150
Tabla 74. Vida útil, mantenimiento y seguros.....	150
Tabla 75. Costos de depreciaciones y seguros.....	151
Tabla 76. Resumen de costos y gastos	152
Tabla 77. Participación en fideicomiso	153
Tabla 78. Distribución de Utilidades	154
Tabla 79. Estado de pérdidas y ganancias	156
Tabla 80. Flujo de caja	158
Tabla 81. Balance general.....	160
Tabla 82. Cálculo del VAN	163
Tabla 83. Cálculo de la TIRF.....	164
Tabla 84. TIR inversionista.....	164

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Morfología de los frutos.....	6
<i>Figura 2.</i> Ciclo del cultivo.	10
<i>Figura 3.</i> Fruto de la palma africana.....	21
<i>Figura 4.</i> Zonas de producción de la palma.	23
<i>Figura 5.</i> Zonas de producción de la palma.	24
<i>Figura 6.</i> Participación en las exportaciones (2010).....	26
<i>Figura 7.</i> Importaciones mundiales, de palma y sus derivados.	27
<i>Figura 8.</i> Estudio de mercado del aceite de palmiste.	36
<i>Figura 9.</i> Cadena de valor de la palma de aceite.	38
<i>Figura 10.</i> Pasos para el desarrollo del proyecto de investigación.....	41
<i>Figura 11.</i> Proveedores de aceite.	48
<i>Figura 12.</i> Materia prima procesada.....	50
<i>Figura 13.</i> Porcentaje de extracción.....	51
<i>Figura 14.</i> Mercado interno y externo.....	52
<i>Figura 15.</i> Compradores de aceite.	53
<i>Figura 16.</i> Futuro del aceite de palma.....	54
<i>Figura 17.</i> Demanda interna y externa.	55
<i>Figura 18.</i> 5 Fuerzas de Porter.....	59
<i>Figura 19.</i> Cadena de comercialización del aceite de palmiste.....	63
<i>Figura 20.</i> Palmiste.	66
<i>Figura 21.</i> Palmiste	67
<i>Figura 22.</i> Levantamiento del proceso	69
<i>Figura 23.</i> Diagrama de producción	70
<i>Figura 24.</i> Recepción de materia prima.	71
<i>Figura 25.</i> Desfibrado de nueces	72
<i>Figura 26.</i> Pulido de nueces.....	72
<i>Figura 27.</i> Clasificado de nueces	73
<i>Figura 28.</i> Clasificador de nueces 1, 2 y 3	74
<i>Figura 29.</i> Rompedora de nueces	74

Figura 30. Recuperado de almendra fase seca.....	75
Figura 31. Recuperado de almendra fase húmeda	76
Figura 32. Silo secado fase húmeda y seca.....	76
Figura 33. Prensado de almendras.	77
Figura 34. Decantado de aceite.	78
Figura 35. Filtro de prensa	79
Figura 36. Aceite filtrado.	79
Figura 37. Almacenado del aceite.....	80
Figura 38. Molido y ensacado de torta de palmiste.	80
Figura 39. Balance de masa para la extracción de aceite de palmiste.....	88
Figura 40. Balance de masa RMP, desfibrado y pulido.....	89
Figura 41. Balance de masa secado, clasificado y quebrado.....	89
Figura 42. Balance de masa recuperado fase seca, húmeda y secado	90
Figura 43. Balance de masa prensado.....	90
Figura 44. Balance de masa decantado y filtrado.	91
Figura 45. Balance de masa molido, ensacado y almacenado.	91
Figura 46. Estructura administrativa de la extractora.	92
Figura 47. Zonas sanitarias.....	109
Figura 48. Flujo de procesos.....	110
Figura 49. Flujo de personal.....	111
Figura 50. Representación geométrica.	116
Figura 51. Gráfica en papel ordinario	126
Figura 52. Gráfica en papel normal	127
Figura 53. Representación geométrica	129
Figura 54. Gráfica en papel ordinario.....	137
Figura 55. Gráfica en papel normal.....	138

INTRODUCCIÓN

La palma de aceite es una planta tropical propia de climas cálidos, su origen se ubica en el golfo de Guinea, África occidental, de ahí su nombre científico *Elaeis guineensis*, Jacq. El cultivo de palma africana se ha extendido rápidamente, es así como actualmente existen ocho millones de hectáreas plantadas en el mundo. En la última década, desde que el aceite de palma y palmiste se empezaron a utilizar como materia prima para la fabricación de productos comestibles e industriales, su demanda ha aumentado constantemente. Los rendimientos elevados y crecientes de la palma han contribuido al desarrollo de una industria mundial que se expande rápidamente en áreas tropicales de Asia, África y América. Sin embargo, las regiones más productivas en la actualidad están en Malasia e Indonesia que suministran la mayor parte de aceite que entra en el comercio internacional. La expansión comercial en Ecuador se inició a partir del 1965 con 1 000 hectáreas sembradas en la provincia de Esmeraldas. Actualmente, hay cerca de 230 000 hectáreas de palma aceitera, de ellas, 200 000 están activa; se estima que la producción anual de aceite crudo bordea las 450 000 toneladas. Las zonas de mayor cultivo palma de aceite son Esmeraldas, Los Ríos, Pichincha, Santo Domingo, Sucumbíos y Orellana. El rápido crecimiento de la oleaginosa ha generado un fuerte impacto socio-económico en el país al crear 60 000 plazas de trabajo directas en la actividad agrícola e industrial y 30 000 indirectas en las actividades de transporte de fruta y aceite, venta insumos y varios negocios relacionados con el sector, evidenciándose el aporte e influencia de este cultivo en el desarrollo del país. Por otro lado, el aceite de palma constituye una importante fuente potencial como bio-combustible limpio y renovable. El aceite rojo de palma se extrae del mesocarpio o pulpa y la grasa de palmiste se obtiene de la almendra o semilla del fruto de la palma. La composición química difiere en ambos subproductos, en el aceite de palma predominan los ácidos grasos insaturados y en la grasa de almendra ácidos grasos saturados. En la década de los ochenta, el proceso de separar la almendra de la nuez era rudimentario, había que retirar las nueces de la fibra, después se sometían las

nueces al secado. Mediante un proceso de trituración mecánica se quebraban las nueces, como resultado de esto se obtenía una mezcla de almendras y fragmentos de cuesco. Para la separación de los cuescos y almendras se realizaba una suspensión de arcilla o sal en tinajas, los cuescos se iban al fondo por ser más pesados mientras que las almendras por ser de menor densidad flotaban y eran recuperadas con mallas, para luego ser secadas al aire libre o con aire caliente, terminado este proceso de secado se clasificaba, se ensacaba y se almacenaba; de esta manera se comercializaba la almendra. Ahora este proceso ha sido remplazado por modernas plantas de recuperación de almendra de palma y extractoras de aceite de palma.

En el CAPITULO I. Marco Teórico, Figuran aspectos en cuanto a la importancia del cultivo de palma africana, así como la descripción biológica, botánica, clasificación, variedades genéticas de la palma, agroecología, labores culturales del cultivo; se recalcan las zonas de alta producción, la importancia económica del aceite, la agroindustria del palmiste y finalmente la descripción del aceite según la normativa.

En el CAPITULO II. Estudio de Mercado, se desarrolla el análisis de la oferta y demanda del aceite, se realiza una investigación del mercado a las principales empresas dedicadas al negocio del aceite de palmiste y a los clientes potenciales del aceite. Se elaborará el análisis de las cinco fuerzas de Porter y análisis FODA. Finalmente, se establecerán estrategias de marketing y comercialización.

En el CAPITULO III. Estudio técnico, se describe la materia prima directa e indirecta, se lleva a cabo el levantamiento del proceso y caracterización del mismo. Se establece los controles de calidad de cada uno de los procesos, de la materia prima y del producto final. También se calculan los balances de masa y se diseña la planta de acuerdo a los parámetros establecidos.

En el CAPITULO IV. Diseño experimental, se realiza un experimento para evaluar la calidad del aceite de palma y palmiste, utilizando el diseño factorial 2k con cada una de sus etapas.

En el CAPITULO V. Análisis financiero, se analiza la rentabilidad del proyecto mediante la elaboración del plan de inversiones, estado de pérdidas y ganancias, balance general, flujo de caja y el cálculo de índices financieros.

En el CAPITULO VI. Conclusiones y Recomendaciones, de acuerdo con los objetivos planteados y al desarrollo de cada uno de los capítulos se concluye el trabajo de titulación y también se proponen las recomendaciones adecuadas para un buen desarrollo del trabajo.

Objetivo general

- Diseñar una planta procesadora de aceite de palmiste para cerrar el ciclo de extracción en la empresa Novapalm S.A. ubicada en el Recinto Matamba, cantón la Concordia.

Objetivos específicos

- Analizar mediante un sondeo de mercado la demanda del aceite de palmiste.
- Levantar los procesos necesarios de la planta para la extracción del aceite de palmiste.
- Evaluar la calidad del aceite de palmiste mediante análisis de laboratorio.
- Elaborar un diseño experimental que sirva para la evaluación del aceite rojo de palma y del aceite de palmiste.
- Establecer mediante un análisis financiero la rentabilidad del proyecto.

CAPÍTULO I

1. Marco teórico

1.1. Generalidades

1.1.1. Clasificación biológica de la palma africana *Elaeis guineensis*, Jacq

Se caracteriza por tener dieciséis pares de cromosomas, es una planta monocotiledónea, es decir que su semilla tiene un solo cotiledón o almendra, pertenece al orden de las *Arecales* y a la familia *Arecaceae*; por tener flores femeninas y masculinas que se producen independientemente en la misma planta, se la denomina alógama pues su polinización es cruzada. En la Tabla 1 se describe su la clasificación biológica.

Tabla 1. Clasificación biológica

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Arecales
Familia	Arecaceae
Género	<i>Elaeis</i>
Especie	<i>E. guineensis</i> Jacq.

Tomado de Corley y Tinker, 2009, p 29.

1.1.2. Descripción botánica

La palma aceitera está rodeada de flores masculinas y femeninas, de colores llamativos de las cuales nacen abundantes frutos ovoides, alargados o esféricos que forman racimos que pesan de diez a cuarenta kilogramos. Los frutos previamente a su color rojizo, son de color violeta, en su interior se

encuentra una semilla o almendra llamada palmiste, posee un endocarpio leñoso rodeado de una pulpa carnososa.

Tanto la pulpa carnososa como la semilla son las que proporcionan dos clases de aceite. En cuanto al tallo, también se lo conoce como estipe de la reina de las oleaginosas, el cual es derecho con una forma de cono invertido cuando es joven, es áspero y cuando llega a la vejez muestra cicatrices cerca de las cuarenta hojas. Las hojas de una palma de edad mediana toman una posición paralela al suelo, llegando así a los tres y siete metros, cada hoja posee alrededor de doscientos cincuenta folíolos no alineados. Cada una de sus partes se describe a continuación:

- **Las raíces**

El sistema radicular se origina del bulbo de la base del tallo, la mayoría son horizontales, profundizadas en el suelo a cincuenta metros

- **El tallo**

Se desarrolla a los tres o cuatro años de sembrada la planta, están formados de haces vasculares llamados xilema y floema, y pueden crecer hasta treinta metros de largo.

- **Hojas**

Tienen una longitud aproximada de siete metros, con cien a ciento veinte pares de folíolos dispuestos en dos planos. Poseen un peciolo grueso que tiene uno punto cinco metros de longitud, las hojas permanecen adheridas al tronco durante doce años de su vida, tiene espinas en sus bordes y son fibrosas.

- **Inflorescencia**

Por ser una planta monoica, produce flores masculinas y femeninas, son apéndices formados en el pedúnculo y en la parte central un raquis ramificado.

- **Fruto**

Drupa ovoide, que posee un color rojo con amarillo, pesan aproximadamente diez gramos con cinco centímetros de largo. Están formados por estigmas en su extremo, exocarpio, mesocarpio o pulpa, endocarpio o cuesco, endospermo o almendra y embrión.

1.1.2.1. Clasificación morfológica

Como se puede observar en la Figura 1, la palma de aceite es una oleaginosa monocotiledónea y perenne, su clasificación depende principalmente de la composición del fruto. La única forma de saber si la palma es dura, pisífera o tenera es mediante sus frutos.

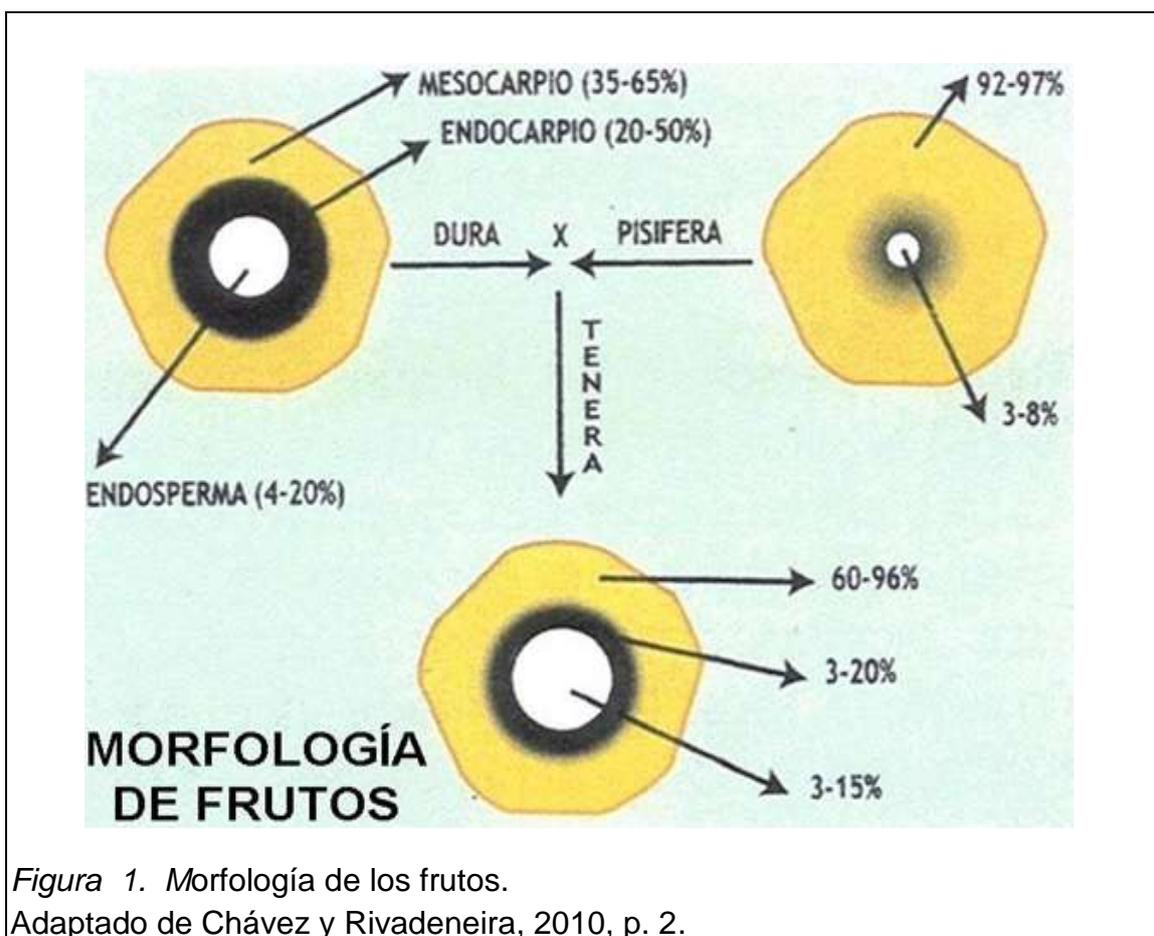


Figura 1. Morfología de los frutos.

Adaptado de Chávez y Rivadeneira, 2010, p. 2.

Tabla 2. Clasificación morfológica de fruto

Tipo de fruto	Característica	% Mesocarpio	% Endocarpio	% Endospermo
Dura	bajo contenido de aceite rojo, alto contenido de aceite de palmiste	35 a 65	20 a 50	4 a 20
Pisífera	Alto contenido de aceite rojo, bajo contenido de aceite de palmiste	92 a 97	No tiene	3 a 8
Tenera	Alto contenido de aceite rojo, alto contenido de aceite de palmiste.	60 a 96	3 a 20	3 a 15

Tomado de Corley y Tinker, 2009, p. 30

1.1.2.2. Variedades genéticas de palma

El éxito de la producción y mejora de la palma africana es aumentar al máximo el rendimiento del aceite de palma como la almendra y aceite de almendra. Entre los objetivos de los cruzamientos también se pueden incluir reducir la altura de la planta para facilitar la cosecha y tolerancia a las plagas, enfermedades y otras limitaciones. La historia del mejoramiento de la palma africana y los orígenes de las principales poblaciones de reproducción y mejora de la planta, fueron a inicios del siglo veinte. Una característica digna de atención es el pequeño número de palmas ancestrales en algunas poblaciones, esto significa que la variación era limitada, sin embargo en la actualidad se ha buscado nuevos materiales en los palmares silvestres para aumentar la diversidad genética, como podemos observar en la Tabla 3, los cruces más importantes son:

Tabla 3. Variedad de cruces genéticos de la palma de aceite

Características	Deli x Ghana (Premium)	Deli x Nigeria (Premium)	Deli x la Mé (Estándar)	Deli x Compacta (Premium)	Amazon (oleífera x compacta)	Brunca (oleífera x guineensis)
Crecimiento de tallo: 	Lento a moderado de 50 a 60 cm/año	Moderando a lento 50-55cm/ año.	Moderado a lento 50-55 cm/año	Lento de 45 50 cm/año	Lento menor a 25 cm/año.	Muy lento 25 cm/año.
Aceite: 	alto de 28% a 30%	Alto de 28% a 30%	Mayor a 26%	alto de 28% a 30%	Del 21 al 23%	Del 18 al 20%
Fruto: 	Mediano de 9 a 11 g	Mediano de 9 -11 g	Pequeño de 9 g	Mediano de 9 - 11 g	Mediano de 9 - 11 g	Mediano de 9 - 11 g
Racimo: 	Grande mayor a 22 Kg	Mayor a 22 Kg	Pequeño de 18 Kg	Mediano de 18 - 22 Kg	Grande mayor a 22 Kg	Grande mayor a 22 Kg
Baja luminosidad: 	Tolerancia alta	Tolerancia moderada	Tolerancia moderada	Tolerancia moderada	Tolerancia moderada	Tolerancia moderada
Frio: 	Tolerancia alta	Tolerancia moderada	Tolerancia baja	Tolerancia moderada	Tolerancia baja	Tolerancia moderada
Sequia: 	Tolerancia alta	Tolerancia moderada	Tolerancia alta	Tolerancia moderada	Tolerancia baja	Tolerancia moderada
Largo de la hoja: 	De 7 a 7.3 metros	De 7.6 a 8 metros	De 7.6 a 8 metros	De 6 a 6.9 metros	De 7 a 7.5 metros	8 a 8.5 metros.

Tomado de Guzmán, 2004

1.1.3. Agroecología

1.1.3.1. Clima

La palma africana se adapta en temperaturas altas, puesto que es un cultivo ecuatorial. Sin embargo, es difícil separar el efecto de la temperatura máxima y de la mínima; la mejor gama de temperatura media está entre 24°-28 °C como óptima para los procesos fotosintéticos, respiratorio y de crecimiento. La disponibilidad de agua, es de mucha importancia en el proceso de producción de la palma aceitera.

La precipitación óptima por año es de mil cuatrocientos a dos mil cuatrocientos milímetros. La distribución de las lluvias oscila entre mil setecientos milímetros y dos mil cuatrocientos milímetros por año, sin embargo como promedio mensual de ciento veinticinco milímetros al mes. Es adecuado para alcanzar máximas producciones. En cuanto a la luz, por ser una planta heliófila, necesita altos requerimientos de luz, aproximadamente mil quinientas horas al año.

1.1.3.2. Suelo

Las condiciones físicas y químicas del suelo influyen, en el proceso desarrollo de la palma de africana. Por la rusticidad que tiene esta planta, tolera suelos moderadamente ácidos desde cinco punto cinco a cinco punto seis, aunque estos presentan deficiencias de componentes como nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio que son los más importantes; se pueden manejar con una adecuada fertilización, que ayuda a la recuperación del material vegetativo. Los suelos en óptimas condiciones para el desarrollo de este cultivo son suelos ligeramente arcillosos, con buen drenaje y profundidad. Como también un alto contenido de materia orgánica y suelos ligeramente ondulados con pocas pendientes.

1.1.3.3. Ciclo de Cultivo

La producción de la palma es de forma perenne, su vida productiva es de más de cincuenta años, sin embargo, a partir del año treinta se dificulta la cosecha porque alcanza veinte metros de altura. El ciclo del cultivo inicia con la preparación de la semilla, establecimiento, mantenimiento, fertilización, control de plagas y enfermedades dentro del vivero, el siguiente proceso es el establecimiento, manejo, fertilización, y control de plagas y enfermedades de la plantación. Finalmente, se realiza la cosecha de la fruta y su recolección para ser transportada a la planta procesadora como se describe en la Figura 2.

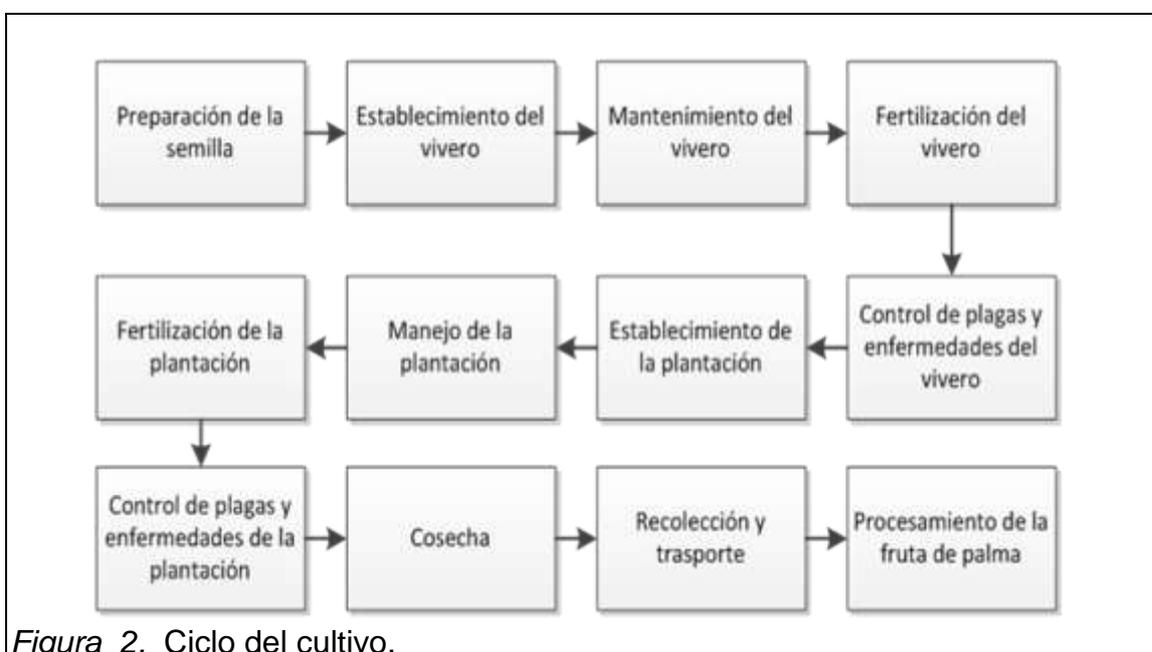


Figura 2. Ciclo del cultivo.

1.1.4. Labores culturales

1.1.4.1. Preparación de la semilla

Se utiliza semilla certificada, con una densidad de siembra de ciento cuarenta y tres plantas por hectárea. El proceso de propagación y germinación consiste en la separación de las semillas precalentadas para mejorar y acelerar esta operación sometiendo a remojo en agua durante siete días.

Las semillas son colocadas en bolsas plásticas selladas, las mismas que son ubicadas en cuartos por un mes a temperaturas de 40°C, con una humedad relativa del 22%; este proceso se desarrolla en aproximadamente ochenta días.

1.1.4.2. Establecimiento del vivero

Para realizar una plantación, se debe instalar el vivero en donde permanecerán las plantas el primer año de vida. Del mantenimiento implementado de esta etapa, depende la mayor o menor producción, que se obtendrá posteriormente. El establecimiento del vivero comprende varias etapas:

- **Ubicación**

Debe ser un lugar plano, con buen drenaje, cerca de una fuente de agua, ubicado en la parte central de la futura plantación.

- **Tipo de funda y llenado**

El tipo de funda recomendada es de color negro y de polietileno, con dimensiones de cuarenta centímetros de ancho, cuarenta y cinco centímetros de largo y cero punto cuatro milímetros de espesor, cada una de las fundas debe ser perforada en la parte inferior, hasta la parte media para permitir un buen drenaje y aireación. La utilización de fundas negras, permite mayor absorción de calor para el cumplimiento de la actividad fotosintética.

- **Elección del suelo para llenado de fundas**

Para el llenado de las fundas, el suelo debe ser preferentemente de montaña virgen ya que está compuesto de un alto porcentaje de humus y materia orgánica. Su porosidad y textura permiten que tenga una buena aireación y drenaje que ayudan al adecuado desarrollo de las raíces de las plántulas

- **Alineado**

Puede ser en sistema de platabandas, la cual consiste en tres hileras de fundas, una a continuación de otra a lo largo del área disponible, dejando una distancia de un metro cada cincuenta fundas, la distancia entre platabandas es de cuatro metros.

- **Siembra del vivero**

La mejor época de siembra, es al inicio de período de invierno, es decir cuando las lluvias inician para que así las plantas encuentren las condiciones ideales para su establecimiento.

- **Siembra**

La siembra consiste en realizar un hoyo en el medio de la funda, con una profundidad de más o menos cuatro centímetros. Durante esta labor la semilla germinada debe permanecer húmeda. La persona que realiza esta labor debe diferenciar en la semilla la parte aérea (plúmula) y la raíz (radícula).

1.1.4.3. Mantenimiento del vivero

Las labores realizadas para el mantenimiento del vivero son las siguientes:

- **Raleo**

Se realiza a los cinco a seis meses de edad, por lo general cuando las plántulas poseen seis hojas, época en la cual los sistemas de siembras en platabandas inicia la competencia por luz y espacio físico, por esta razón, se inicia el raleo, que consiste en reubicar las plantas intermedias en los

espacios vacíos entre platabandas, esta labor permite retirar las plantas deformes, raquílicas, de lento crecimiento y las fundas que están vacías.

- **Riego**

Consiste a aplicar cero punto cinco litros de agua por planta por día, durante la época seca que comprende de junio hasta los primeros días de diciembre, el riego más adecuado es por aspersión, dependiendo del tamaño del vivero.

- **Separación de plantas dobles**

Muchas de las semillas dan origen a más de una planta, las cuales de una manera adecuada son separadas y utilizadas para el desarrollo de la plantación, esta separación se realiza cuando las plántulas llegan a tener más de tres meses de edad.

- **Deshierbas**

La frecuencia como se realizan las deshierbas depende de las condiciones climáticas, de las malezas existentes y de la edad de las plántulas, la eliminación de malezas en el vivero se debe realizar manual mente y con mucha precaución de no lastimar o remover las raíces. La maleza que crece entre las fundas puede ser eliminada manualmente o con la utilización del machete, además se puede alternar con la aplicación de glifosato en dosis de dos a cuatro centímetros cúbicos por litro de agua. Para evitar en crecimiento rápido de maleza y problemas fitosanitarios tanto en funda como en los espacios que existen entre ellas, se recomienda usar cascarilla de arroz y fibra de la extracción de aceite rojo de palma, esto ayuda a mantener la humedad y temperatura.

1.1.4.4. Fertilización del vivero

La fertilización foliar se inicia entre los veinte y treinta días de la siembra de las semillas, hasta los tres meses aproximadamente utilizando productos específicos para esta fase. Se recomienda hasta los treinta días una aplicación de un gramo por litro de agua del fertilizante 15-15-6-4 cada ocho días. De treinta a sesenta días dos gramos por litro de agua y de sesenta a noventa días tres gramos por litro de agua. A partir de los sesenta días, se puede realizar una aplicación de úrea al 40% en dosis de un gramo por litro de agua y después de noventa días se aplica cuatro gramos por litro de agua. Al cabo de tres meses, se aplica un análisis de fertilización de suelo. En la Tabla 4, se presenta la cantidad de nutrientes de mayor requerimiento (N, K, P, Mg) los cuales deben ser adicionados de acuerdo al análisis de suelo.

Tabla 4. Dosis de elementos recomendados par fertilización del vivero

Gramos por planta por año				
Análisis de suelo	Nitrógeno N	Fosforo P ₂ O ₅	Potasio K ₂ O	Magnesio MgO
Alto	25	10	15	15
Medio	40	15	20	20
Bajo	60	30	40	30

Tomado de Chávez y Rivadeneira, 2010, p. 22.

1.1.4.5. Plagas y enfermedades del vivero

- **Plagas:** en la Tabla 5, se presentan las especies más destacadas de insectos y ácaros dañinos que atacan a las plántulas de palma africana.

Tabla 5. Plagas más importantes del vivero.

Nombre común	Nombre científico	Daños	Combate
Gusano cogollero	<i>Spodoptera prob. Frugiperda Smith</i>	Larvas estas se alimentan de la epidermis de las hojas cercanas a la flecha	Aplicación de trichlorfón (dipterex), 200g/l de agua y de esta solución se utilizan 50 cm ³ /planta
Ácaros	<i>Tetranychus mexicanus M.</i>	Decoloraciones punteadas sobre los folíolos.	Aplicaciones de azufre micronizado 80% en dosis 40g/l de agua.

Tomado de Chávez y Rivadeneira, 2010, p. 30

- **Enfermedades:** en la Tabla 6, se describen las enfermedades que inciden negativamente en el desarrollo del vivero, por lo cual es importante prevenirlas desde el inicio con un manejo adecuado, las plantas pueden ser afectadas por varios hongos que causan pudriciones foliares.

Tabla 6. Enfermedades importantes en el vivero

Enfermedad	Agente causal	Sintomatología	Combate
Germen pardo	Aspergillus, penicillium y fusarium	Sobre la radícula se presentan manchas de color marrón que avanzan hasta la parte termina de las raíces	la inmersión de semillas en vitavax en una dosis de 4 g/ l de agua
Pudrición de la flecha	Fusarium roseum, (link) Snyd y Hans.	Aparición de manchas de color castaño oscuro en la parte expuesta a la fecha, causa pudrición	Poda de tejidos enfermos y aplicación de cualquier fungicida como vitavax 0.1%

Tomado de Chávez y Rivadeneira, 2010, p.30

1.1.4.6. Establecimiento de la plantación

Siete meses antes del trasplante, es necesario planificar o iniciar la preparación del área de siembra, con el objetivo que las diferentes actividades sean realizadas en las épocas adecuadas, de acuerdo a las condiciones climáticas predominantes. En el proceso de preparación del área para la siembra, depende de la vegetación existente, topografía y área a plantar o replantar.

- **Área de pastizales u otros cultivos**

Cuando las áreas previamente han sido cultivadas, las actividades para la preparación son diferentes, ya que depende del cultivo o maleza sembrado anteriormente. En el caso de que se remplacen pastizales por palma africana, se inicia con la eliminación del pasto, mediante una técnica mecánica y química, es decir, mecánica mediante la utilización de machetes o de rotabator, y química aplicando glifosato en dosis de uno punto cinco litros por hectárea, esta aplicación se efectúa a los quince días de que la

gramínea este en proceso de rebrote. Cuando se trata de áreas sembradas con cacao o café, se procede a la tumba, y aplicación de insecticidas, como Furadan diez gramos mezclados con el suelo del fondo del hoyo para proteger de las plagas dejadas por el cultivo anterior.

- **Área de rastros**

La preparación incluye actividades que deben ser realizadas en forma secuencial, se inicia con un reconocimiento del área, que consiste en seleccionar los lugares donde se ubicaran las obras civiles como guardarrayas, puentes, bodegas, drenajes y otras infraestructuras. Después se procede a la limpieza del área que incluye socola, tumba de árboles, pica y repica.

- **Siembra**

El trasplante a la plantación, es una labor muy importante de la vida productiva del cultivo de palma, la época adecuada para la siembra es a inicios de del periodo de invierno, cuando el suelo disponga de la humedad adecuada para el óptimo desarrollo radicular. Dentro de la siembra se realizan labores como alineación y estacado, que comprende la determinación y señalamiento de los puntos o sitios donde se sembraran las plantas, esta labor inicia con la orientación de las hileras, las cuales deben ser de norte a sur. El distanciamiento más utilizado entre planta y planta es de nueve por nueve metros, al tresbolillo y siete punto ocho metros entre hileras, con una densidad de siembra de ciento cuarenta y tres plantas por hectárea. A continuación se realizan las coronas, terrazas y apertura de hoyos. Las coronas o círculos son de un metro de diámetro y consiste en la eliminación de malezas.

Si la topografía es muy irregular se forman terrazas de cuatro metros de diámetro según sea la inclinación del terreno. Una vez realizadas las coronas y terrazas se efectúa la apertura de hoyos de cuarenta por cuarenta

centímetros de profundidad y de diámetro. Finalmente se procede al trasplante, al inicio de la época lluviosa y cuando las plantas tiene doce meses de edad.

1.1.4.7. Manejo de la plantación

- **Establecimiento de cobertura**

El establecimiento de cultivos de cobertura como pueraria, maní forrajero entre otros, permite el mejor desarrollo y producción del cultivo. Para el establecimiento de los cultivos de cobertura en áreas de rastrojos se utiliza de dos a tres kilos de semilla y se la siembra al voleo.

- **Polinización asistida**

Es una práctica que inicia entre los dos a tres años después de la siembra consiste en utilizar una mezcla con polen recogido de plantas mayores y talco mineral con una relación de una a veinte, de esta mezcla se toma cinco a diez gramos y se espolvorea sobre cada inflorescencia femenina que se encuentra en estado receptivo el mismo que está caracterizado por la aparición de tres lóbulos del estigma.

- **Podas**

Corte de hojas bajas envejecidas o que por alguna causa hayan perdido más del 50% del área foliar, se realizan una vez al año, en los meses de menor precipitación y mínimas labores en la plantación. El número de hojas es de treinta a cuarenta, y no se debe podar aquella de donde emerge el racimo. Esta labor se debe realizar con cuidado, a fin no causar daños en el estipe.

- **Resiembra**

Después de la siembra se debe realizar una observación periódica de las plantas que presentan un anormal desarrollo o se encuentran muertas, las mismas que deben ser reemplazadas. Un valor normal de plantas que deben ser reemplazadas es de un 5%.

- **Ablación**

Consiste en eliminar inflorescencias tanto femeninas como masculinas, esta labor incrementa el desarrollo vegetativo de palma, además permite la homogenización en el inicio de la cosecha y la prevención en la afección por plagas y roedores al eliminar futuros racimos mal formados.

- **Combate de malezas**

En cultivos jóvenes, debe realizarse manualmente cada treinta o cuarenta días y para la limpieza química cada sesenta a ciento veinte días, dependiendo de la maleza y de la época del año.

1.1.4.8. Fertilización de la plantación

Antes de iniciar la siembra es necesario realizar un análisis de suelo, para determinar las cantidades de los elementos químicos existentes en el mismo. Al año de siembra en el campo, se debe realizar un análisis foliar, con el fin de conocer el estado nutricional de la planta. Los análisis de suelo y foliar deben ser interpretados por un técnico que tenga conocimiento del cultivo quien tiene que tomar en consideración la producción, el estado fitosanitario y cobertura. Para obtener mejores resultados en la fertilización es importante considerar las dosis que se prestan en las Tablas 7 y 8. Para las plantas que tienen cuatro años de edad.

Tabla 7. Dosis de elementos recomendados para aplicar en suelos

Gramos por planta por año				
Análisis de suelo	Nitrógeno N	Fosforo P2O5	Potasio K2O	Magnesio MgO
Alto	460	180	900	110
Medio	530	370	1200	220
Bajo	1150	460	1500	480

Tomado de Chávez y Rivadeneira, 2010, p.40.

Tabla 8. Dosis de elementos recomendados para aplicación foliar

Gramos por planta por año				
Análisis foliar	Nitrógeno N	Fosforo P2O5	Potasio K2O	Magnesio MgO
Alto	270	90	370	90
Medio	460	180	550	110
Bajo	690	270	1100	280

Tomado de Chávez y Rivadeneira, 2010, p.40.

La dosis total por año de los elementos químicos como nitrógeno, fosforo, potasio y magnesio, son adicionados la mitad al inicio de la época lluviosa y lo demás al final de la misma. La cantidad y distribución del fertilizante varía de acuerdo a la edad del cultivo, siendo aplicado al voleo alrededor de la planta.

1.1.4.9. Plagas y enfermedades del cultivo de palma

- **Plagas**

Una vez que las plántulas son sembradas en la plantación, se presentan varias especies de insectos, ácaros, dañinos. En la tabla 9 se especifican las plagas más importantes que afectan al cultivo de palma.

Tabla 9. Plagas más importantes en el cultivo de palma africana

Nombre común	Nombre científico	Daños	Combate
Sagalassa	<i>Sagalassa Valida Walker</i>	Destruye el sistema radicular	Aplicación de endosulfan de 6 a 8 cc/planta
Gusano cogollero	<i>Alurnus Humeralis Rosemberg</i>	Defoliación	Aplicación de endosulfan de 800cc en 200 l de agua
Polilla del fruto	<i>Ticuada circundata Zeller</i>	Pudriciones secas del cogollo	Eliminación de inflorescencias, aplicación de endosulfan 800 cc en 200l de agua.

Tomado de Chávez y Rivadeneira, 2010, p.48.

• Enfermedades

Como se describe en la Tabla 10, la mayoría de las enfermedades de la plantación son causadas por hongos, nematodos u otras bacterias.

Tabla 10. Enfermedades importantes de la palma africana

Enfermedad	Agente causal	Sintomatología	Combate
Síndrome del anillo rojo	<i>Rhynchophorus palmarum</i>	Hoja viejas se amarillean y se secan progresivamente	Aplicar carbofurán o oxamil con una dosis de 125-150 ml
Pudrición del cogollo	Fusarium sp. Thielaviopsis paradoxa y bacterias.	Pudrición de la primera flecha a nivel del raquis.	Aplicar vitavax-Tiran al 0.4% o Trimangol al 0.7%, en mezcla con el insecticida Thiodan al 0.4%.

Tomado de Chávez y Rivadeneira, 2010, p.48.

1.1.4.10. Cosecha

En la cosecha se debe obtener racimos en estado de madurez adecuado, es decir cuando la palma logra un mayor contenido de aceite dentro de la fruta de su racimo, la cosecha de los racimos inmaduros trae como consecuencia la baja notable en la cantidad de extracción de aceite.

Dentro de esta labor se debe tomar en cuenta el estado de madurez del racimo, el cual se identifica por la coloración del fruto, se debe tomar en cuenta la frecuencia de cosecha que por lo general se realiza por lotes y cada quince días. También es importante tener las herramientas diseñadas de acuerdo a la edad de la palma.

1.1.4.11. Recolección y transporte de racimos y frutos

La fruta es transportada desde la plataforma de recolección (tambo) a la extractora, se debe realizar de forma inmediata, dentro de las veinticuatro horas después del corte del racimo, teniendo en consideración evitar el estropeo del racimo.

1.1.4.12. Procesamiento de la fruta de palma



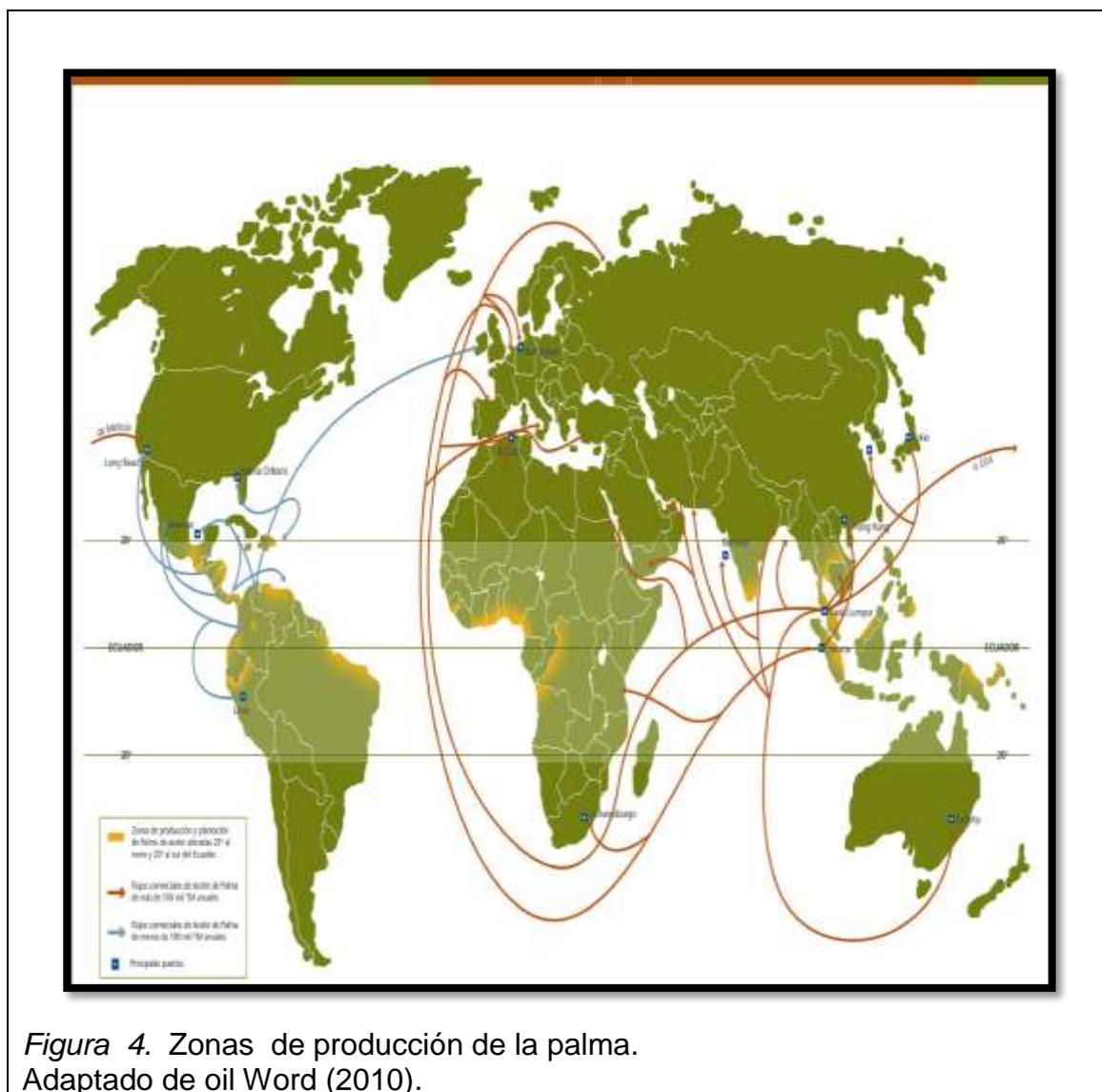
Figura 3. Fruto de la palma africana.

- **Recepción de fruta fresca:** los racimos son pesados y envidados a control de calidad en donde se descargan en autoclaves para ser blanqueados.
- **Esterilización de racimos:** Es la etapa más importante del proceso de extracción del aceite de palma consiste en someter en fruto en las autoclaves que por acción de vapor ayudan a esterilizar la fruta a una temperatura de 90°C, con este tratamiento se inactiva la enzima lipasa y ayuda a la separación del pedúnculo del fruto.
- **Desfrutado:** Este proceso se efectúa en un desfrutador de tambor giratorio el cual permite la separación de los frutos del raquis, en el cual los racimos van girando dentro del tambor y al llegar a la parte superior caen y se golpean desprendiendo los frutos.
- **Procesamiento de raquis:** el raquis es prensado de donde salen todos una cantidad mínima de aceite que entran al proceso. La cantidad de fibra obtenida es utilizada para el caldero.
- **Digestión de fruta:** la masa de la pulpa y nueces se calienta en el digestor antes de pasar a las prensas.
- **Prensado de fruta:** se extrae el aceite mediante presión, es el centro de operación de la planta.
- **Clarificación:** la clarificación es el proceso mediante el cual se separa y purifica el aceite de la mezcla líquida extraída en las prensas, la cual contiene aceite, agua, lodos livianos y lodos pesados. En el Secador al Vacío se evapora la humedad del aceite mediante un vacío.
- **Palmistera:** recuperación de la nuez separándola de la fibra, la misma que es enviada al caldero.

1.2. Zonas de producción

1.2.1. Zonas de producción en el Mundo

Como se observa en la Figura 4, el cultivo de palma se ha desarrollado en países como Malasia, Indonesia, Nigeria, Tailandia, Colombia, Nueva Guinea, Costa de Marfil, Costa Rica, Honduras, Brasil y Guatemala. En consecuencia por la gran producción de aceite de palma en el mundo, destaca la tendencia ascendente que ha mantenido la producción de plantas de palma de aceite.



1.2.2. Zonas de producción en Ecuador

El cultivo de palma se desarrolló rápidamente, es en la zona occidental, Puerto Quito, La Concordia, Santo Domingo, con una extensión aproximada de 197.662 hectáreas por poseer un clima de 25°C y un suelo franco arenoso, que son adecuados para este cultivo. La ventaja de estar localizados en el centro de dispersión hacia los principales lugares de industrialización y mercados de sus productos derivados. Como se observa en la Figura 5, existe una extensión de 17 584 hectáreas en el oriente ecuatoriano y últimamente 20 786 hectáreas en la zona de San Lorenzo.

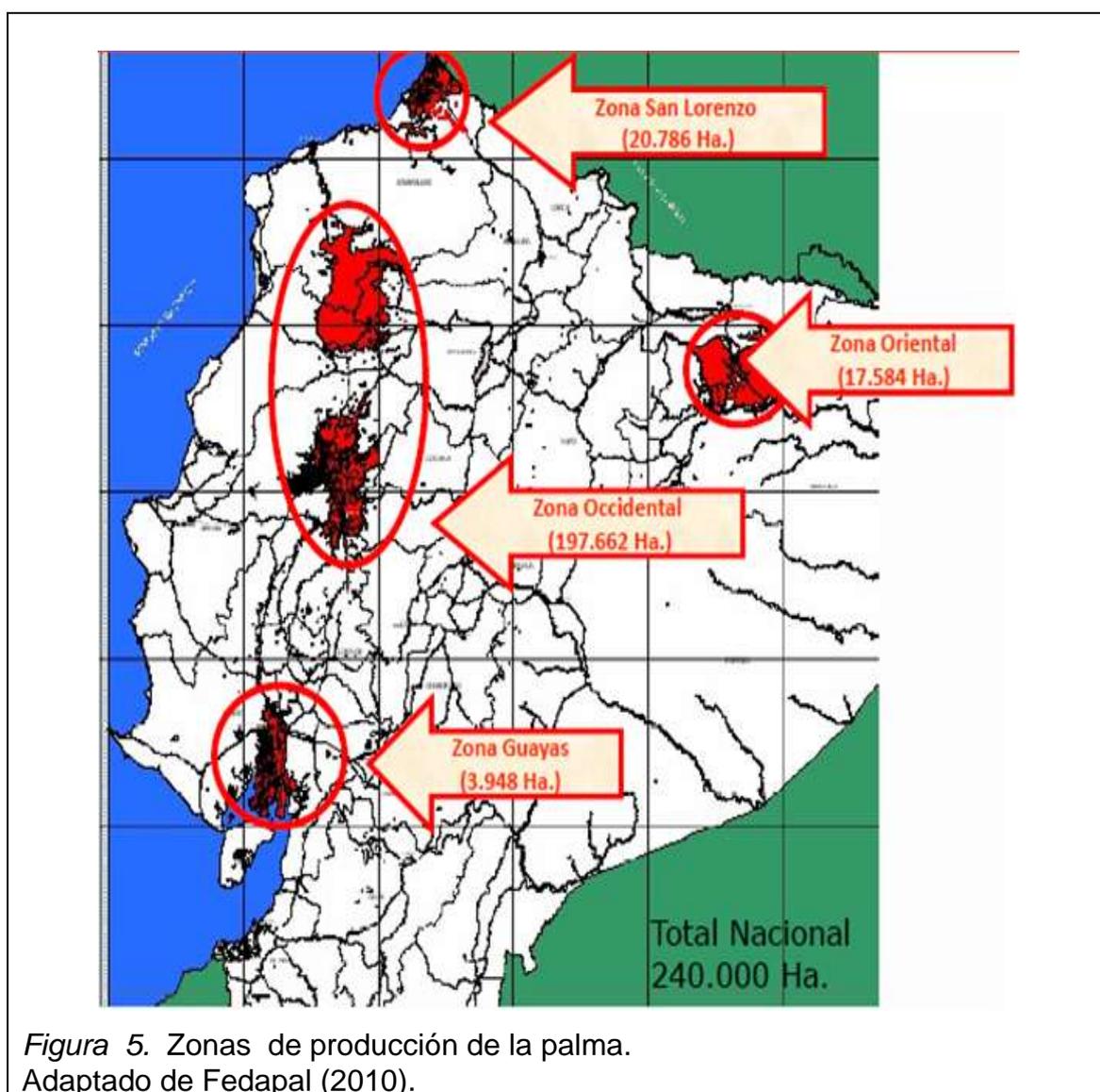


Figura 5. Zonas de producción de la palma.
Adaptado de Fedapal (2010).

1.3. Importancia económica del aceite de palmiste

1.3.1. Exportaciones mundiales de aceite de palmiste

Como se describe en la Tabla 11, las exportaciones mundiales de aceite de crudo de almendra de palma o palmiste están representadas con un 93,99 % y 3 361,07 millones de dólares por Asia y el Pacífico, en relación al aceite crudo de palma tiene un participación del 95,03 %, mientras que Latinoamérica exporta un 3,14 % es decir 112,52 millones de dólares. Para tener una mejor participación en las exportaciones, se debería fomentar más el cultivo de esta planta en el país, y de esta manera tener mayor producción de aceites crudos y refinados de palma como de palmiste. En la Figura 6, se observa la importante la participación de Asia y el Pacífico con un 85,5% en las exportaciones el total ellos cumplen con todo el ciclo productivo, es decir, procesan materia prima, dan un valor agregado comercializando el producto elaborado.

Tabla 11. Exportaciones mundiales de palma y sus derivados

Producto	África y oriente medio	Pacífico y Asia	El caribe	Europa	América latina	América del norte	Otras	Total
Aceite crudo de palmiste	35,08	3 361,04	0,68	58,84	112,52	0,01	16,28	3 584,47
Aceite crudo de palma	145,93	20 057,85	0,43	242,78	491,87	2,97	164,55	21 106,39
Aceite de palma y derivados	684,74	32 363,59	0,30	3 309,04	253,02	270,25	58,13	36 939,06
Derivados del aceite de palmiste	2,28	1 879,56	1,72	126,1	17,82	50,27	12,61	2 090,3
Almendras y nueces	3,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,27
Total	871,30	57 662,0	3,13	3 736,7	875,12	323,50	251,57	6 3723,57

Tomado Naciones Unidas, 2010.

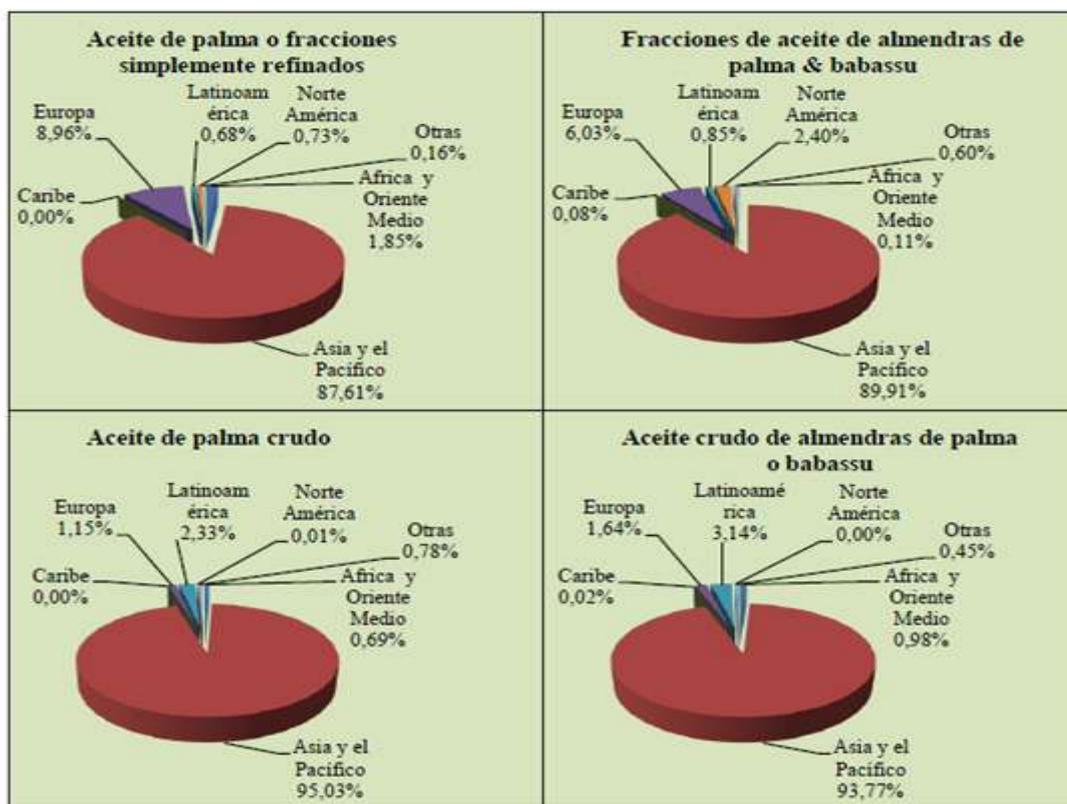


Figura 6. Participación en las exportaciones (2010).

Adaptado de datos estadísticos sobre comercio de las Naciones Unidas.

1.3.1.1. Destino de la exportaciones aceite de palmiste

Los destinos de las exportaciones de aceite de palma y palmiste, nueces almendras y otros derivados son: China, India, Pakistán, Holanda, Egipto, Singapur, Japón y Bangladesh.

1.3.2. Importaciones mundiales de aceite de palmiste

En la Tabla 12 y en la Figura 7, se detalla que en las importaciones de aceite de palmiste, los principales destinos son Asia, el Pacífico 97,95 % y 2 564,32 millones de dólares, Europa con 26,24% y 990,42 millones de dólares. En cuanto a la materia prima para su elaboración es África y Medio Oriente con 77,78% y 2,18 millones de dólares, seguido por Asia con un 22,17% y 0,62 millones de dólares.

Tabla 12. Importaciones Mundiales de palma y sus derivados

Producto	África y oriente medio	Pacífico y Asia	El Caribe	Europa	América latina	América del norte	Otras	Total en millones de dólares
Aceite crudo de palmiste	55,12	2 564,32	0,80	990,4	149,15	13,14	0,8	3 773,75
Aceite crudo de palma	2 247,92	10 866,61	47,68	7 972,49	855,87	1,28	16,4	22 008,29
Derivados del aceite de palma	4 886,77	16 235,74	9,79	7 086,72	752,88	1 809,76	24,7	30 806,39
Derivados del aceite de palmiste	203,20	344,45	1,46	711,86	387,63	672,90	4,020	2 325,52
Almendras y nueces	2,18	0,62	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	2,81
Total en millones de dólares	7 395,20	30 011,74	50,72	16 761,48	2 145,53	2 145,53	46,01	58 961,75

Tomado de Naciones Unidas, 2010.

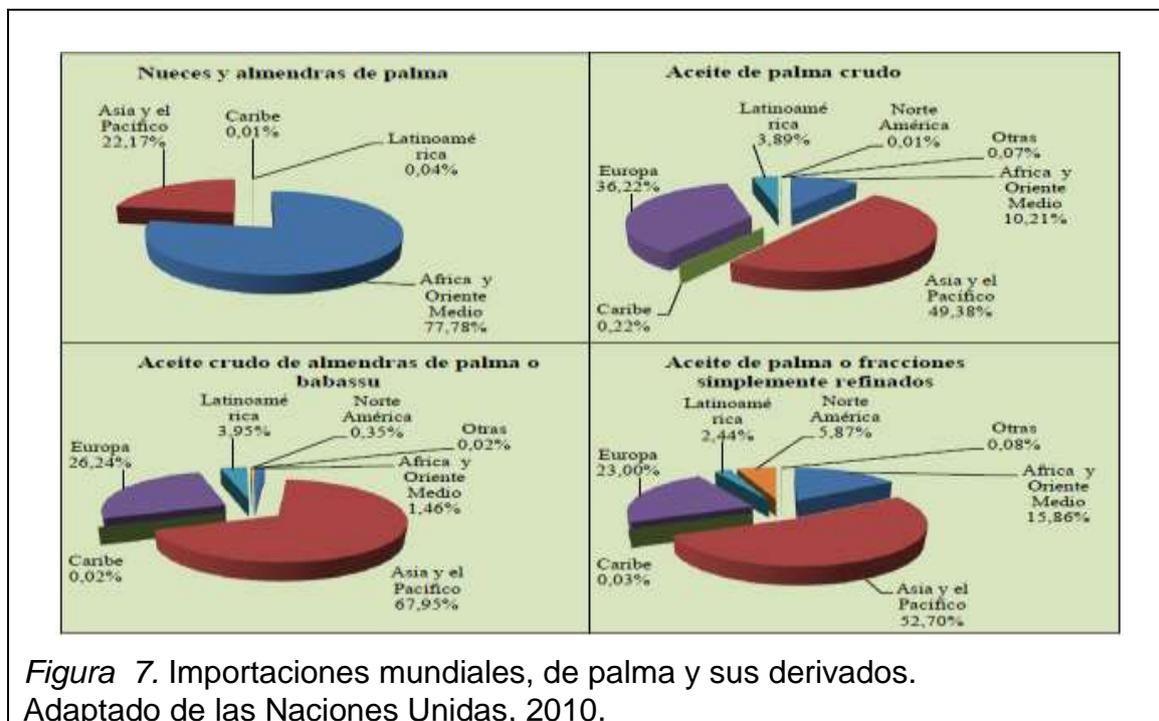


Figura 7. Importaciones mundiales, de palma y sus derivados.
Adaptado de las Naciones Unidas, 2010.

1.3.2.1. Destino de las importaciones de aceite de palmiste

Los países que importan aceites refinados de palma y palmiste así como también como productos terminados son La Unión Europea, India, China y Pakistán que representan el 70% de las Importaciones mundiales.

1.3.3. Exportaciones en Latinoamérica de aceite de palmiste

En la Tabla 13, se describe que en Latinoamérica el país con mayor exportaciones de aceite crudo de palmiste es Colombia con un 56,68% y 67,78 millones de dólares, seguido de Guatemala con 29,82% y 33,55 millones de dólares, Ecuador con el 7,06 % y 7,95 millones de dólares

Tabla 13. Exportaciones en Latinoamérica de palma y sus derivados en millones de dólares

Producto	Aceite crudo de palmiste	Aceite crudo de palma	Derivados del aceite de palma	Derivados del aceite de palmiste	Total en millones de dólares	Total en porcentaje
Ecuador	7,95	182,66	98,31	11,80	300,80	34,35
Guatemala	33,55	180,53	70,95	0,00	285,03	32,59
Colombia	63,78	94,73	71,63	4,63	234,77	26,89
Brasil	2,71	22,55	7,15	0,57	32,98	3,77
El Salvador	0,00	0,00	1,23	0,00	1,32	0,15
México	0,00	0,00	0,00	65,00	0,65	0,07
Perú	0,00	0,04	0,00	0	0,04	0,01
Panamá	0,00	5,18	3,60	0,09	8,88	1,0
Nicaragua	0,00	6,09	0,14	0,00	6,23	0,71
Paraguay	4,53	0,00	0,00	0,00	4,53	0,52
Total en millones de dólares	112,52	491,87	253,02	17,82	875,23	100,00

Tomado de las Naciones Unidas, 2010.

1.3.4. Importaciones en Latinoamérica de aceite de palmiste

Según el contenido de la Tabla 14, el mayor importador de aceite de palmiste a nivel de Latinoamérica es México con 63,17% y con 131,9 millones de dólares pagados por el aceite de palmiste.

Tabla 14. Importaciones en Latinoamérica de aceite de palma y sus derivados

Producto	Aceite crudo de palmiste	Aceite crudo de palma	Derivados de aceite de palma	Derivados de aceite de palmiste	Almendras y nueces	Total en millones de dólares	Total en porcentaje
Argentina	0,80	0,00	8,44	12,63	0,00	21,86	1,02
Brasil	4,79	18,12	231,51	353,77	0,00	608,20	28,35
Nicaragua	0,89	3,12	61,15	0,00	0,00	65,16	3,04
Colombia	3,05	98,60	112,78	2,67	0,00	217,10	10,12
Perú	0,96	26,09	30,12	0,00	0,00	57,24	2,67
Paraguay	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,01	0,00
Bolivia	0,10	0,0	0,75	0,00	0,00	0,86	0,04
México	131,90	540,67	87,94	16,46	0,00	776,96	36,21
Guatemala	0,00	10,36	31,76	0,00	0,00	42,12	1,96
Chile	0,00	0,01	3,07	1,16	0,00	4,22	0,20
Venezuela	2,56	125,72	26,24	0,81	0,00	155,34	7,24
El Salvador	1,20	33,14	118,28	0,00	0,00	152,63	7,11
Ecuador	2,99	0,00	30,61	0,00	0,00	33,60	1,57
Panamá	0,00	0,00	10,22	0,00	0,00	10,22	0,48
Total en millones de dólares	149,15	855,87	752,88	387,63	0,00	2 145,53	100,00

Tomado de las Naciones Unidas, 2010.

1.3.5. Producción de aceite de palma y palmiste en Ecuador

En los países que tienen cultivos extensivos, se da la producción del aceite crudo de palma y palmiste, los mismos que han visto en la producción del aceite una fuente más rentable de ingresos que la propia producción de la palma o su fruto.

En su mayoría son países con las capacidades industriales suficientes como para poder concentrar la mayor cantidad de palma para la producción de este bien industrial. A nivel mundial la producción del aceite de palma y palmiste, es mayor que la de la fruta de la palma. El caso de la producción en Ecuador, el aceite de palma presenta rendimientos bajos en comparación con su gran oponente Colombia.

1.3.6. Exportaciones e Importaciones de palma africana y sus derivados en Ecuador

En la actualidad, después de Colombia, Ecuador es el segundo en producir aceite de palma y palmiste de América. Ecuador en cuanto a las exportaciones tiene un alto potencial, la materia prima que tiene baja participación en las exportaciones mundiales son nueces y almendras de palma, debido, a que, esta materia prima no sale del país, y es sometida a los diferentes procesos de industrialización. Lo cual permite aumentar las exportaciones de aceite refinado de palma y palmiste. Por tanto las importaciones de nueces y almendras representan una baja participación, porque ya se le da un valor agregado. Tomando en cuenta la importante evolución que ha tenido la producción de aceite de palma y palmiste en los últimos años, por el fomento del cultivo en el país, la palma africana es un cultivo de menor inversión con mayor rentabilidad, lo cual se ha convertido en un producto bandera a nivel de Latinoamérica y del mundo y con una alta intervención en las exportaciones como indica la Tabla 15.

Tabla 15. Exportaciones de aceite de palmiste

Producto	Exportaciones		Importaciones	
	% total latino América	% total en el mundo	% total latino América	% total en el mundo
Aceite crudo de palmiste	7,00	0,22	2,00	0,08
Aceite crudo de palma	37,15	0,87	0,00	0,00
Subproductos de la almendra	38,86	0,27	0,00	0,00
Total palma y aceite	34,37	0,47	1,57	0,06

Tomado de las Naciones Unidas, 2010.

1.3.7. Destino de la nuez y almendra producida en el Ecuador

Se observa que en la Tabla 16, la nuez y almendra producida en Ecuador, tienen una baja participación en las exportaciones, sin embargo, el año 2010 es exportada en cantidades pequeñas a Brasil y Perú, para el 2011 incrementó esta cantidad y la demanda de los países.

Tabla 16. Destino de nuez y almendra de palma

Año	País	Toneladas	FOB dólares
2010	Perú	1,5	335,9
	Brasil	3,3	740,1
	Total	7,8	1 076,0
2011	Brasil	4,5	1 199,7
	Colombia	3,4	820,2
	Perú	4,2	906,7
	Benín	0,0	10,0
	Total	12,1	2 926,8

Tomado de Banco Central del Ecuador, 2010.

1.3.8. Destino del aceite de palmiste producido en Ecuador

En el contenido de la Tabla 17, se detalla que el aceite de palmiste o almendra de palma producido en Ecuador en el 2010 fue destinado a México, Perú, Venezuela, Colombia y Bélgica, en total las exportaciones fueron de 4 126,60 toneladas y 3 976,520 dólares, mientras que el 2011 fueron a Reino Unido, Venezuela, Alemania, India, Republica Dominicana, Colombia con un total de 3 826,08 toneladas y 7 420,530 dólares.

Tabla 17. Destino de aceite de palma

Año	País	Toneladas	FOB dólares
2010	Colombia	1 210,1	1 06,7
	Bélgica	0,2	50,0
	México	1 474,1	1 323,7
	Perú	373,3	380,4
	Venezuela	1 068,9	1 204,6
	Total	4 126,6	3 979,5
2011	Reino Unido	1 325,0	2 865,4
	República Dominicana	99,8	112,5
	India	73,8	136,9
	Venezuela	145,8	233,3
	Alemania	2 116,2	3 974,5
	Colombia	65,3	97,8
	Total	3 826,080	7 420,5

Tomado de Banco Central del Ecuador, 2010.

1.3.9. Importaciones de aceite de almendra o palmiste y sus fracciones realizadas por el Ecuador

En el detalle de la Tabla 18, se observa que las importaciones realizadas por el Ecuador en el 2010 fueron de 999,7 toneladas, en años anteriores las importaciones eran casi nulas, en el año 2011 se realizó una importación de 1 099,8 toneladas, ya que en nuestro país se está impulsando a la elaboración de productos terminados.

Tabla 18. Origen de las importaciones de aceite de palma

Año	País	Toneladas	FOB (dólares)
2010	Malasia	999,7	1 409,5
	Total	999,7	1 409,5
2011	Colombia	993,5	1 331,3
	Indonesia	106,2	37 350,0
	Total	1 099,8	1 368,6

Tomado de Banco Central del Ecuador, 2010.

1.4. Agroindustria del palmiste

1.4.1. Formación del aceite de almendra

A las ocho semanas después de la polinización de la planta de palma, el contenido de las semillas es líquido, hasta las diez semanas se vuelve gelatinoso, y no es realmente duro hasta la semana quince. A la semana diez desde la polinización la cantidad de lípidos es pequeña, consiste en membrana y otros lípidos estructurales, predominan los ácidos grasos insaturados y un índice de yodo de ochenta y cinco. Desde esta etapa hay una lenta acumulación de lípidos hasta alrededor de la semana doce y trece, cuando la formación de lípidos producidos son en gran parte saturados, principalmente Láurico y Merístico. Finalmente la gran acumulación de aceite ocurre de la semana catorce a la dieciséis.

1.4.2. Composición de la almendra

La almendra es la semilla verdadera en su mayor parte consiste en endospermo aceitoso de color blanco. Este se tritura para producir el aceite de almendra de palma o aceite de palmiste y una torta que es utilizada para alimento de animales, la composición química de almendras de palma se explica en la Tabla 19.

Tabla 19. Composición promedio de la almendra

Componentes	Contenido
Aceite	47-52%
Humedad	6-8%
Proteína	7.5-9%
Carbohidratos	23-24%
Celulosa	5%
Cenizas	2%

Tomado Fedapal, 2010.

1.4.3. Características y composición química del aceite de palmiste

El aceite de palmiste o almendra de palma es similar en composición de ácidos grasos al aceite de coco, puesto que los dos son conocidos como aceites láuricos, poseen una composición cerca del 50% de ácido láurico, además contiene una porción pequeña de ácidos grasos saturados e insaturados, su valor de yodo se encuentra cerca de diecisiete, su punto de fusión es de 27,3°C, es de color pálido amarillento. El contenido de ácidos grasos en 100 gramos de aceite de palmiste se describe en la Tabla 20.

Tabla 20. Contenido del aceite de palmiste

Ácidos grasos	Tipos de ácidos grasos	Cantidad en gramos
Láurico C12:0	Saturado	48,7
Merístico C14:0	Saturado	15,6
Palmítico C16:0	Saturado	7,5
Esteárico C18:0	Saturado	1,8
Oleico C18:1	Insaturado	14,8
Linoleico C18:2	Insaturado	2,6
Linolénico C18:3	Insaturado	0

Tomado de Corley y Tinker, 2003. p. 490.

1.4.4. Usos del aceite palmiste

El aceite de palmiste dentro de las aplicaciones comestibles, es usado para la fabricación de margarinas (10 a 20% de aceite), de mantecas industriales (5% aceite), en helados (90 a 100% de aceite), en confitería (60% de aceite), se utiliza como sustituto de la manteca de cacao (60% de aceite), y para elaboración de concentrado de animales. En las aplicaciones no comestibles, el aceite crudo es usado para la elaboración de cosméticos (50% de aceite), jabones de lavar y de tocador, en productos de limpieza (10% aceite).

1.5. Descripción del aceite de palmiste según la normativa

1.5.1. Normativa nacional

La NORMA TÉCNICA ECUATORIANA OBLIGATORIA DE GRASAS DE PALMISTE NTE INEN 32:74 2012 define al aceite de palmiste como una grasa extraída del endocarpio o semilla del fruto de la palma africana. (Anexo 1).

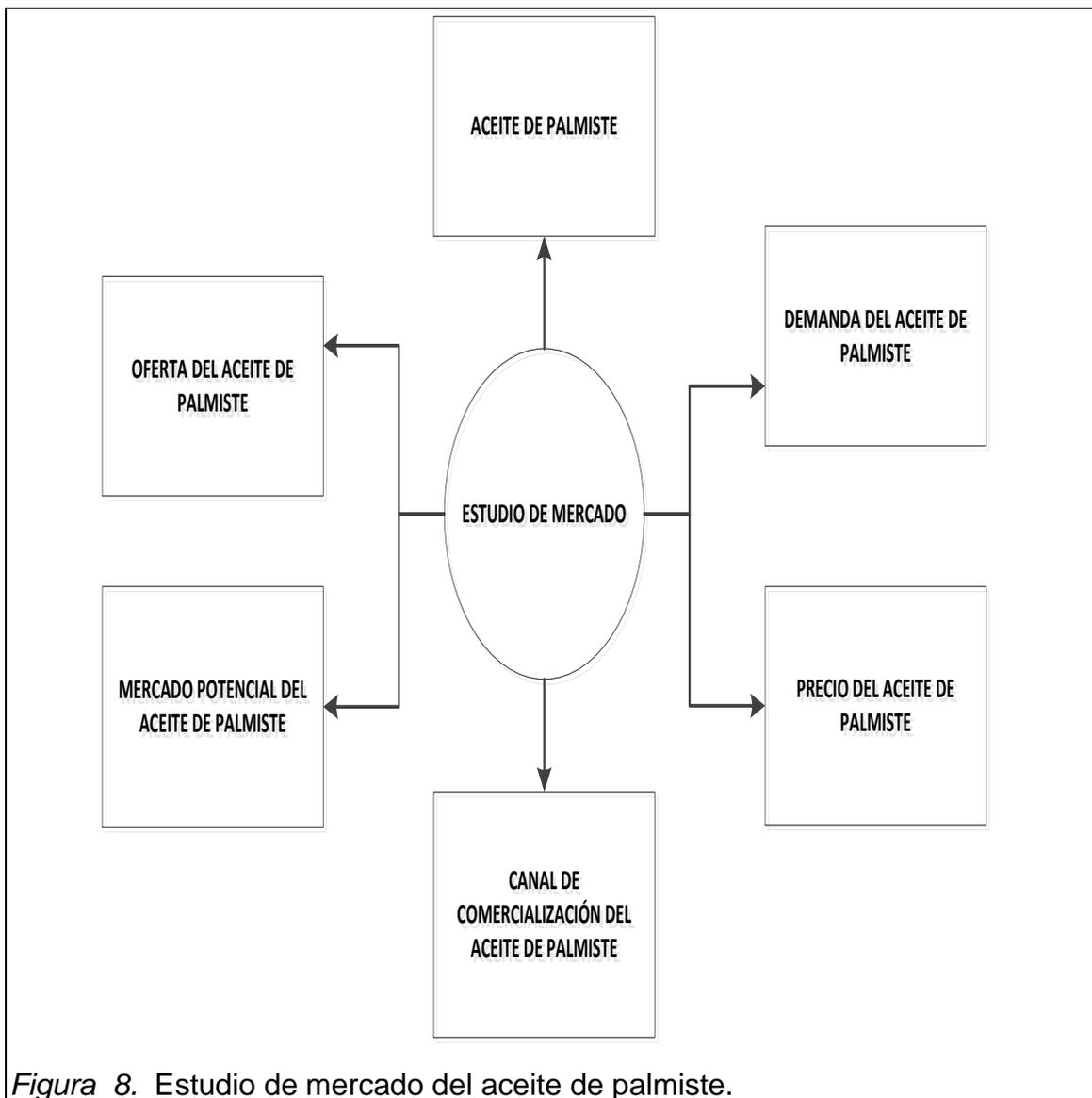
1.5.2. Normativa internacional

LA NORMA INTERNACIONAL CODEX PARA ACEITES VEGETALES CODEX STAN 210-1999. Define al aceite de palmiste como como un aceite extraído de la almendra del fruto. (Anexo 2).

Capítulo II

2. Estudio de mercado

El estudio de mercado es importante en un proyecto, aquí inicia el análisis de investigación de las características del entorno interno y externo en que se realizará el producto. Se lleva a cabo con el fin de tener conocimiento sobre la viabilidad de la actividad económica, como es la producción de aceite crudo de palmiste. Es importante tomar en cuenta el análisis de la oferta, demanda, análisis del consumidor, análisis de la competencia y análisis del precio como se observa en la Figura 8.



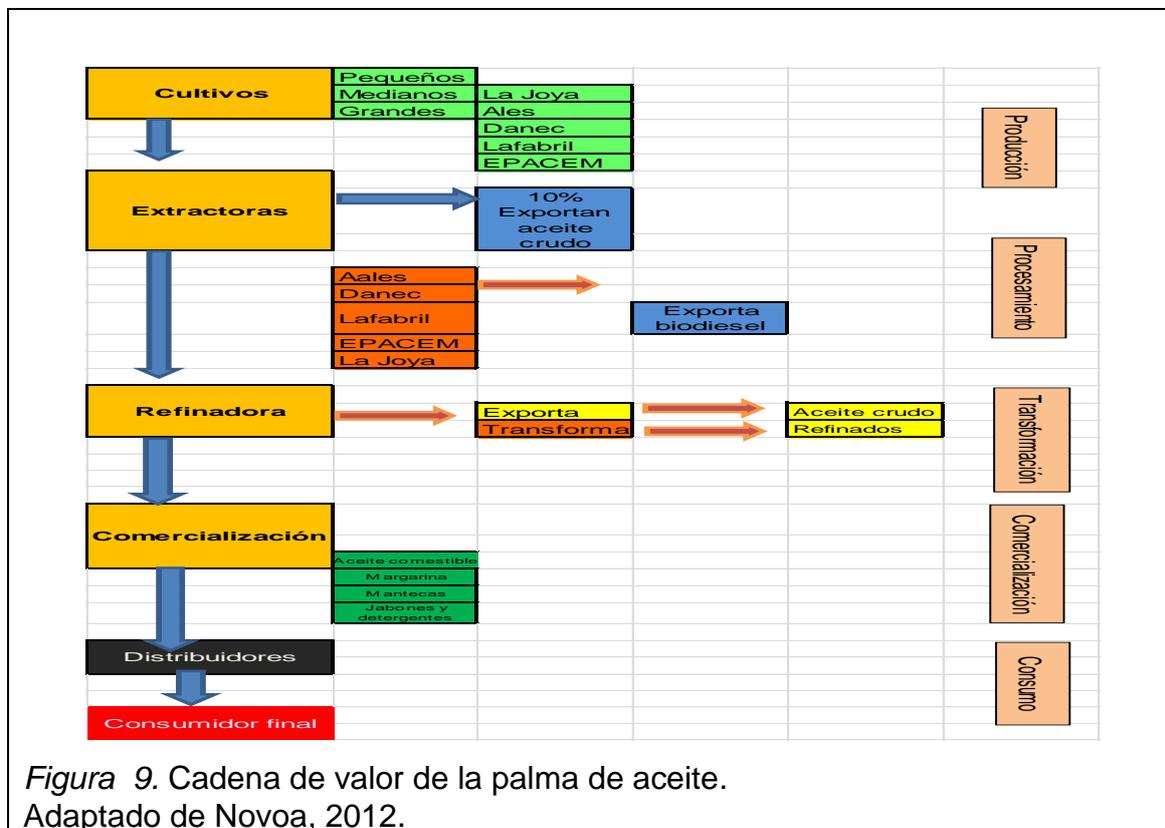
2.1. Antecedentes del sector oleaginoso del Ecuador

El sector agroindustrial es catalogado como el primero en la economía ecuatoriana, ya que en los últimos años ha experimentado un importante crecimiento, es decir, un incremento de la demanda de productos comestibles y no comestibles. La contribución de este sector con respecto al PIB (Producto Interno Bruto) es de 15,5%. El Ecuador, por ser un país tropical, posee las características ideales para el establecimiento de cultivos oleaginosos. La industria oleaginosa ecuatoriana, para satisfacer su demanda interna de aceites, grasas y sus derivados, se basa exclusivamente en dos tipos de cultivos como son la palma y la soya, este sector contribuye un 30% del PIB del sector agroindustrial. El mayor consumo de aceites y grasas se encuentra destinado a la alimentación humana y animal. Debido a que posee un alto contenido de ácidos grasos saturados e insaturados, los cuales son una importante fuente de energía. Cabe recalcar que buena parte de los mismos se usa como materia prima para otros procesos industriales. El sector de la palma aceitera en Ecuador promueve inversiones importantes, así también genera fuentes de trabajo e impulsa al progreso del país, no sólo por el cultivo sino por el negocio que genera; en la actividad agrícola se encuentran empleados sesenta mil personas y en los negocios relacionados con la industrialización y comercialización se ha generado treinta mil plazas de trabajo.

2.1.1. Cadena de valor del aceite de palma y palmiste

El aceite crudo de palma y palmiste, al no ser un producto de consumo directo es transformado; una vez obtenidos los aceites crudos, son comercializados a la industria refinadora. Aproximadamente el 10% de este aceite crudo es exportado. En la fase de transformación, el aceite crudo de palma y palmiste es refinado para la elaboración de subproductos comestibles y no comestibles que se comercializaran en el mercado nacional e internacional. Por otro lado, el aceite de palma es exportado en forma de biodiesel, cabe recalcar que la única empresa que ha exportado este combustible es La Fabril.

En la Figura 9, se observa cómo se encuentra estructurada la cadena de valor, y cómo se desarrolla su funcionamiento en las diferentes etapas de producción.



2.2. Estructura del mercado

Son las características de un mercado, que influyen sobre el comportamiento de una organización que participa en la compra y venta de un bien o servicio. En las empresas privadas se busca aumentar las ganancias, mismas que desempeñan sus operaciones y proceso bajo diferentes ambientes lo cual se denomina estructura de mercado. Entre los principales mercados se encuentran los siguientes:

- **Competencia perfecta:** la determinación del precio se produce por interacción entre la demanda y oferta, este tipo de mercado existe compradores y vendedores de un determinado producto que es similar. En el mercado no existe tipo de alguno de reglamento para fijar los precios.

- **Competencia imperfecta:** una sola persona u organización interviene en el mercado y unos pocos son los que manipulan completamente las condiciones del producto por lo que se ve afectada la fijación de los precios.
- **Monopolio y oligopolio:** monopolio es una sola empresa que puede producir un determinado bien o servicio, mientras que, en el oligopolio, pocas empresas producen un bien o servicio similar.

El mercado actual en que se encuentra el de aceite de palmiste es un oligopolio, ya que las extractoras pueden entregar su aceite a las refinadoras que consideren apropiado por motivos de cualquier índole, como cercanía y negociaciones que se realicen; en el país existen tres grandes refinadoras: La Fabril, Danec y Ales, mismas que se ubican en las provincias de Manabí y Pichincha.

Es importante destacar, que las refinadoras compran aceite a los mismos precios, es decir, se produce una competencia imperfecta donde el precio es determinado por la fundación de fomento de exportaciones de aceite de palma y sus derivados, de origen nacional (FEDAPAL), esta organización fue creada en vista del gran crecimiento de esta actividad agroindustrial en el país, siendo su principal función promover las exportaciones de productos derivados de la palma.

2.2.1. Análisis histórico

La producción de aceite, con el incremento de las plantaciones y producción de palma, ha producido el aumento de aceite crudo de palma y palmiste, siendo la tendencia en los últimos años el aumento progresivo de la cantidad de aceite producido. Es importante considerar que la mayor parte de la producción de aceite crudo de palmiste en el Ecuador es utilizada para consumo interno y los excedentes son exportados.

2.2.1.1. Demanda nacional de aceite de palmiste

- **Consumo intermedio**

Los países demandantes de aceite crudo de palmiste son: Colombia con 5 718,85 toneladas, México con 1 149,84 toneladas, Brasil con 647 toneladas, Perú con 516,93 toneladas, Chile con 45 toneladas y Uruguay con 44 toneladas. Las empresas ecuatorianas no cubren totalmente con la demanda de estos países.

- **Consumo final**

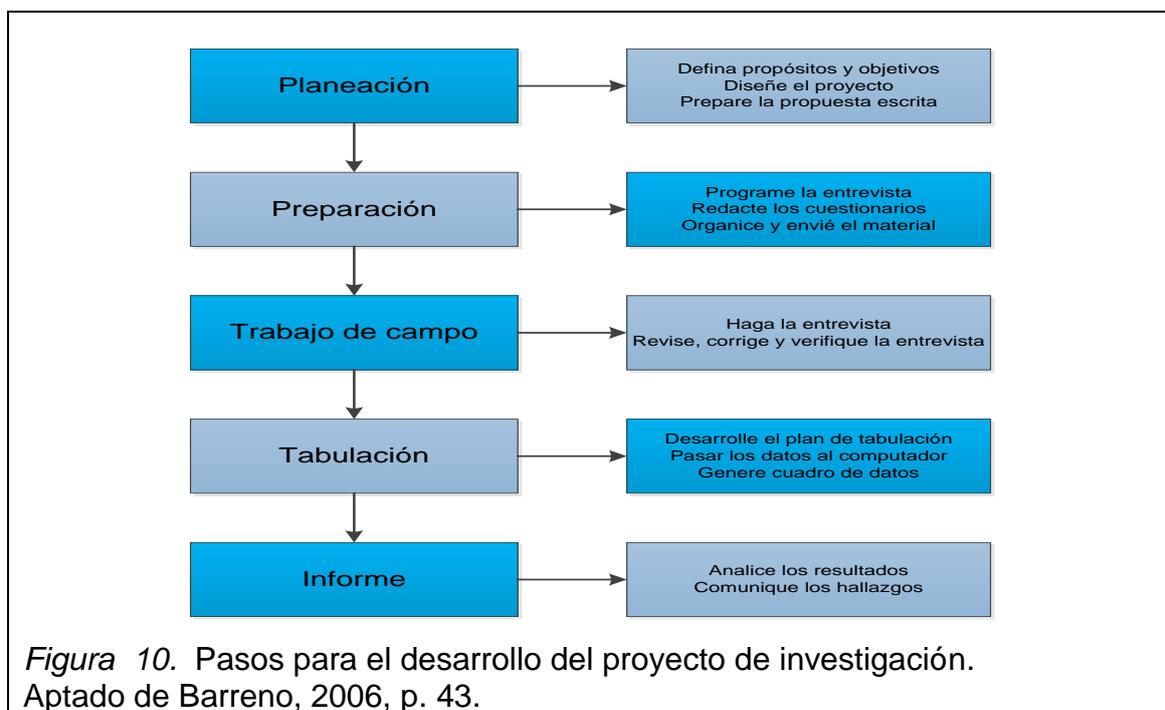
En el sector de los aceites crudos y refinados de palma, el 51 % representa las exportaciones, el 48% para el consumo interno y el restante queda como una variación para el almacenamiento. La principal demanda tiene el aceite crudo de palmiste o almendra por lo que países como Colombia compra materia prima y da un valor agregado es decir, lo refinan y nuevamente lo exporta; por esta razón, es importante generar divisas en el país mediante la exportación de aceite refinado.

2.2.1.2. Oferta nacional de aceite de palmiste

Malasia es el país que controla el mercado mundial ya que tiene una producción de más del 50% de aceite, en Sud América, el país tiene una oferta considerable de aceite de palmiste es Colombia con una participación de 1,5% a nivel mundial. En Ecuador, el nivel de oferta de aceite de palmiste es 0,6%. Para aumentar la participación, se debe incentivar a la producción, puesto que en la actualidad existen solamente seis empresas dedicadas a la extracción de aceite de palmiste.

2.3. Investigación del mercado

Actualmente, la perspectiva de la mercadotecnia, indica que se debe desarrollar un proyecto que responda a las necesidades de los clientes. Tiene como objetivo estructurar de una manera correcta las características del aceite de palmiste y el posicionamiento del mismo, para esto es necesario utilizar procedimientos y técnicas relacionadas con el mercado con el fin de entender su comportamiento. La investigación de mercado es un método eficaz y racional que orienta y da un rumbo a la empresa. Este proceso de investigación requiere una serie de etapas que se deben desarrollar en forma secuencial. En la Figura 10, se observa su descripción:



2.3.1. Planeación

2.3.1.1. Planteamiento del problema

Desconocimiento de la viabilidad del proyecto de producción de aceite crudo de palmiste en la empresa Novapalm.

2.3.1.2. Delimitación

El espacio donde se desarrollarán las encuestas es La Concordia, provincia de Esmeraldas, donde están ubicadas las extractoras de aceite de palmiste y las entrevistas estarán dirigidas a los gerentes de las empresas refinadoras de aceite ubicadas en Manta provincia de Mambí y en Sangolquí provincia de Pichincha.

2.3.1.3. Necesidad de información

- Demanda potencial
- Competencia
- Rendimiento de aceite
- Clientes potenciales del aceite crudo
- Costo del aceite y materia prima
- Cantidad de fruta y aceite procesado al mes
- Capacidad con la que trabaja la extractora

2.3.1.4. Objetivos

Objetivo general

- Analizar los elementos del mercado como oferta, demanda, (compradores y consumidores) con el fin de conocer la viabilidad de la producción de aceite de palmiste en la empresa Novapalm.
-

Objetivos específicos

- Conocer el mercado potencial
- Analizar a los principales competidores
- Cuantificar la cantidad de materia prima procesada por refinadora

- Identificar la oferta de aceite crudo de palmiste en el mercado interno y externo
- Identificar la demanda aceite crudo de palmiste
- Definir los canales de comercialización
- Determinar las estrategias a seguir tomando en cuenta el entorno interno

2.3.2. Preparación

2.3.2.1. Fuente de información

- **Fuentes primarias**

Experimentación

Se efectuará una investigación del consumo aparente para lo cual es importante identificar, la oferta y demanda presente de aceite de palmiste en Ecuador.

Encuestas

Se realizará encuestas con el fin de determinar cuál es la situación actual de las procesadores de aceite de palmiste. (ANEXO 3).

Entrevistas

Con el fin de saber la situación actual de las empresas refinadoras se realizará entrevistas a los gerentes de planta de Danec y La Fabril. (ANEXO 3).

- **Fuentes secundarias**

Con estos datos se determinarán parámetros como el tamaño de la extractora, porcentaje de extracción de aceite y los principales compradores, competidores, el precio del aceite y de la materia prima.

2.3.2.2. Segmentación del mercado

Se tomará en cuenta la segmentación por actividad, que es la comercialización del principal producto a empresas de productos comestibles y no comestibles, específicamente a las refinadoras de aceite crudo de palmiste. El otro criterio que se debe considerar es la segmentación geográfica, ya que en el país existen cinco extractoras de aceite crudo de palmiste, ubicadas en La Concordia, provincia de Esmeraldas y Santo Domingo. Por la ubicación de Novapalm (cantón, recinto Matamba, cantón La Concordia), se realizará la investigación a las extractoras ubicadas a 30 kilómetros a la redonda y a la refinadora con la cual la empresa mantiene negociaciones de aceite crudo de palma, La Fabril, localizada en Manta.

2.3.2.3. Diseño de instrumentos para el desarrollo de la investigación

- **Métodos para la investigación**

El método de investigación que se utilizará es descriptivo, ya que se debe detallar las características y funciones del mercado del aceite de palmiste en Ecuador y específicamente en el sector de La Concordia mediante la entrevista a los gerentes de las extractoras y al gerente de la refinadora.

- **Matriz de formulación de preguntas para la encuesta y entrevista**

Es importante realizar una matriz de pregunta pues es una guía para realizar una correcta encuesta y entrevista. El cuestionario es un medio que ayuda para recoger información en el menor tiempo posible. Las preguntas están planteadas en forma interrogativa.

Tabla 21. Matriz de preguntas

Información	Indicadores	Empresa	Pregunta
Información básica sobre la extractora o refinadora	Datos de los clientes y de los competidores	La Fabril Aexav, Tysaisa, Palmera de los Andes y Siexpal	Nombre Dirección Teléfono
Estabilidad de la empresa	Tiempo de operación	La Fabril	¿Cuánto tiempo de operación tiene la empresa?
Precio de compra nuez.	Rango del precio y explicación	Aexav, Tysaisa, Palmera de los Andes y Siexpal	¿Cuál es el precio de comprar de nuez y a qué que deben estos precios?
Precio de aceite crudo de palmiste	Rango del precio y explicación	La Fabril	¿Cuál es el precio de compra del aceite de palmiste y a qué que deben estos precios?
Requisitos que deben cumplir los proveedores de aceite de palmiste	Características físico químicas	La Fabril	¿Cuáles son las características que deber tener el aceite de palmiste para ser aceptado por La Fabril?
Volumen de compra de nuez al mes	Cantidad de nuez procesada al mes	Aexav, Tysaisa, Palmera de los Andes y Siexpal	¿Qué cantidad de nuez procesan al mes?
Nivel de capacidad de la empresa	Capacidad de procesamiento de la planta extractora	Aexav, Tysaisa, Palmera de los Andes y Siexpal	¿Qué porcentaje de extracción tiene la extractora?
Forma de pago de los proveedores	Forma de pago	La Fabril	¿Cuál es la forma de pago de los proveedores?
Competencia	Proveedor potencial de aceite	La Fabril	¿Cuáles son los principales proveedores del aceite de palmiste?

Continuación Tabla 21.

Mercado potencial del aceite crudo de palmiste	Principales refinadoras	Aexav, Tysaisa, Palmera de los Andes y Siexpal	¿Cuáles son los principales compradores de aceite crudo de palmiste?
Situación del palmiste en el futuro	Alta o baja producción en el futuro de aceite de palmiste	Aexav, Tysaisa, Palmera de los Andes y Siexpal	¿En el futuro cuál sería la situación del aceite de palmiste alta, baja y por qué?
Oferta del mercado ecuatoriano	Oferta y demanda actual del aceite de palmiste	Aexav, Tysaisa, Palmera de los Andes y Siexpal	¿La oferta del mercado ecuatoriano satisface la demanda nacional e internacional?

2.3.2.4. Identificación de la población

Se lleva a cabo las encuestas a las extractoras de aceite Palmera de los Andes, Tysaisa, Siexpal, Aexav, las mismas que se encuentran en el sector de Santo Domingo, en la Vía Quinindé, Quevedo, Monterrey y Puerto Quito. Se realiza una encuesta al gerente de planta de la empresa La Fabril ubicada en la provincia de Manabí.

2.3.3. Investigación de campo

2.3.3.1. Análisis e interpretación de datos

Resultado de la entrevista al gerente de planta de La Fabril

1. ¿Cuánto tiempo de operación tiene la empresa?

La Fabril es una empresa que tiene más de diez años de producción, inició en 1966 y en 1978 se extendió en el sector industrial como refinadora de aceites y

grasas. Por lo tanto, es una empresa consolidada en la producción de aceites refinados, producción de jabones y materiales de limpieza.

2. ¿Cuál es el precio actual de compra de aceite crudo de palmiste?

Es de 1 175 dólares la tonelada de aceite de alta calidad.

3. ¿En que se basan para determinar el precio?

El precio en que se vende el aceite palmiste, se basa en el precio que dispone Fedapal, la cual comercializa el aceite ecuatoriano en mercados nacionales e internacionales. Por tanto, es evidente que los productores de aceite de palmiste de la zona dependen de condiciones internacionales para comercializar su aceite en mayor o menor precio.

4. ¿Cuáles son las características que debe tener el aceite de palmiste para ser aceptado por La Fabril?

Tabla 22. Características físico químicas

Especificaciones	Valor (%)
Acidez	1 a 2,5
Humedad	0,1 a 1,5
Impurezas	0,01 a 0,05

Se consideran los parámetros más destacados como acidez del aceite es de 1 a 2,5%, una humedad de 0,1 a 1,5 % y un rango de 0,01 a 0,04 % de impurezas, estos parámetros permiten tener un subproducto de buena calidad.

5. ¿Cómo es el pago a los proveedores de aceite?

El pago es al contado, así se planifica los flujos de efectivo con pagos inmediatos por aceite crudo entregado a la empresa.

6. ¿Cuáles son los principales proveedores de aceite de la empresa?

Tysaisa y Aexav son los principales proveedores de la zona, con entrega de un aceite de alta calidad que cumplen con las características físico-químicos establecidos por la empresa.

Tabla 23. Proveedores de aceite

Empresa	Toneladas de aceite por mes
Tysaisa	280,00
Siexpal	525,00
Aexav	388,00
Total	1 193

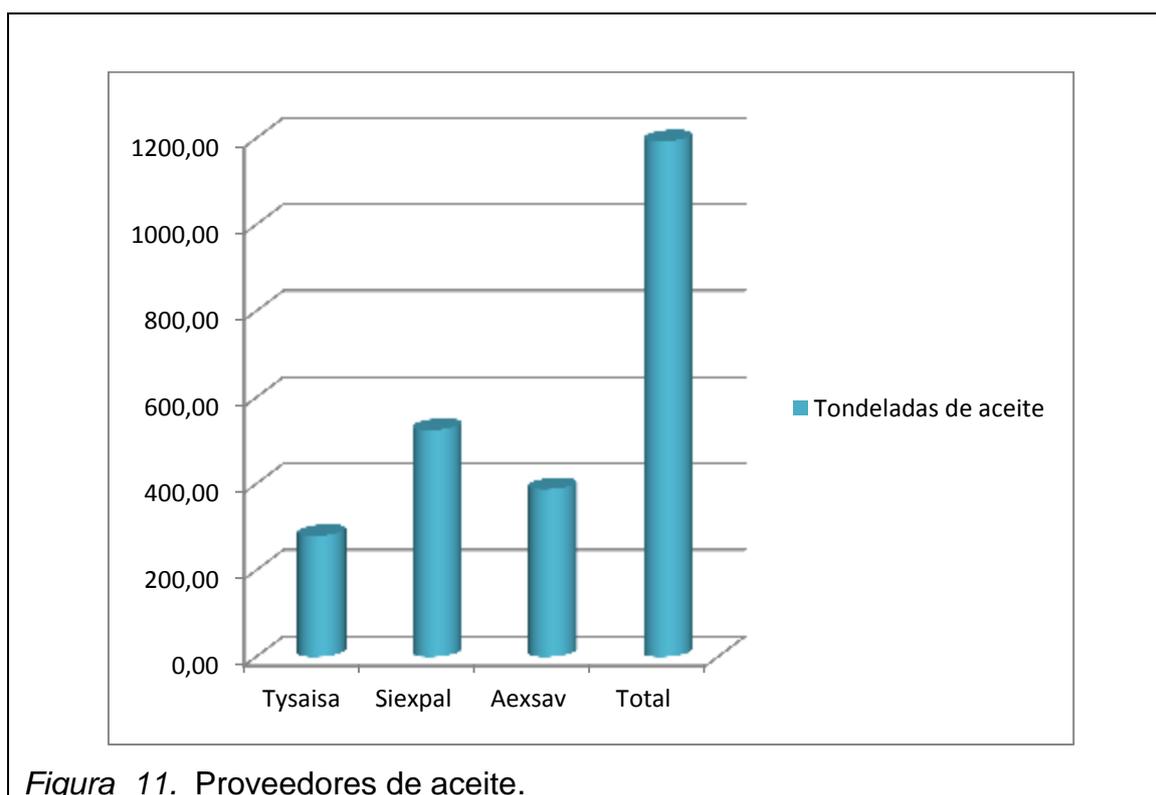


Figura 11. Proveedores de aceite.

7. ¿Qué cantidad de materia prima procesan al mes?

Desde el mes de enero al mes de agosto se procesan un promedio entre 2 000 a 3 000 toneladas mensuales, en los meses de septiembre a diciembre se

procesan alrededor de 3 000 a 3 500 toneladas mensuales, puesto que se recibe menor cantidad de aceite.

8. ¿Qué tipo de productos se elaboran a partir del aceite crudo de palmiste?

La Fabril refina el aceite y a partir del aceite RBD de palmiste elabora subproductos no comestibles para elaboración de productos de higiene y cuidado personal como jabones y cosméticos. En la industria alimenticia es usado como materia prima para elaborar fracciones intermedias de sustitutos como la manteca de cacao.

- **Resultados de las encuestas a los principales productores de aceite crudo de palmiste.**

1. ¿Qué cantidad de materia prima (palmiste) es procesada al mes?

Tabla 24. Materia prima procesada

Empresa	Cantidad en toneladas por mes
Aexav	2 430
Tysaisa	2 000
Palmeras de los Andes	630
Siexpal	3 500

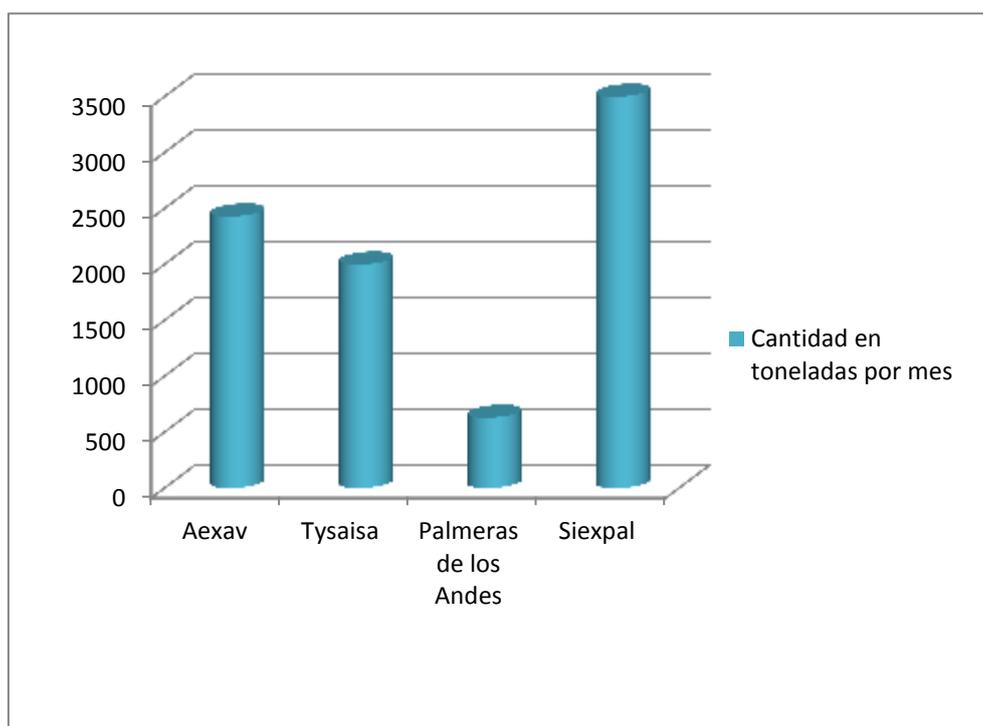


Figura 12. Materia prima procesada por mes

La Figura 12, indica que la extractora con mayor capacidad de producción de la zona es Siexpal con un 53% de materia prima procesada. Está localizada en la provincia de Santo Domingo, el palmiste que procesa, es de la zona de Quevedo puesto que todas las extractoras de esta zona están cerradas.

2. ¿Cuál es el porcentaje de extracción en la planta?

Tabla 25. Porcentaje extracción aceite

Empresa	% de Extracción
Aexav	16
Tysaisa	14
Palmeras de los Andes	14
Siexpal	15

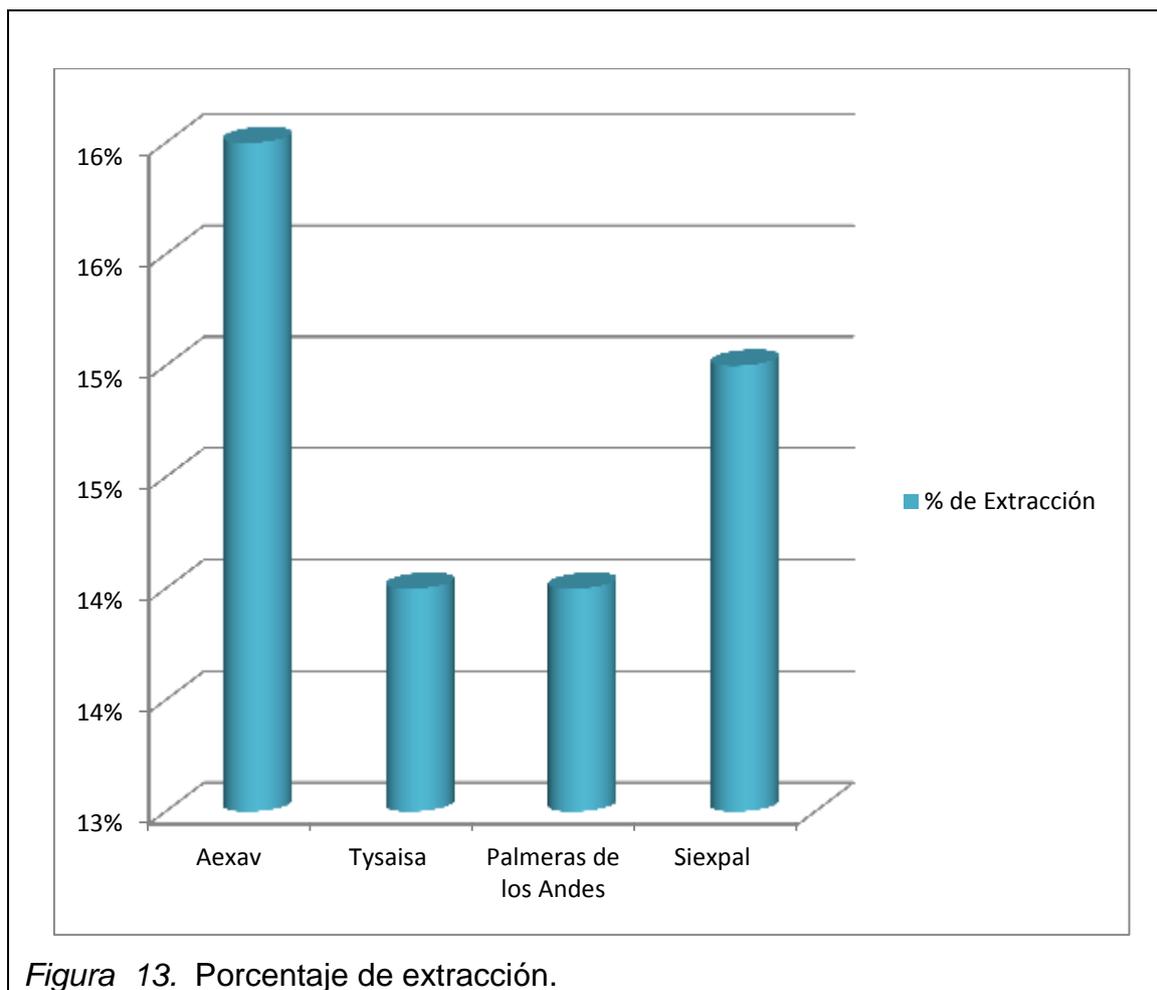


Figura 13. Porcentaje de extracción.

El porcentaje de extracción está relacionado al estado y mantenimiento de la maquinaria, principalmente cuando las prensas de tornillo se desgastan, el porcentaje baja. La empresa con mayor porcentaje de extracción es Siexpal, sin embargo, un promedio bueno de extracción esta entre 14-16%, que es lo que obtienen las empresas Tysaisa, Palmeras de los Andes y Aexav.

3. ¿Cuál es la cantidad de aceite de palmiste destinado al mercado interno y externo?

Tabla 26. Cantidad de aceite de palmiste en el mercado

Empresa	Mercado interno (%)	Mercado externo (%)
Aexav	100	
Tysaisa	80	20
Palmeras de los andes	100	
Siexpal	40	60

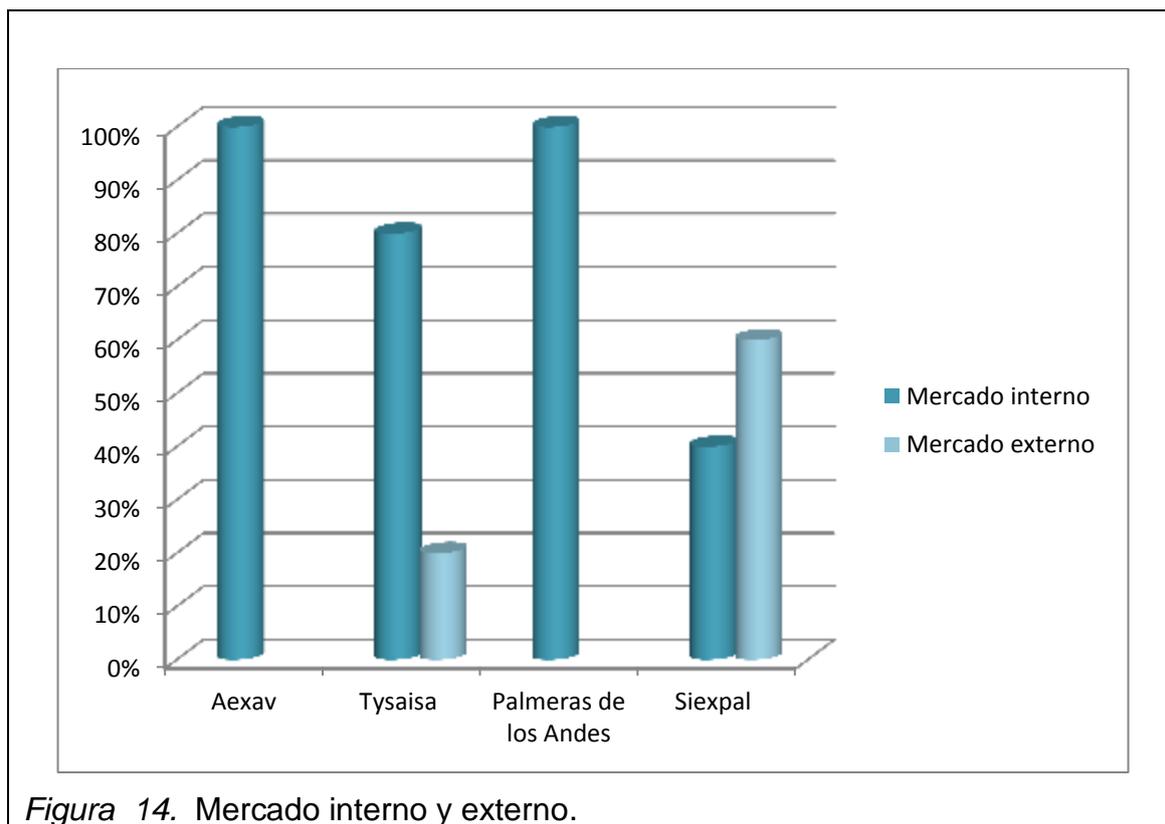


Figura 14. Mercado interno y externo.

En su mayoría el aceite de palmiste se comercializa en el mercado interno, con excepción las empresas Siexpal que destina al mercado externo 60% y Tysaisa que destina el 20% de su aceite a exportación. El motivo principal por el cual el aceite se comercializa en su mayoría en el mercado interno, a las grandes industrias como La Fabril, Danec y Ales es que los costos de transporte son elevados y no se puede exportar.

4. ¿Cuáles son sus principales compradores de aceite crudo de palmiste?

Tabla 27. Compradores de aceite

Empresa	La Fabril (%)	Danec (%)	Ales (%)
Aexav	80	20	0
Tysaisa	100	0	0
Palmeras de los Andes	0	100	0
Siexpal	40	20	40

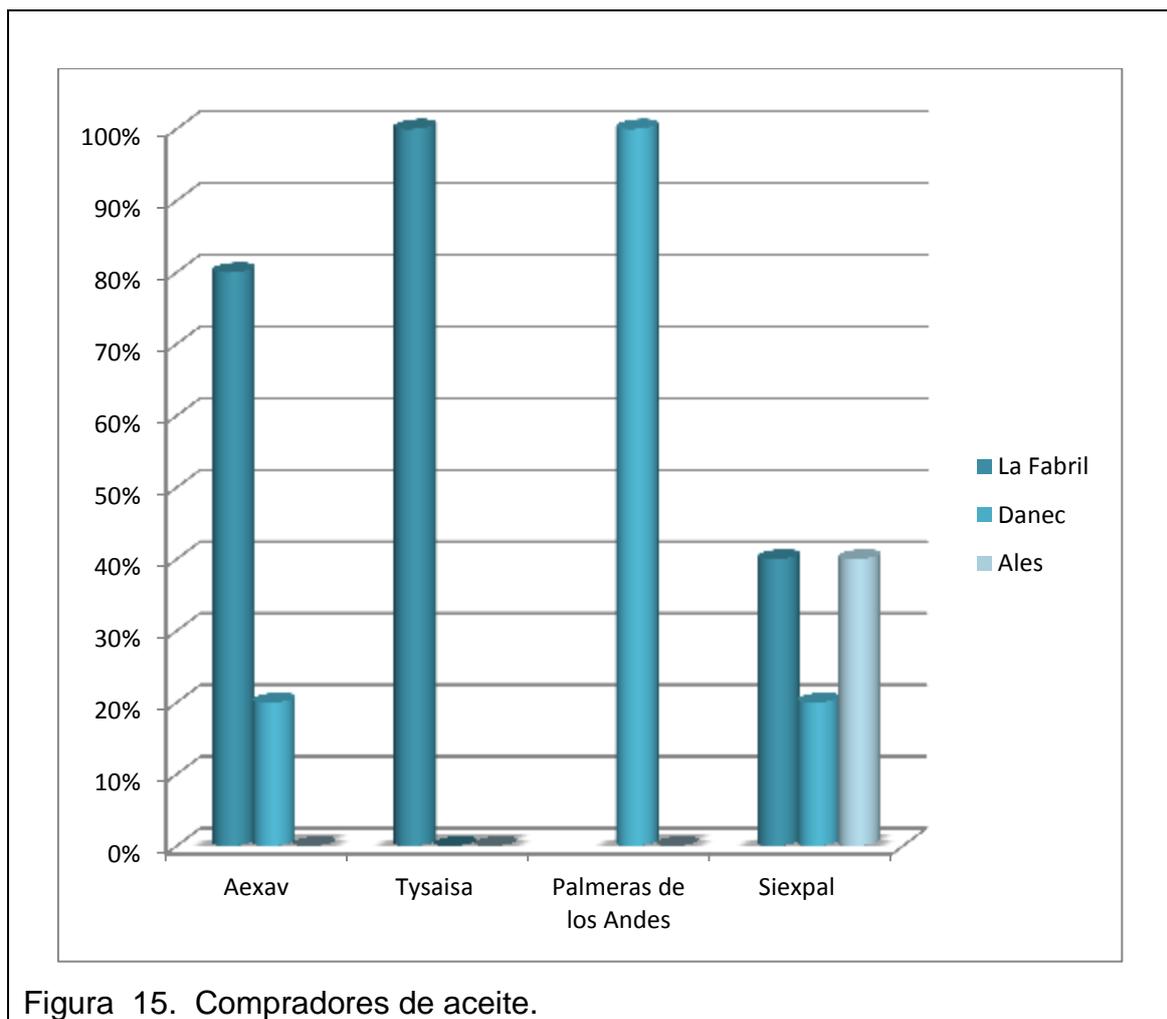


Figura 15. Compradores de aceite.

Las principales empresas compradores de aceite de palmiste en Ecuador son las industrias La Fabril, Danec y Ales, sin bien es cierto estas empresas no utilizan todo su materia prima para la elaboración de sus derivados, su excedente de aceite lo refina, blanquean y desodorizan (RBD), y lo exportan.

5. ¿En el futuro, cuál sería la situación del aceite de palmiste?

Tabla 28. Futuro del aceite de palmiste

Empresa	Alto (%)	Bajo (%)
Aexav	80	20
Tysaisa	100	0
Palmeras de los Andes	70	30
Siexpal	100	0

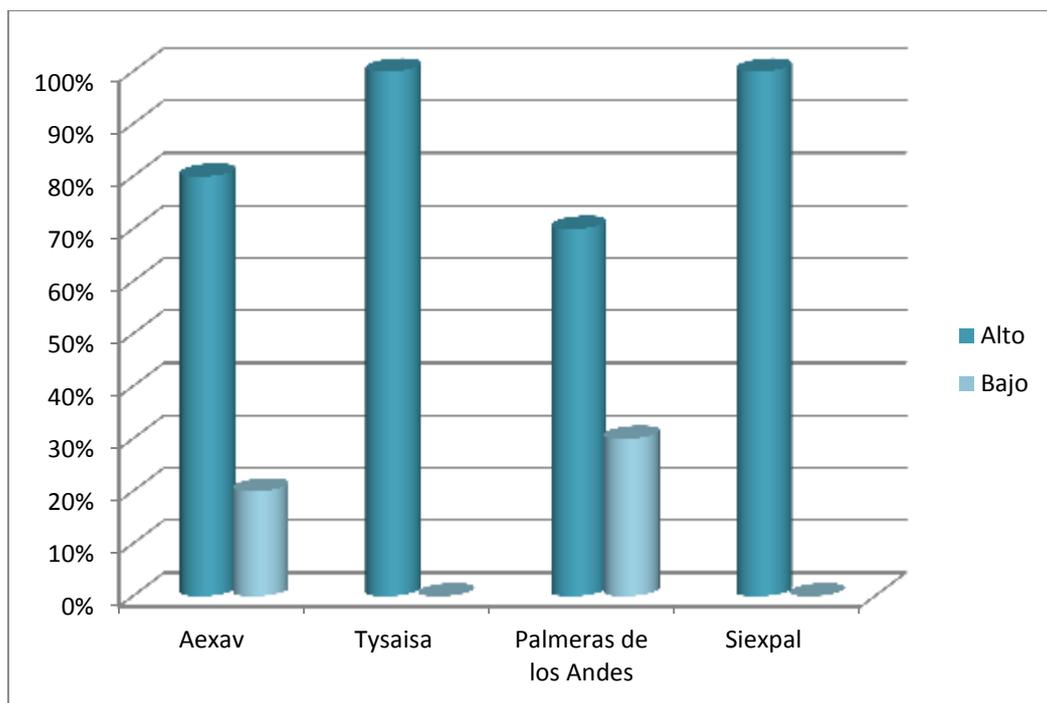


Figura 16. Futuro del aceite de palma.

En el futuro, el aceite de palmiste tiene muchas expectativas, ya que en los últimos años la producción ha incrementado 24 000 toneladas, además que su precio no ha bajado de los 800 dólares la tonelada y también empresas como La Fabril y Danec negocian con las extractoras la producción de todo el año.

6. ¿La oferta del mercado ecuatoriano satisface a la demanda nacional e internacional, sabiendo que (3) satisface, (2) poco satisface y (1) no satisface?

Tabla 29. Demanda nacional e internacional

Empresa	Demanda Nacional	Demanda Internacional
Aexav	3	1
Tysaisa	3	2
Palmeras de los Andes	2	2
Siexpal	3	1

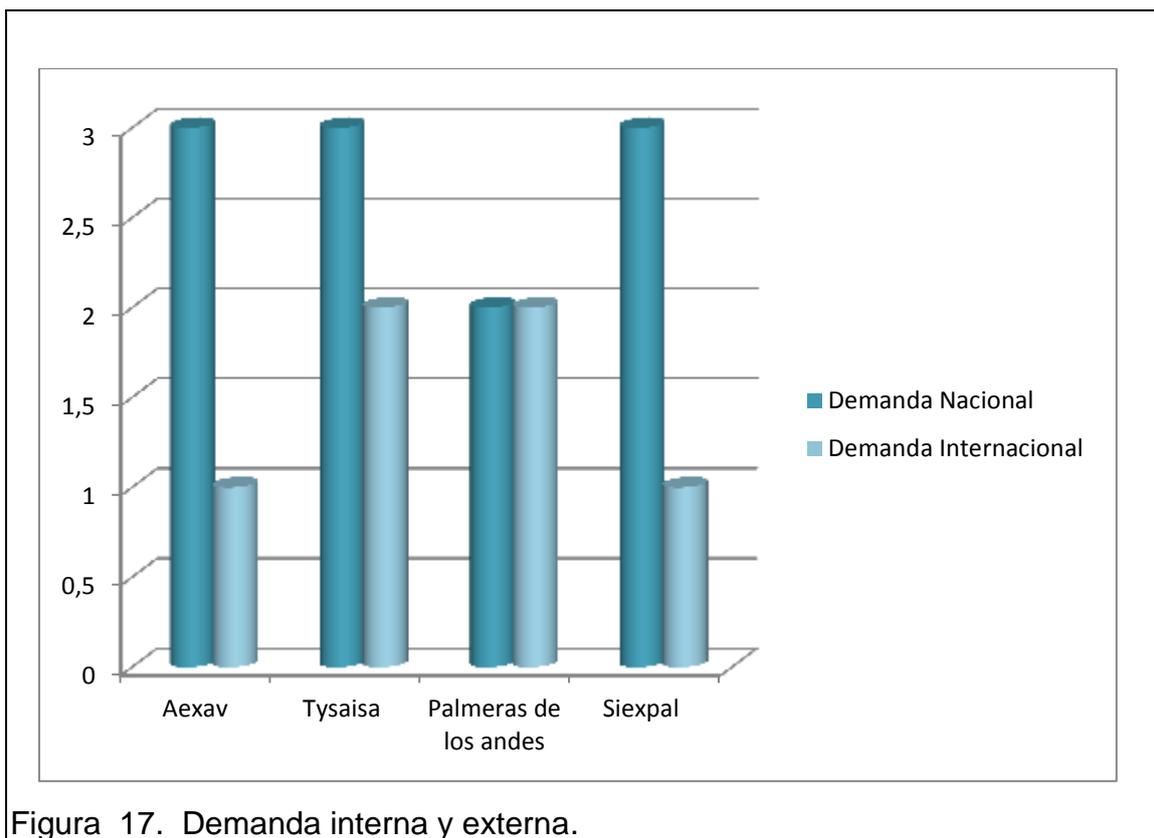


Figura 17. Demanda interna y externa.

La mayoría de las extractoras consideran que la demanda nacional sí se cumple ya que no existen muchas industrias refinadoras de aceite de palmiste, la demanda internacional no es abastecida ya que es muy grande; esta alcanzó las 3.450.000 toneladas de aceite de palmiste en el mundo

7. ¿Cuáles son sus principales competidores por la materia prima?

Tabla 30. Competidores

Empresa	Competidores
Aexav	Tysaisa
Tysaisa	Aexav, palmera de los Andes
Palmeras de los andes	Tysaisa y Aexav
Siexpal	no tiene competencia

Como se puede observar en la Tabla 30, las empresas que representa mayor competencia por materia prima dentro del mercado de aceite de palmiste son Tysaisa y Aexav, pues son las que producen mayor cantidad de aceite de palmiste y se encuentran en la misma zona.

2.3.4. Análisis de la demanda

A través del análisis de los datos adquiridos en las encuestas realizadas se determinó, que la comercialización del aceite crudo de palmiste, produce una demanda elástica cruzada, ya que, se produce gran cantidad de aceite crudo, cuando a nivel nacional e internacional es necesario mayor cantidad de aceite refinado para la elaboración de subproductos y más cuando el precio del mismo se incrementa por influencia del aumento del precio del barril de petróleo.

2.3.4.1. Factores que afectan a la demanda

- **Disminución de la demanda de palmiste:** al disminuir la cantidad de nuez, la producción de aceite se ve afectada, pues es la principal materia prima para la extracción de aceite, ya que es la única aplicación.
- **Cosechas elevadas en otros países:** al aumentar la cosecha de palma en otros países la demanda de aceite se ve afectada pues los países ya no compran la materia prima para realizar los productos terminados.

2.3.4.2. Comportamiento histórico de la demanda

La demanda histórica depende directamente de la capacidad de producción de la planta refinadora, es decir, de la capacidad de recibir aceite crudo de palmiste. Según la investigación de mercado se determinó que las instalaciones de La Fabril, se encuentran en funcionamiento por más de 10 años, tiempo en el que han realizado los cambios necesarios para la capacidad de procesamiento, de tal forma que procesan un promedio entre 2 000 a 3 000 toneladas mensuales de aceite crudo. Además, según el gerente de planta de la empresa, se tiene planificado mantener la capacidad constante durante los próximos años.

2.3.4.3. Análisis de la demanda potencial

Las refinadoras de aceite crudo de palmiste en el país no tienen cupo, es decir, pueden comercializar todo el aceite que produzcan, además que gran parte es utilizado para la elaboración de subproductos comestibles como no comestibles. Esta producción depende de la cantidad de materia prima que reciban, por lo que su producción se limita a la cantidad de aceite que compren y que puedan procesar.

2.3.5. Análisis de la oferta

La comercialización del aceite de palmiste, es una oferta de competencia perfecta, ya que el producto que va a ser comercializado es prácticamente el mismo, es decir, aceite crudo de palmiste, que sólo puede variar en sus características físico-químicas.

2.3.5.1. Factores que afectan a la oferta

- **Capacidad de producción de los competidores:** si las extractoras empiezan a aumentar o disminuir su nivel de producción, la oferta se verá afectada, pues a mayor producción existirá mayor oferta y viceversa.
- **Nuevos competidores:** puede también existir en la zona nuevas implementaciones de extractores, las cuales empezarán a producir, por lo que existirá un aumento de la oferta en algunos años.
- **Daños dentro de la planta extractora:** si la planta de refinación sufre algún daño en sus instalaciones que impida la refinación del aceite, la demanda se verá afectada, ya que disminuirá su producción

2.3.5.2. Comportamiento histórico de la oferta

En la Tabla 31, se puede observar claramente que la oferta de aceite de palmiste en los últimos años se ha incrementado en un promedio del 8% anual de producción.

Tabla 31. Producción de aceite de palmiste

Oferta histórica de los proveedores de aceite de palmiste			
Año	Oferta anual	Oferta mensual	Incremento con respecto al año anterior
2006	19 000,00	1 583,30	0
2007	20 710,00	1 725,80	9%
2008	22 420,00	1 868,30	8,3%
2009	24 130,00	2 010,80	7,6%
2010	25 840,00	2 153,30	7,10%
2011	27 550,00	2 295,80	6,6%

Tomado de La Fabril, 2010.

2.3.5.3. Análisis de la oferta actual

Según el sondeo de mercado, en el sector donde se encuentra Novapalm, existen cuatro empresas dedicadas a la extracción de aceite de palmiste como Palmeras de los Andes, Aexav, Tysaisa y Siexpal, que en promedio entregan 2 000 toneladas a La Fabril y 252 toneladas a Danec. En el año 2006, la oferta de aceite fue de 19 000 toneladas anuales y en los últimos años se procesó 28 000 toneladas anuales de aceite.

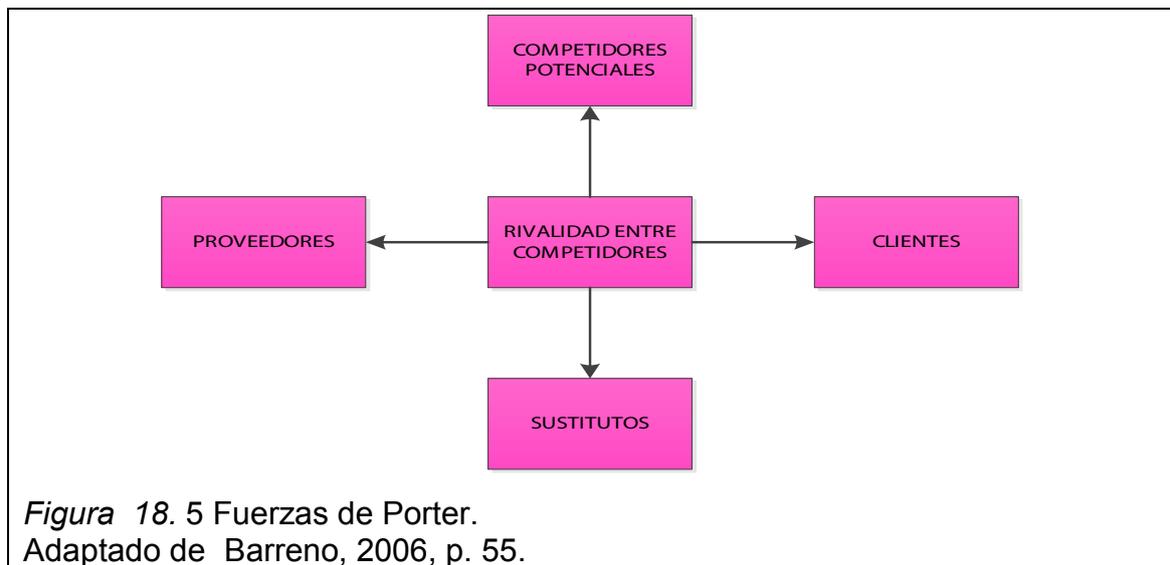
2.3.6. Análisis de oferta-demanda

En la actualidad Ecuador participa con el 0.6 % de la demanda mundial. En el resultado de las encuestas realizadas a las extractoras de aceite, la oferta de materia prima que produce nuestro país no satisface la demanda internacional de aceite crudo de palmiste; con respecto a la demanda nacional se satisface

con las necesidades de la industrial para elaboración de producto final. Sin embargo, empresas como La Fabril y Danec permiten una negociación anual de aceite crudo de palmiste.

2.4. Análisis de las 5 fuerzas de Porter

Este modelo es una forma de organizar la información acerca de la industria para determinar la rentabilidad que espera la empresa Novapalm, y se puede explicar mediante cinco factores: rivalidad entre competidores, amenaza de nuevos entrantes, poder de negociación con los proveedores, poder de negociación con los clientes y amenaza de productos sustitutos.



2.4.1. Principales competidores

Los principales competidores son: Aexav, Tysaisa y Palmera de los Andes que están dentro de la misma zona. Los productos de este sector son similares, razón por la cual se debe establecer estrategias de diferenciación, es decir poner énfasis en la calidad del proceso de fabricación para cumplir con todos los estándares establecidos por los compradores.

2.4.2. Productos sustitutos

Los principales sustitutos del aceite de palmiste son el aceite de coco y la manteca de cacao. Los aceites láuricos, como el aceite de palmiste y coco son las principales fuentes de ácidos grasos de cadena larga. El aceite de palmiste contiene 50% de ácido láurico. Los dos aceites tienen mucho uso en el campo comestible y no comestible, tienen un ámbito estrecho de punto de fusión menor que la temperatura del cuerpo, mientras que la manteca de cacao da un gusto fresco a los productos que lo contienen. Para muchos fines, estos son intercambiables a pesar que el aceite de palmiste abunda en ácido oleico y linoleico con relación al aceite de coco y da una grasa ligeramente más suave con un campo de fusión más amplio.

2.4.3. Negociación con proveedores

El sector cuenta con proveedores de materia prima como son: San Daniel, Hermanos Muños y Atahualpa. Con los proveedores se realizan negociaciones de acuerdo al precio establecido en relación al precio promedio internacional del palmiste que será calculado mensualmente por Novapalm, dentro de esta negociación se tomarán en cuenta aspectos como transporte y bonos al mejor proveedor de nuez de buena calidad.

2.4.4. Negociación con clientes

La industria aceitera en el país cuenta con dos clientes potenciales como son La Fabril y Danec, con los cuales Novapalm realizará importantes negociaciones, considerando que estas empresas compran grandes volúmenes de aceite crudo tanto de palma como palmiste, tienen un alto poder de negociación, sin embargo, no existirá ningún tipo de desacuerdo con relación al precio, ya que es establecido mensualmente en relación al precio promedio internacional, este aspecto vuelve atractiva a la industria.

Existe una marcada tendencia en estas empresas que a las vez son competidoras en el sector porque son ellos quienes producen la materia prima, esto puede significar una amenaza de integración hacia atrás, sin embargo, se puede realizar negociaciones ya que estas empresas refinan el aceite para elaboración de subproducto y el excedente lo exportan. Las refinadoras de aceite determinan las características físico-químicas de la aceite como acidez, humedad y solidos totales ya que requieren de un aceite crudo de alta calidad para el proceso de refinación.

2.4.5. Rivalidad entre competidores

El número de empresas dedicadas a la extracción de aceite de palmiste en la zona es seis, existe una rivalidad con respecto a la materia prima, sin embargo, las empresas proveedoras pagan un alto precio de trasporte para entregar la nuez a estas extractoras. Con respecto a la producción de aceite de palmiste, cada empresa tiene distinta capacidad y porcentaje de extracción.

2.5. Estrategia de Marketing y comercialización

Es el conjunto de técnicas utilizadas para alcanzar los objetivos empresariales de forma planificada para satisfacer las necesidades del cliente o consumidor, y de esta manera, adquirir un beneficio mutuo. Está establecido por las 4p's, producto, precio, plaza y promoción.

2.5.1. Producto

El aceite de palmiste se extrae de las almendras, de la semilla o nuez de la palma, dejando como residuo la torta de palmiste. Con relación a la composición química es muy diferente al aceite rojo de palma. Es la materia prima utilizada para la industria cosmética, en la industria química, en la fabricación de detergentes y también en la industria agroalimentaria como simulación en productos lácteos, se utiliza como blanqueadores de café. El

aceite de palmiste es hidrogenado y la estearina de la almendra de palma se utiliza en glaseados de crema batida, toffes y caramelos.

2.5.2. Precio

Importante considerar que el precio internacional del aceite crudo de palmiste es directamente proporcional al precio de la nuez, que es regido por su oferta y demanda. Los precios en que se comercializa en aceite de palmiste son fijados de acuerdo al precio promedio internacional. En este precio influyen factores como oferta, demanda, el precio del barril de petróleo, puesto que, este en los últimos años ha tenido una relación directa con el precio del aceite crudo de palma y palmiste. En ocasiones, este costo de la palma se ve afectado por las condiciones climáticas a nivel mundial y por la política económica de cada país. Los precios del aceite y sus derivados se observan en la Tabla 32

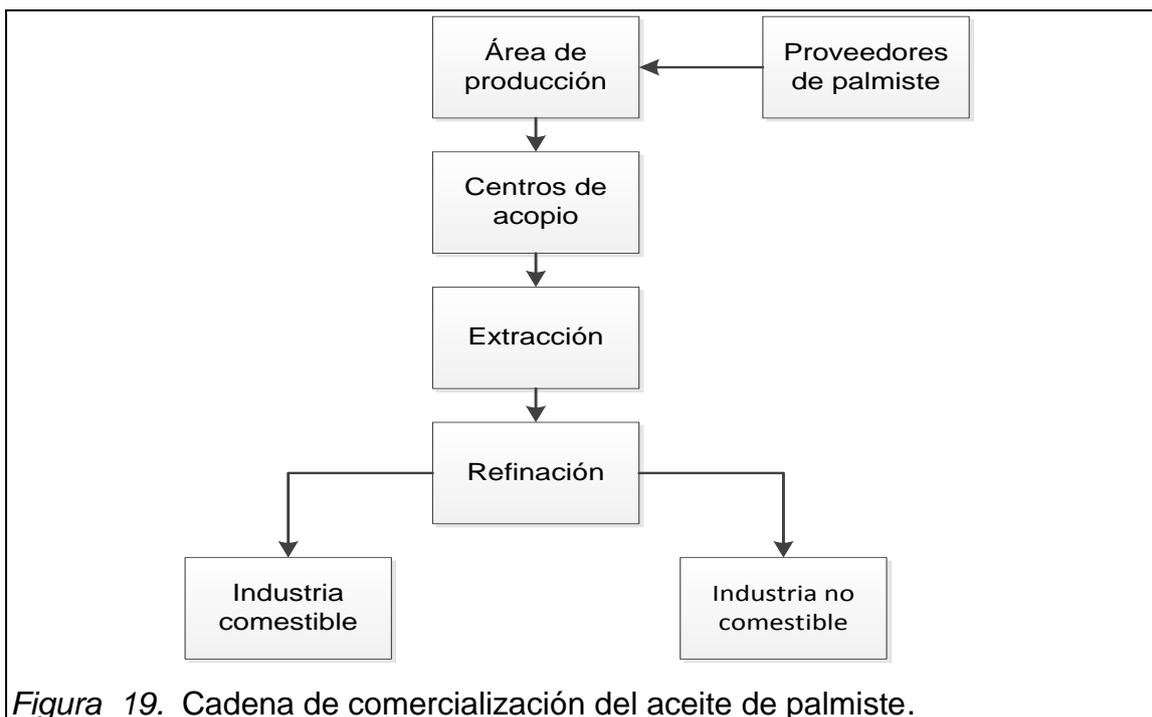
Tabla 32. Precios del aceite de palma y sus derivados

Producto	Costo en dólares/ tonelada
Aceite crudo de palmiste	1 175
Nuez	110,00
Torta de almendra	12,00
Cuesco	5,00

Tomado de Fedapal 2012.

2.5.3. Plaza

Como se va a desarrollar el presente proyecto en la empresa Novapalm la cual se encuentra ubicada en el recinto Matamba, cantón La Concordia, no se puede definir una estrategia de plaza, ya que el lugar de producción se encuentra totalmente definido, al igual que refinadora a la va cual se entregará el aceite, sin embargo, se realizó un esquema acerca del canal de comercialización del aceite de palmiste que se observa en la Figura 19.



2.5.4. Promoción

La estrategia a utilizar es que los canales de transporte de materia prima serán totalmente gratuitos para que la nuez sea transportada desde la extractora de aceite de palma hacia la empresa Novapalm y se ofrecerá un bono al mejor proveedor de nuez.

2.6. Análisis FODA

El análisis FODA es una herramienta que proporciona a la empresa Novapalm la información necesaria para la implementación de acciones correctivas y la generación de nuevas alternativas de mejora necesarias para el proceso de planeación estratégica. Tiene como objetivo analizar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, considerando factores económicos, políticos, sociales y culturales que influyen en el ámbito externo e inciden en la parte interna de la empresa.

2.6.1. Fortalezas

- Experiencia en la producción de aceite
- Mano de obra calificada
- Alta producción de aceite crudo de palmiste
- Producción de aceite de alta calidad
- Todos los subproductos del proceso de extracción son utilizados
- Mejora continua en los procesos
- Generación de divisas
- Compromiso y confianza de todo el personal de la empresa
- Los márgenes de ganancia serán altos

2.6.2. Debilidades

- Altos costos de inversión
- Recuperación de la inversión a largo plazo
- Presupuestos limitados
- Poco impacto inicial en las ventas
- Impacto ambiental de la extractora

2.6.3. Oportunidades

- Amplio mercado y constante crecimiento
- Mayor tasa de rentabilidad
- Lograr mejores negociaciones con los clientes y proveedores
- Sorprender a la competencia con un aceite de buena calidad
- Exportación del aceite a otros países

2.6.4. Amenazas

- Inestabilidad en la adquisición de materia prima
- Variabilidad de precios internacionales

- Importaciones de aceite de palmiste
- Reducción del consumo de aceite crudo de palmiste (reemplazado por el aceite de coco y manteca de cacao).
- Posibles competidores con mayor acceso a los canales de comercialización

Capítulo III

3. Estudio técnico

3.1. Materia prima

3.1.1. Directa

3.1.1.1. Palmiste

La principal materia prima, como se observa en la Figura 19 son las semillas de palma, llamada también nuez, constituye el 12% de la fruta de palma, se encuentra después de que se ha extraído el mesocarpio aceitoso suave del fruto, está formada por cuesco o cascarilla, lo que constituye el endocarpio y de una almendra. El tamaño de la nuez varía según el volumen de la almendra y el grosor del cuesco. Las nueces de la palma tipo *dura* pueden tener de dos a tres centímetros de largo y un peso promedio de cuatro gramos, las nueces de palma *tenera* por lo general mide dos centímetros de largo y el promedio de peso es de dos gramos.



Figura 20. Palmiste.

El cuesco tiene fibras que lo atraviesan en forma longitudinal, se adhieren a él y se recogen en un mechón en la base. Hay tres poros germinales que corresponden a las tres partes del ovario carpelar, cada uno de estos poros pertenece al número de almendras desarrolladas. Como se ve en la Figura 20 dentro del cuesco está la almendra, la cual se formada por un endospermo aceitoso duro de color blanco grisáceo, rodeado por una testa parda oscura, cubierta por una red de fibras encajado en el endospermo y frente a uno de los poros terminales se encuentra el embrión.



Figura 21. Palmiste

3.1.2. Indirecta

En el proceso productivo no interviene tipo de materia auxiliar alguna, puesto que lo que se extrae es 100% aceite crudo de palmiste mediante el proceso de extracción por presión donde no intervienen disolventes. Sin embargo, dentro del laboratorio se utilizan los siguientes reactivos y disolventes.

3.1.2.1. Alcohol etílico

También se lo conoce como etanol, es un compuesto orgánico, líquido, volátil, inflamable, incoloro y soluble en agua. Las moléculas que lo componen son de carbono, hidroxilos e hidrogeno, es utilizado dentro de la industria de la palma para la determinación de acidez del aceite de palma y palmiste.

3.1.2.2. Hidróxido de sodio

Es un compuesto inorgánico, incoloro, absorbe la humedad del aire, es decir es higroscópico, también conocido como sosa caustica, generalmente en la industria de la palma es utilizado para la titulación de ácidos grasos libres en la determinación de la acidez del aceite de palma y palmiste en una solución de 0,5%.

3.1.2.3. Fenolftaleína

Es un indicador de pH (ácido-base), es incoloro, está formado principalmente por la reacción del fenol, anhídrido oftálmico y ácido sulfúrico, en soluciones ácidas permanece incoloro y en presencia de bases se torna rosa o violeta. En el caso del aceite de palmiste, es utilizado para la determinación de la acidez, junto con el alcohol etílico y el hidróxido de sodio respectivamente.

3.1.2.4. Cloroformo

El cloroformo es un compuesto químico, a temperatura ambiente es líquido, incoloro, volátil y no inflamable con un característico olor dulzón. Es utilizado en la industria de la palma para extracción del aceite por disolventes conocida también como sólido-líquido, se puede realizar de tres maneras por percolación, por inmersión y por procedimiento mixto de percolación e inmersión. El cloroformo también se usa para determinar el índice de yodo del aceite de palmiste.

3.2. Diseño del producto

3.2.1. Levantamiento del proceso

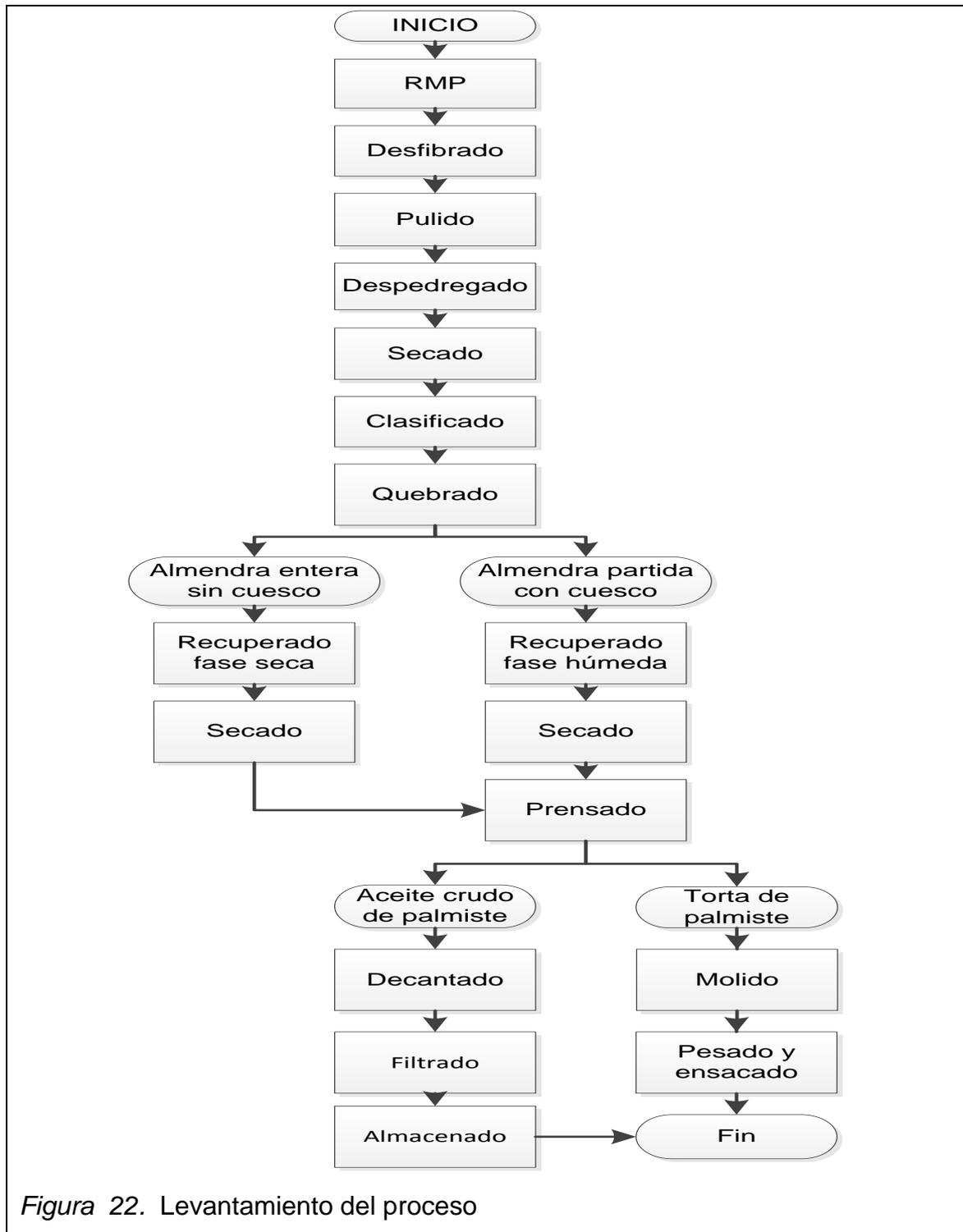
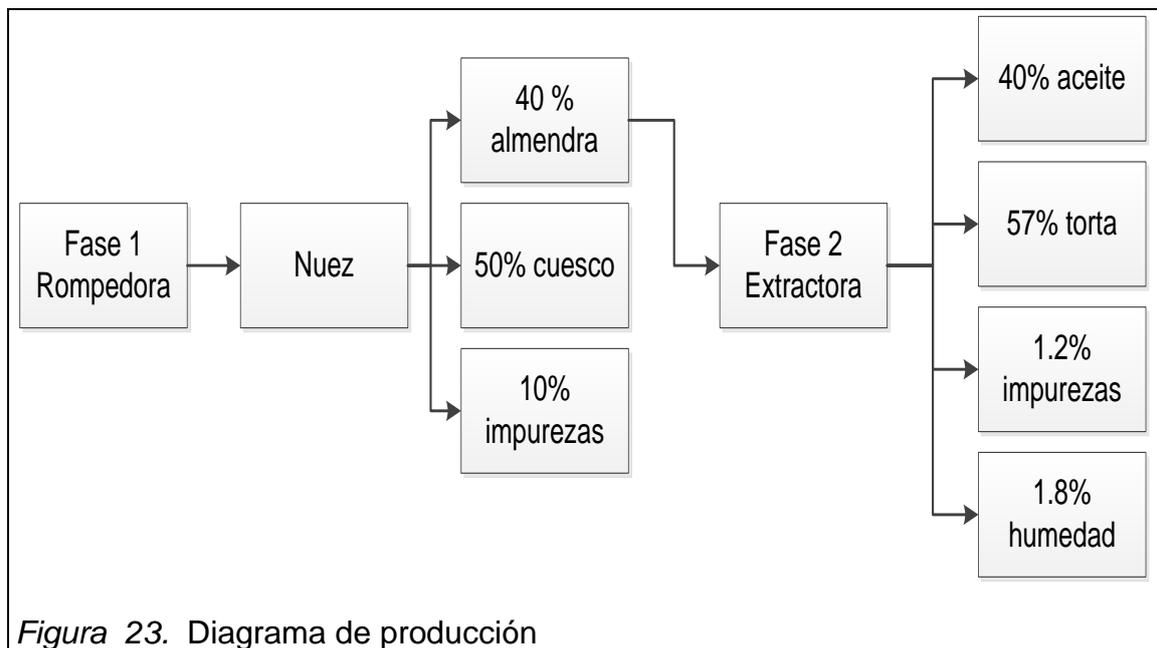


Figura 22. Levantamiento del proceso

3.2.2. Diagrama de producción de aceite de palmiste



En la Figura 23, se observa de manera general, el proceso de producción de aceite de palmiste en sus dos fases. La nuez representa el 100 % de la materia prima que entra al proceso, al romperse, el 40% es almendra, la cual pasa al proceso de presando para realizar la extracción de aceite, el 50% es cuesco, que es comercializado y el 10% son impurezas como fibra, utilizada para la combustión del caldero.

3.2.3. Descripción del Proceso para extracción mecánica de aceite de palmiste.

3.2.3.1. Recepción de materia prima

El palmiste es descargado y almacenado en una pista de concreto al medio ambiente para su secado natural. Debido a que se almacenan grandes cantidades, se produce un efecto térmico de secado, pues existen espacios mínimos de aire entre las nueces, creando de esta forma una cubierta aislada que permite que el calor se concentre en los rumos.

La nuez debe ser procesada en corto tiempo pues tiende a incrementar su acidez que afecta a la calidad de producto final. En la Figura 24 se puede observar que el palmiste para ser procesado es depositado en una tolva rectangular hacia un tornillo sin fin para ser distribuida uniformemente hacia el elevador de nueces.



Figura 24. Recepción de materia prima.

3.2.3.2. Desfibrado

El desfibrado puede ser de forma neumática, mecánica o hidráulica, sin embargo, los separadores neumáticos son los mejores. La mezcla de nuez y fibra, parcialmente seca, pasa a una corriente de aire vertical muy fuerte para llevar hacia arriba las fibras mientras que las nueces caen en el tambor pulidor. En la Figura 25 se observa los transportadores de fibra.



Figura 25. Desfibrado de nueces

3.2.3.3. Pulido

Mediante cucharones, la nuez es transportada al tambor pulidor, que se puede observar en la Figura 26. A través de un movimiento rotatorio la nuez es pulida por mallas que permiten eliminar las fibras existentes. Dentro del tambor pasa aire que ayuda a que las partículas pequeñas vayan hacia arriba uniéndose al flujo principal. Posteriormente, es transportada por un ciclón neumático donde por diferencia de densidad la nuez es separada de las piedras u otro tipo de residuos para evitar que los trituradores sufran algún tipo de ruptura.



Figura 26. Pulido de nueces

3.2.3.4. Secado de nueces

Las nueces limpias pueden secarse en un silo apropiado, en caso de que durante, el secado la separación de fibra haya sido suficiente, pueden ser llevadas directamente a cribas clasificadoras, para acomodarlas por tamaños antes de la trituración. Es necesario calentar las nueces para secar las almendras, y de esta forma puedan contraerse y separarse del cuesco, inmediatamente son enfriadas antes del prensado. Sin este acondicionamiento, la ruptura de las almendras aumenta y sus fragmentos se adhieren al cuesco y se pierden.

3.2.3.5. Clasificado

En la Figura 27, se observa que la nuez es clasificada de acuerdo a su variedad y a través de un tambor clasificador rotatorio, el mismo que está constituido por un cilindro metálico con perforaciones de trece, quince y diecisiete milímetros, separadas en áreas determinadas como se puede ver en la Figura 28; en el caso de ser nuez tipo *dura* tiene un diámetro de dieciocho milímetros, por lo tanto pasa directamente a una rompedora de impacto.



Figura 27. Clasificado de nueces



Figura 28. Clasificador de nueces 1, 2 y 3

3.2.3.6. Quebrado de nueces

Cada una de las mallas clasificadoras, tiene una tolva de salida para cargar las tres rompedoras como se observa en la Figura 29 tipo rotor de palillos y una rompedora de paletas para la nuez tipo *dura*. Al entrar la nuez a la rompedora, es golpeada por las aspas o paletas, y al impactarse contra la pared, se rompen y se obtiene una mezcla triturada de almendra, cascara, fibra y polvos.



Figura 29. Rompedora de nueces .

3.2.3.7. Recuperado de la almendra fase seca

La mezcla triturada de cuesco y almendra pasa, a cuatro ciclones separadores de cascara, donde las almendras por densidad y mayor peso, caen a un transportador para ser conducidas a un tambor separador donde la almendra recuperada en fase seca, mediante una banda transportadora que se observa en la Figura 30, es conducida al silo de secado.



Figura 30. Recuperado de almendra fase seca

3.2.3.8. Recuperado de almendras fase húmeda

Las cáscaras y almendras que no pudieron ser separadas en la fase seca, pasan a la fase húmeda, donde son conducidas a través de un ducto separador hacia un sinfín el mismo que descarga en la tina del hidrociclón. En la Figura 31, se observa que el hidrociclón funciona haciendo remolinos de agua, por lo que la almendra, al tener menor densidad y peso que el cuesco, se queda en el medio y el cuesco se va hacia las paredes del hidrociclón donde son desechados, la almendra es transportada hacia un tambor giratorio para un presecado y luego es llevada hacia los silos de secado.



Figura 31. Recuperado de almendra fase húmeda

3.2.3.9. Secado de la almendra partida

Las almendras que vienen del hidrociclón, se caracterizan por estar constituidas en un 90% de almendras partidas estas son secadas en silos, iguales a los de la Figura 32 durante diez a doce horas hasta que tengan un 4% de humedad. Estos son los parámetros necesarios para entrar al proceso de extracción.



Figura 32. Silo secado fase húmeda y seca

3.2.3.10. Secado de la almendra entera

Las almendras enteras que vienen directamente de recuperación en base seca son almacenadas en estos silos de secado, semejantes a los de la figura 33 con los mismos parámetros de las almendras partidas.

3.2.3.11. Prensado

Las prensas empleadas para este fin es similar a la Figura 33, se caracterizan por su alta resistencia abrasiva se componen de un cuerpo principal, canasta formada por platinas dentro del cual gira un tornillo helicoidal de fundición de acero especial que funciona gracias al accionamiento de un motor reductor. Las almendras secas enteras y partidas son transportadas hacia la prensa, donde son llevadas dentro de la canasta formada por platinas dentro de la cual giran un tornillo sin fin, al final del tornillo, se encuentra un cono graduable que reprime el paso libre de la masa y ejerce una presión para así lograr que el aceite pase a través de la canastilla y caiga al tanque receptor de aceite.



Figura 33. Prensado de almendras.

3.2.3.12. Decantado

El aceite de palmiste crudo proveniente de las prensas pasa a través un tamiz vibratorio y es recogido en un tanque similar al de la Figura 34, donde tiene lugar la separación entre aceite y lodos por decantación natural. Para fluidificar la masa se inyecta vapor directamente al tanque de decantación. Los lodos provenientes del tanque se separan a través unas centrifugas de velocidad baja velocidad que está constituida por un tricanter para recuperar los restos de aceite.



Figura 34. Decantado de aceite.

3.2.3.13. Filtrado

El filtro prensa está constituido por 42 placas rectangulares con su respectivo filtro de tela, en éstas se retienen las partículas en suspensión para limpiar el aceite, en un día de operación normal se realizan dos cambios de todos los filtros, antes del cambio de filtros se purga el sistema con aire inyectado a presión mediante un compresor. El aceite es bombeado a través del filtro de prensa igual al de la Figura 35, donde existen ocho separaciones, en cada una de ellas hay distintas lonas que filtran el aceite hasta dejarlo sin impurezas y con el color característico amarillo oro, como se ve en la Figura 36 quedando listo para ser almacenado.



Figura 35. Filtro de prensa



Figura 36. Aceite filtrado.

3.2.3.14. Almacenamiento

El aceite de palmiste una vez filtrado, es almacenado en un taque de color negro, igual al de la Figura 37, para mantener una temperatura adecuada del aceite.



Figura 37. Almacenado del aceite.

3.2.3.15. Molido y ensacado de la torta

El residuo de la operación de prensado es la torta de palmiste, como se observa en la Figura 38, es molida y ensacada para ser comercializada.



Figura 38. Molido y ensacado de torta de palmiste.

3.2.4. Control de calidad del proceso

3.2.4.1. Recepción de la materia prima

En el momento que la nuez ingresa a la extractora, se realiza un control de calidad tomando en cuenta los siguientes parámetros:

- **Frescura del palmiste**

Este subproducto debe cumplir con las características físico-químicas como: acidez y humedad, adecuadas para que la extractora no penalice económicamente a los proveedores, y de esta manera, pueda tener un óptimo proceso de extracción.

- **Porcentaje de almendras partidas**

Se toma una muestra homogénea de aproximadamente un kilogramo, se realiza una separación manual de las almendras partidas que se encuentran en las nueces debido a que estas almendras son pequeñas y prácticamente son consideradas como perdidas en el proceso.

- **CAN (cantidad de almendra en nuez)**

La cantidad óptima de almendra en nuez es de aproximadamente el 40% y el contenido de aceite de palmiste en la nuez obedece al mismo porcentaje. A través de esta prueba se determina el tipo de palma, las nueces son quebradas manualmente para separar las almendras de la cáscara, luego se realiza un análisis en porcentaje del peso de almendras, en relación al peso total de la muestra, si este valor de la almendra es inferior al 30% es considerado un CAN bajo, por tanto serán penalizados los proveedores y si es mayor que 36% es un CAN alto.

- **Porcentaje de impurezas**

Se consideran impurezas de la muestra a la fibra, cuesco, piedras, palos, entre otros. Las mismas constituyen un determinado peso, por el cual se está pagando un precio, sin embargo, no posee rendimiento productivo alguno dentro del proceso de extracción y puede ocasionar daños en la maquinaria.

- **Humedad**

Permite determinar que el peso que se paga sea por materia prima y no por agua. Cuando la nuez es fresca, tiene elevado contenido de agua tanto en su cáscara como en la almendra interna; por convenios de negocios entre extractores de aceite rojo y la palmistera se acepta nuez con 20% de humedad el mismo que es verificado electrónicamente mediante básculas de humedad llamada OHAUS.

3.2.4.2. Desfibrado

A pesar de que en la recepción de materia prima se realiza un control de impurezas, el palmiste llega a este proceso mezclado con fibras, por lo tanto se debe realizar un control de la cantidad de fibra que se elimina, a pesar de que es utilizada para los calderos, contribuye a que la empresa pague sobrepeso.

3.2.4.3. Pulido

La nuez debe quedar sin fibras adheridas, sin embargo, se debe tomar en cuenta que esta tecnología es aplicable siempre y cuando la pérdida de peso de la almendra en este proceso no exceda el 2% del peso.

3.2.4.4. Secado de la nuez

Se realiza una prueba para determinar que el peso que se paga sea por materia prima y no por agua. La nuez tiene que cumplir con los parámetros de una humedad promedio del 12%.

3.2.4.5. Clasificado

Las nueces deben tener un tamaño adecuado y ser identificadas según la variedad del fruto, el tipo *tenera* es óptima para el desempeño; esta tiene un porcentaje de nuez en fruta del 10%. Sin embargo, hay nueces que son clasificadas en tres tipos de mallas de tamaños diferentes para que puedan entrar en las quebradoras.

3.2.4.6. Quebrado

Para lograr mayor eficiencia en este proceso, se debe realizar una selección de las mallas del tambor clasificador con una frecuencia anual realizando un histograma para su caracterización en lo referente a rango dimensional y a su intensidad de frecuencia.

3.2.4.7. Recuperación fase seca y fase humedad

Es importante graduar el flujo de alimentación en la columna e intensidad de tiro inducido en función del parámetro de impurezas de almendra, el cual no debe exceder en un 8% en peso ya que se identificaron los parámetros de normalidad de la separación. Debe instalarse un anemómetro que permita controlar la intensidad de tiro inducido el mismo que depende de la sección transversal del ducto, la calidad y la homogeneidad del flujo de alimentación.

3.2.4.8. Secado de la almendra entera y partida

Los secadores tienen una regulación de temperatura por zonas, en la zona superior 80°C, media 60°C e inferior 40°C, estos son los valores máximos de ajuste de los silos de secado.

Estas temperaturas deben ser calibradas de acuerdo con los requerimientos de producción, teniendo siempre presente los valores máximos. Se debe tomar en cuenta que el exceso de temperatura hace que el contenido de aceite en la almendra, comience un proceso de destilación generándose pérdidas de aceite de palmiste o disminución en el potencial de aceite. La almendra debe alcanzar una humedad entre el 4 y 5%.

3.2.4.9. Prensado

Durante el proceso de prensado de almendra, se deben tomar muestras de torta de palmiste. El contenido residual de aceite en torta es menor y el rango en el cual fluctúa esta variable se reduce, por tanto, la cantidad de aceite en torta es máximo del 10%, también se realiza un control de temperatura que es de 40°C.

3.2.4.10. Decantado

Se toma en cuenta que el porcentaje de impurezas separadas, se encuentran en el fondo del tanque, por lo tanto, es necesario hacer una limpieza del tanque decantador, además tomar una muestra de las impurezas para determinar la cantidad con la que llega en aceite al tanque decantador.

3.2.4.11. Filtrado

Para un mejor desarrollo de este proceso, se debe tomar en cuenta, el tipo de placas o rejillas de filtrado para evitar el paso de las impurezas más pequeñas y así obtener un aceite limpio y con su color característico amarillo oro.

3.2.4.12. Almacenado

Controlar que la temperatura de los tanques de almacenamiento se encuentre en un rango de 20 a 35°C. Es preferible que los tanques sean de color negro, para que la temperatura se concentre en el interior.

3.2.5. Control de calidad del aceite de palmiste

Es importante mantener el aceite dentro de los requisitos establecidos en la norma INEN 32:74 2012 parte 6, donde indica que se debe cumplir con las especificaciones establecidas en la Tabla 33. Además se debe cumplir con parámetros de calidad, los mismos que deben mantenerse en los límites de los valores que se indica en la Tabla 34, para competir en el mercado aceitero.

Tabla 33. Especificaciones de la grasa de palmiste.

Requisito	Unidad	Min.	Max.	Método de ensayo
Densidad relativa	-	0,910	0,925	NTE INEN 35
Índice de yodo	Cg/g	14	24	NTE INEN 37
Acidez libre como ácido oleico	%	-	0,2	NTE INEN 38
Perdida por calentamiento	%	-	0,05	NTE INEN 39
Índice de refracción	-	1,4500	1,4695	NTE INEN 42
Índice de peróxidos	meqO ₂ /Kg	-	10,00	NTE INEN 277

Tomado de Norma INEN 32:74 2012

Tabla 34. Parámetros de calidad del aceite de palmiste.

Parámetro	Valor
Acidez	1-2%
Humedad	0,10 % en peso
Impurezas	0,03% en peso

Para cumplir con todos estos parámetros y requisitos de calidad del aceite de palmiste, la planta debe trabajar conjuntamente con el laboratorio, pues la

calidad final del aceite es el resultado de todos los controles parciales en cada etapa del proceso. El aceite de palmiste debe tener bajo contenido de ácidos grasos libres, baja contaminación con agua y otras impurezas para tener una buena capacidad de blanqueado. Un aceite y torta de buena calidad dependen mucho de la calidad de las almendras de donde provienen. La torta debe ser de color claro y contener niveles normales de proteína y aminoácidos constituyentes como se observa en la Tabla 35. La calidad de la torta se reduce si la almendra está contaminada con trozos de cuesco. La esterilización de las almendras antes del prensado es necesaria para prevenir la formación de ácidos grasos libres. Para realizar el análisis de calidad en el laboratorio tanto de la materia prima como de aceite y torta de palmiste, se recomienda seguir el manual operativo de laboratorio (ANEXO 4).

Tabla 35. Contenido de la torta tipo expeler

Nutriente	Unidad	cantidad
Materia seca	%	89,5
proteína	%	16,5
grasa	%	1,5
Fibra	%	16
Ceniza	%	5,9

Tomado de Corley y Tinker, 2009, p. 450.

3.2.6. Control de desechos dentro del proceso

3.2.6.1. Desechos lodosos

Los desechos de este proceso son los lodos, que son una combinación de agua con polvo del cuesco, fibra y lo que se produce en el sistema de lavado de la chimenea.

Este es recolectado y transportado en tuberías a un sistema de estanques para realizar un tratamiento de separado por sedimentación de los desechos. Este lodo es biodegradado por poblaciones de microorganismos en proceso.

3.2.6.2. Desechos sólidos

Los desechos sólidos generados en este tipo de industrias como es la fibra pueden ser utilizados para la combustión del caldero. En la actualidad existen datos de que es posible obtener carbón activado que se utiliza en filtros para líquidos y gases a partir de este subproducto, mediante un proceso químico o de elevadas temperaturas y presiones.

En este caso, el cuesco se utiliza para alimentar las calderas de las secadoras de la empresa; también es usado para lastrar vías de tercer orden en algunas zonas rurales o privadas.

3.2.6.3. Desechos orgánicos del aire utilizado

Se generan emisiones al aire de las fuentes fijas de combustión para la producción de energía térmica (vapor), y están caracterizadas por la presencia de material con partículas como óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no combustionados y monóxido de carbono. Para evitar la emisión de estos gases desagradables, se deberá manejar adecuadamente la materia prima y tener una adecuada disposición de los residuos sólidos generados. Las emisiones atmosféricas pueden ser reducidas aplicando un control permanente del funcionamiento de los calderos, utilizando combustibles con bajo contenido de azufre, y mediante dispositivos de control de partículas, como filtros, colectores, precipitadores electrostáticos, mediante la utilización de fibra del propio proceso para la combustión se evitara la emisión de estos gases.

3.3. Balance de masa para la producción de aceite de palmiste

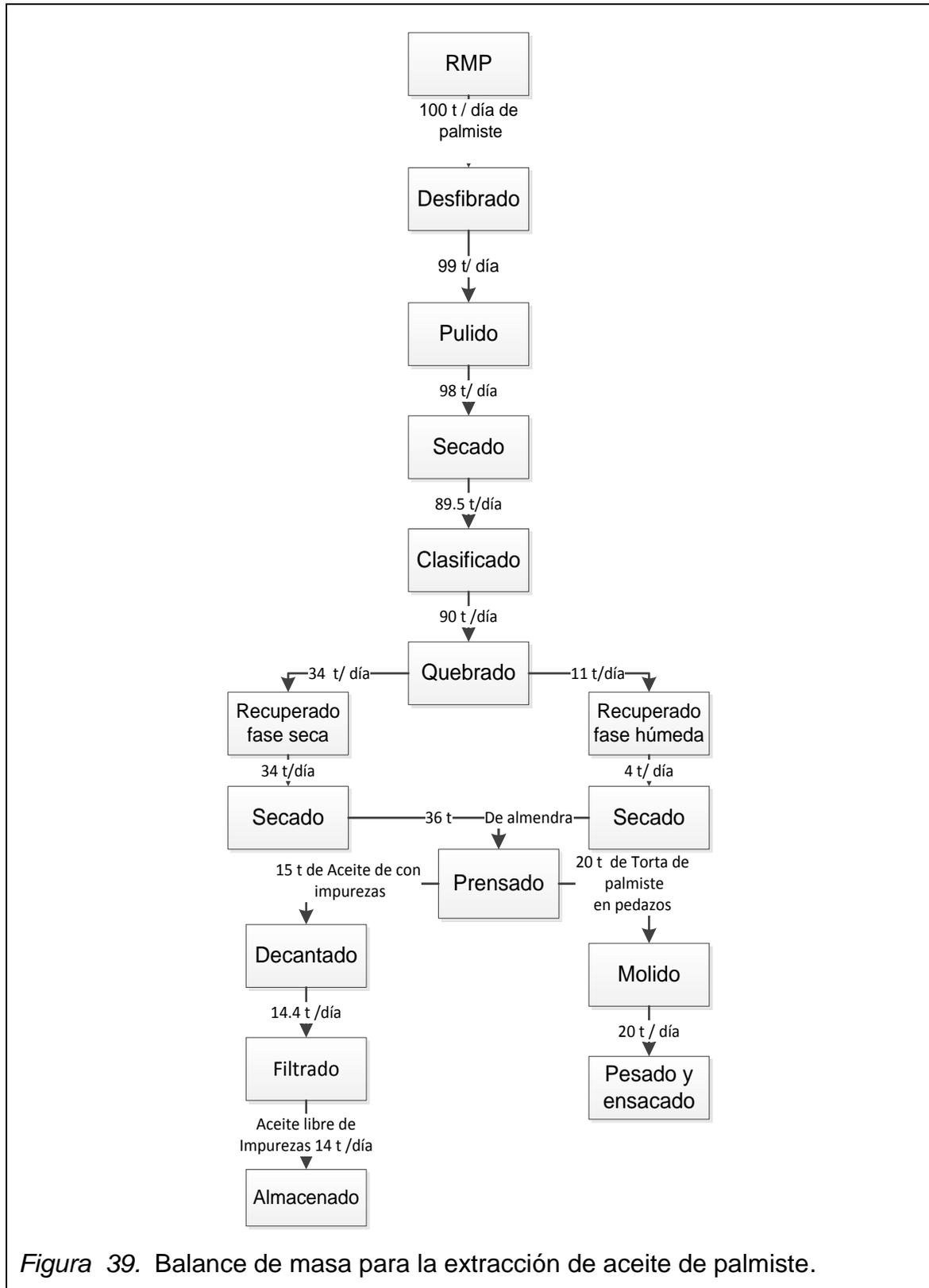
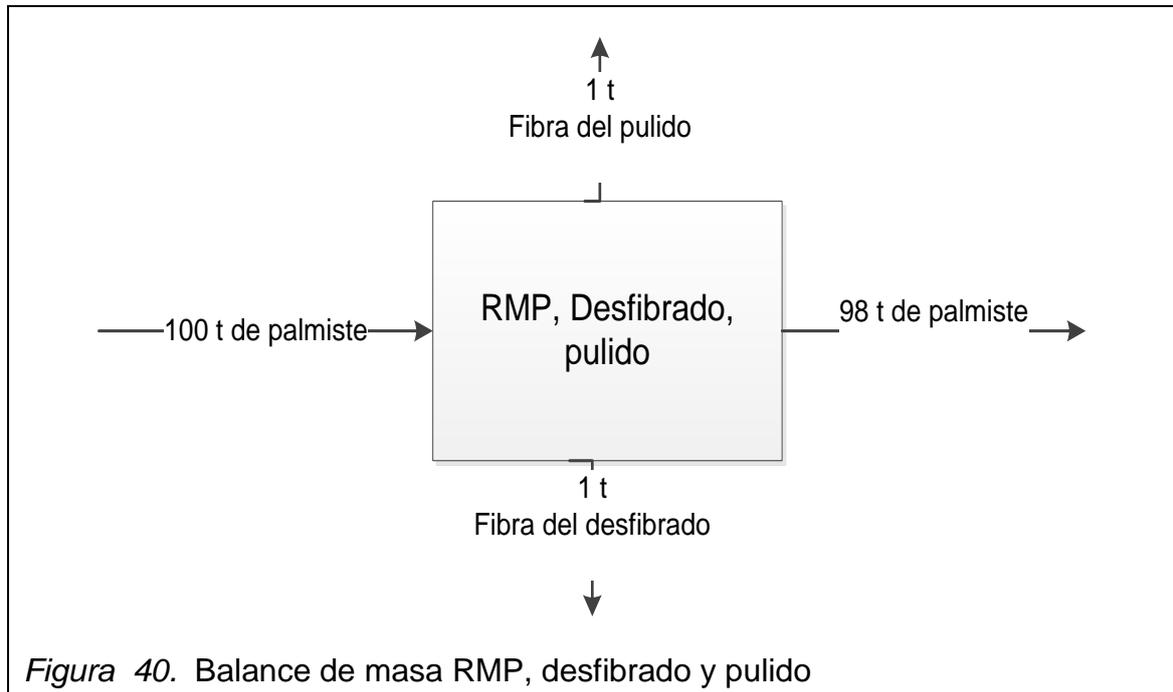
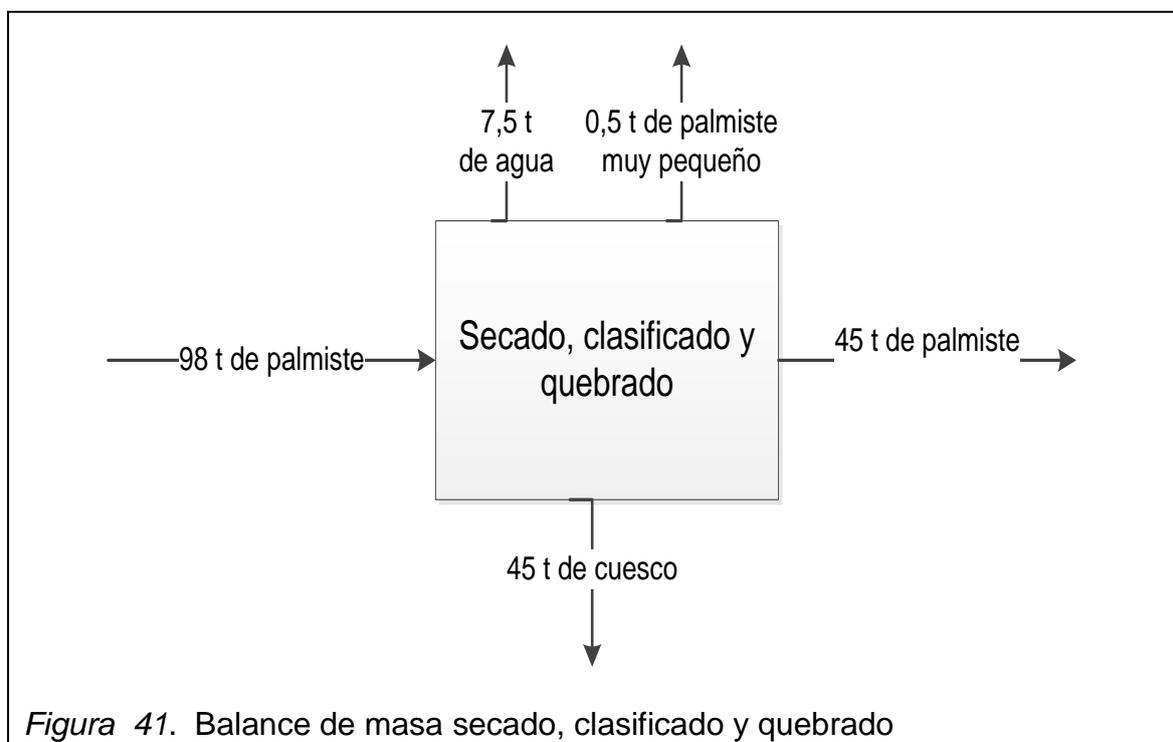


Figura 39. Balance de masa para la extracción de aceite de palmiste.

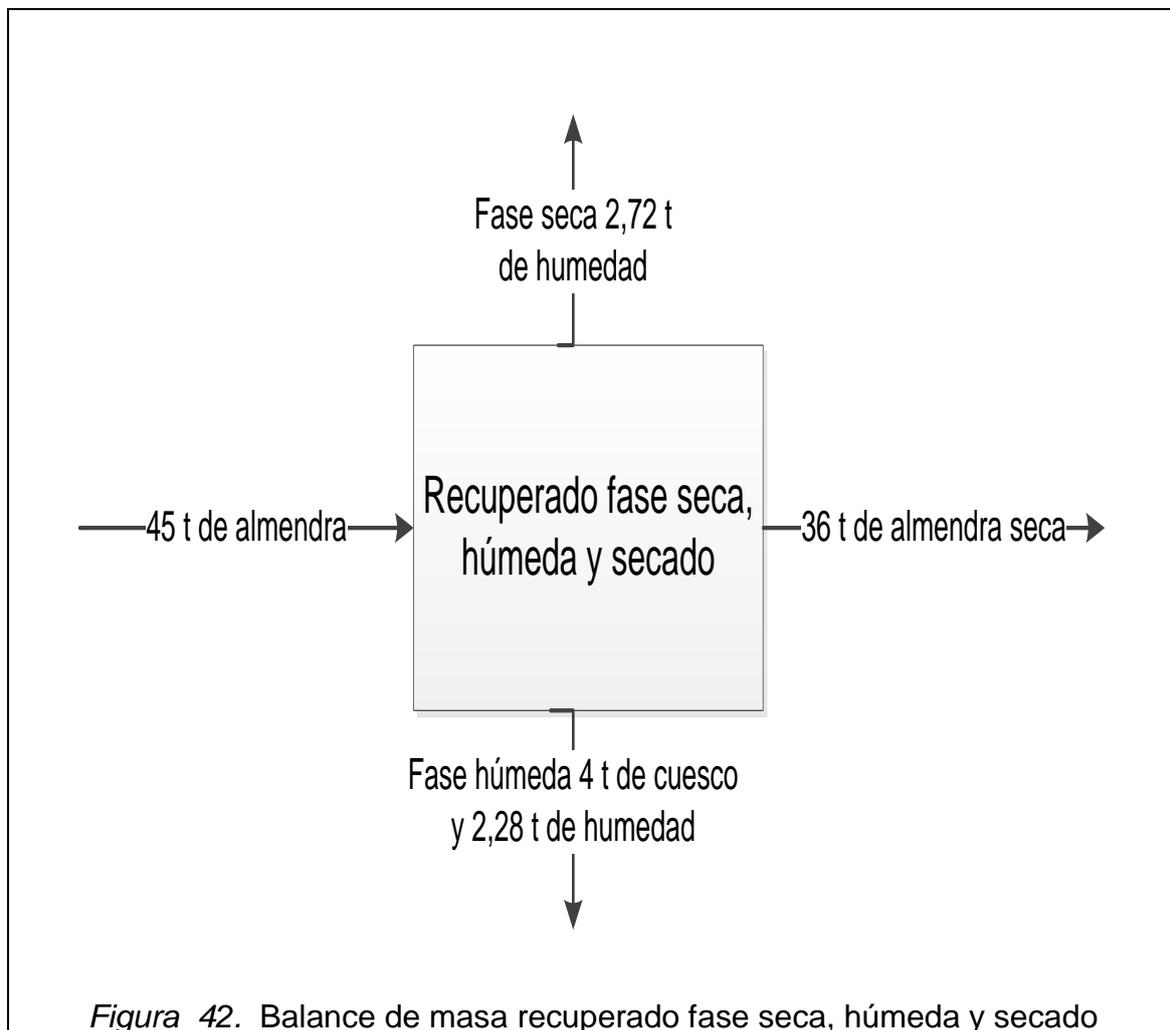
3.3.1. RMP, desfibrado y pulido



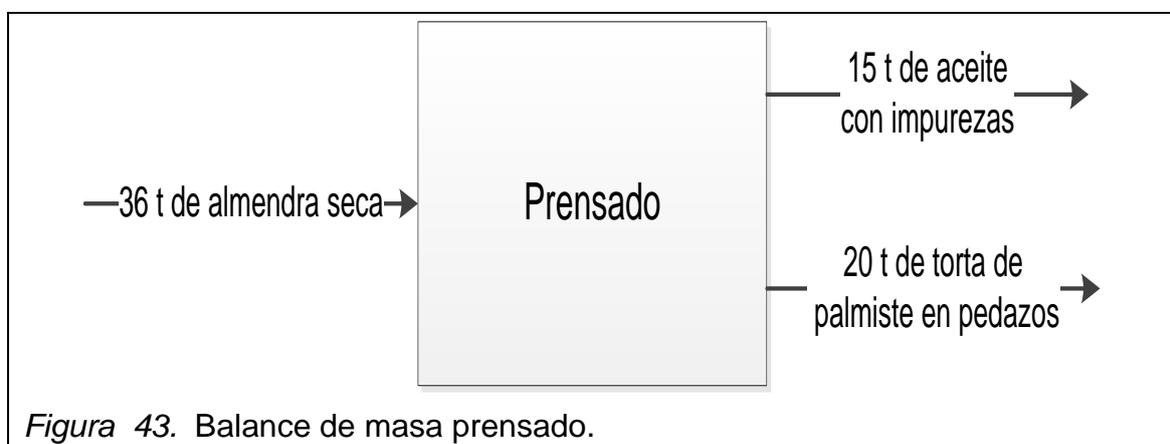
3.3.2. Secado, clasificado y quebrado



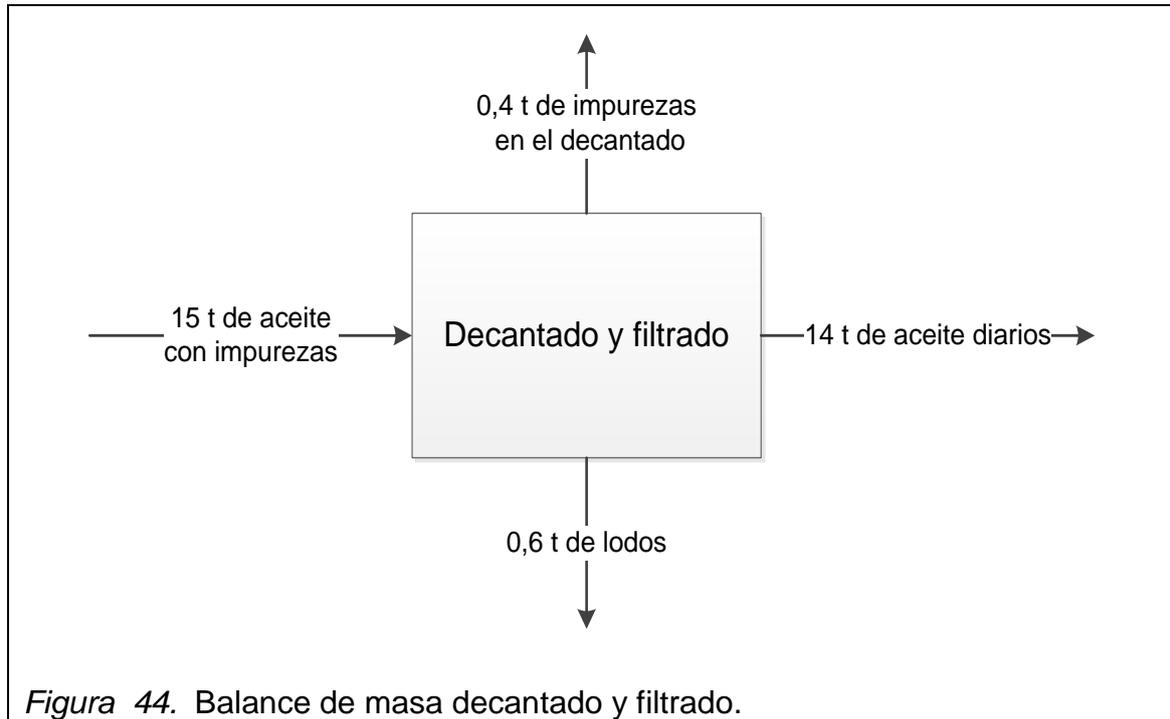
3.3.3. Recuperado fase seca, húmeda y secado



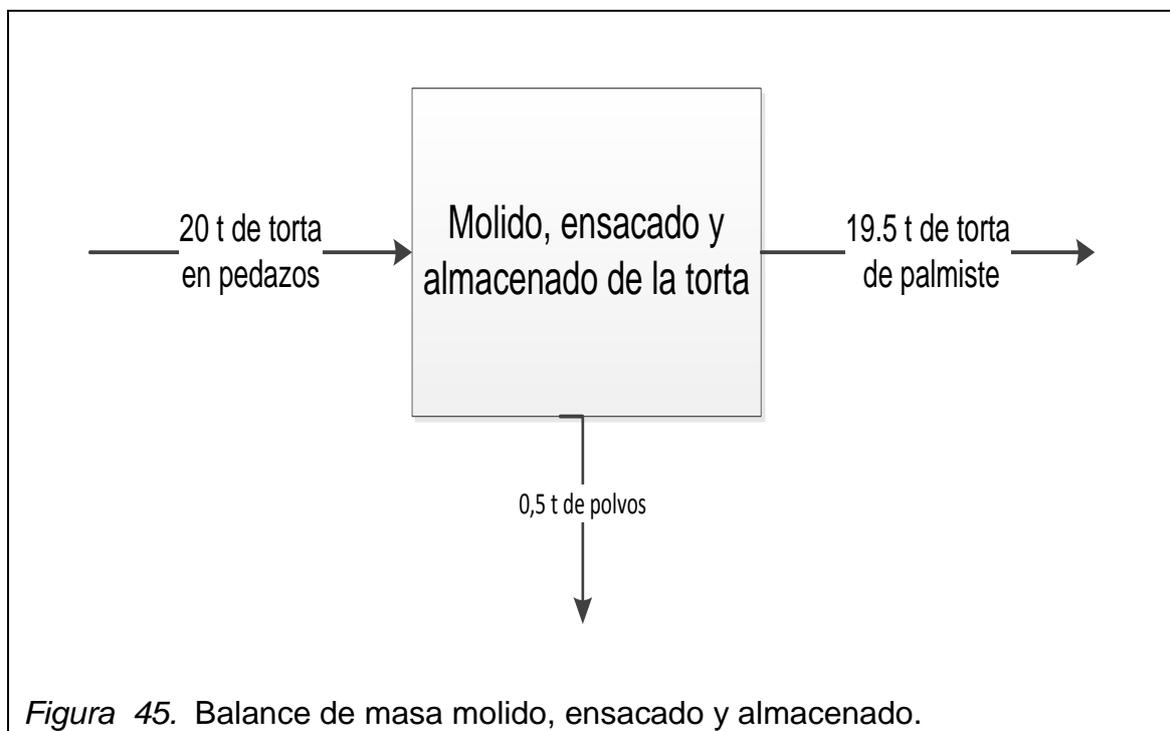
3.3.4. Prensado



3.3.5. Decantado y filtrado



3.3.6. Molido de la torta

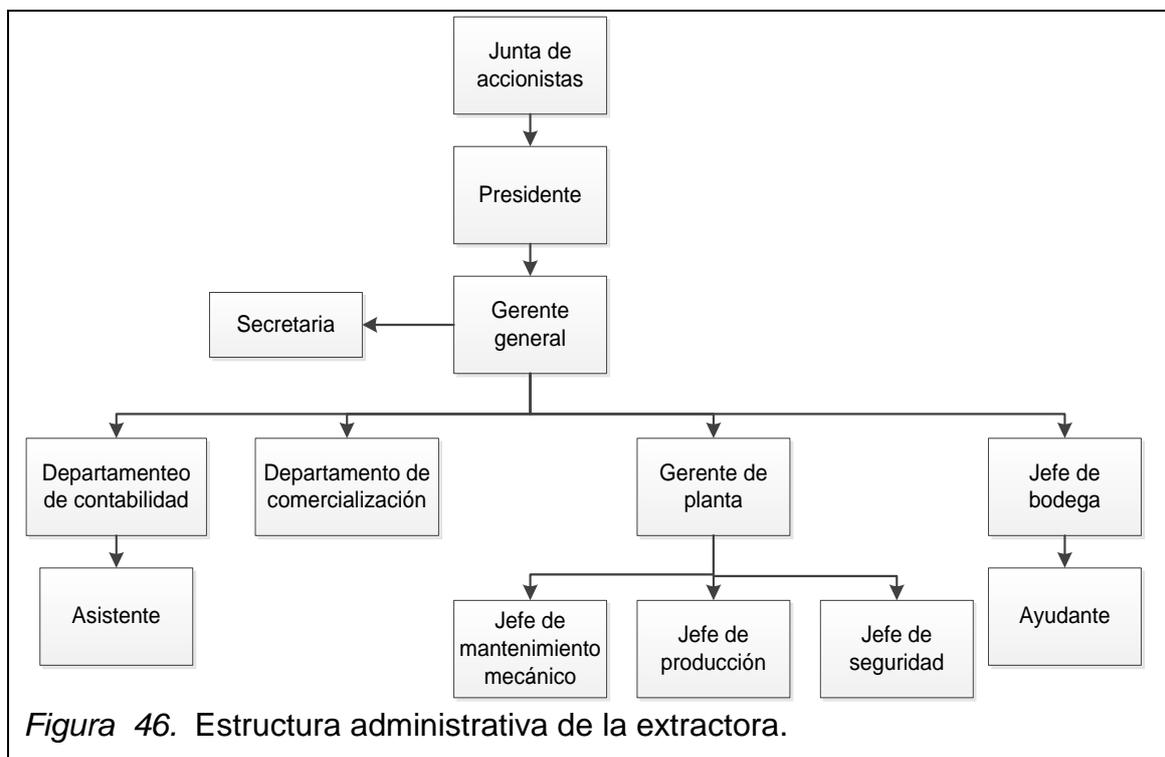


3.4. Análisis organizacional de la empresa

3.4.1. Descripción de la empresa

La empresa Novapalm S.A. se dedicará a la extracción de aceite de palmiste, fue creada en el año 2010 con el fin de extraer aceite de palma, aprovechando las oportunidades agrícolas y fructíferas de la zona. A principios del año 2011 un grupo de visionarios encabezado por el ingeniero Luis Fernando Jaramillo mentalizaron la idea de construir la planta extractora de aceite de palmiste para cerrar el ciclo productivo de la empresa, pues cuentan con la materia prima para iniciar el negocio, también estará orientada a dar un servicio a las extractoras de aceite rojo de palma ubicadas en la zona. Además, brindará servicios a diferentes empresas del sector alimenticio relacionado con la crianza de animales proveyendo de torta de palmiste para la elaboración de balanceado.

3.4.2. Estructura administrativa



- **Junta general de accionistas:** está conformada por los accionistas de la empresa, evalúa las gestiones realizadas, respalda las decisiones que se deban tomar, aprobará cuentas, balances y decidirá sobre liquidaciones, disoluciones o transformaciones.
- **Presidente:** se encarga de hacer cumplir las decisiones de la junta general de accionistas, ayuda a revisar y aprobar normas y parámetros, cuida el bienestar de los trabajadores.
- **Gerente general:** hace cumplir las disposiciones de la junta directiva, administra los recursos de la empresa, revisa, aprueba normas, parámetros y estándares legales a favor de la empresa; ejerce el control sobre los Jefes Departamentales y ayuda a optimizar los recursos humanos, financieros y técnicos.
- **Jefe de contabilidad:** lleva los registros contables; cuadrar y reportar las existencias, materia prima; dirige todo lo referente a la gestión contable y financiera en la empresa.
- **Jefe de comercialización:** se encarga de dirigir planificar, y supervisar todo lo concerniente a ventas; ejecutar los programas de mercadeo aplicados a la empresa; elaborar semestral el presupuesto de ventas; coordina con el departamento de Producción y bodega los distintos requerimientos; también Definirá políticas de precios, créditos y descuentos.
- **Jefe de planta:** normaliza los procesos de producción; planificar, dirigir, organizar, ejecutar, supervisar todos los procesos y actividades relacionadas a la producción; mantener registro de todos los niveles de producción, así como de la materia prima y el mantenimiento de equipos.

- **Jefe de bodega:** cuida la recepción, almacenamiento y despacho de la producción; llevar un control mediante kárdex de la materia prima así como de los productos terminados.
- **Jefe de seguridad:** realiza el análisis de los riesgos, promueve el cumplimiento de normas y la planeación de inversiones de capital para disminuir los riesgos; capacitar a los trabajadores en relación a la seguridad necesaria en el lugar de trabajo

3.5. Diseño de planta

3.5.1. Localización de la planta

3.5.1.1. Macro localización

El sector de La Concordia fue escogido por la empresa Novapalm ya que en este sector se encuentra la extractora de aceite de palma, y dentro de estas instalaciones la empresa desea que se ubique la extractora de aceite de palmiste. Al contar con el terreno, la inversión para el diseño de la planta será menor, además de esta razón, se cuenta con ventajas como: gran cantidad de mano de obra, que en general no es muy costosa y existencias cercana de extractoras de aceite de palma que serán los futuros proveedores de palmiste.

3.5.1.2. Micro localización

El presente proyecto se va a realizar en la empresa Novapalm que se encuentra, localizada en el kilómetro treinta y tres, recinto Matamba, cantón La Concordia, provincia de Esmeraldas. Tiene una altitud de 120 metros sobre el nivel del mar, se encuentra con una latitud sur de 0°01'30,79" y occidental de 79°36'30,73", esta zona tiene temperaturas máximas de 29,7°C, medias de 24,85°C y mínimas de 20° C, una humedad relativa de 82% y precipitaciones

de 2,378 milímetros. Por ser el terreno, propiedad de la empresa y pertenecer a una zona dedicada a la producción de aceite de palma y palmiste, se demuestra que es totalmente factible establecer en este terreno este tipo de industria; a pesar, de esto existen algunos criterios que son importantes de considerar para confirmar esta decisión:

- **Vías de comunicación:** es una ubicación que brinda grandes ventajas, ya que se encuentran frente a vías de acceso a las principales ciudades de Ecuador donde se encuentran instaladas las importantes industrias.
- **Transporte:** al ser el aceite de palmiste el producto a comercializar, es importante que exista una refinadora cercana, para que el costo del transporte sea menor. La refinadora que se entregará el aceite es La Fabril ubicada en Manta a cuatro horas de la empresa Novapalm.
- **Cercanía de materia prima:** la principal materia prima es el palmiste, una parte es producida por Novapalm y también se comprará a las empresas extractoras de palma cercanas a la empresa, en el caso de los reactivos e insumos para el laboratorio y para el funcionamiento de la planta como aceite y gasolina serán comprados a empresas localizadas en La Concordia.
- **Servicios básicos:** cuenta con los servicios básicos necesarios como agua, luz, teléfono, cuenta también con buenas vías de comunicación como son: internet, celulares, entre otros.

3.5.2. Capacidad de la planta

La extractora tendrá un tiempo de producción de 20 horas diarias, con una capacidad instalada de 0,7 toneladas de aceite por hora, con una producción diaria de 14 toneladas de aceite y 16 toneladas de torta de palmiste, la capacidad dependerá de los picos de producción de la palma, siendo los

meses de invierno los que requieren trabajos en turnos completos con capacidad máxima instalada. El porcentaje de extracción será del 16%, es decir, por cada tonelada procesada se obtendrá 0,16 toneladas de aceite de palmiste, con una acidez de 1,5%, 0,10% de humedad y 0,04 % de impurezas.

3.5.3. Requerimientos de maquinaria y equipos

La materia prima llega a la planta en camiones, estos son pesados en una báscula, después es llevada a la planta y depositada en una tolva de alimentación, el palmiste mediante un transportador, es llevado al elevador para ser depositado en la columna desfibradora, en el cual la fibra es arrastrada por una corriente de aire, mientras que la nuez, por su mayor peso, cae al tambor pulidor. Inmediatamente es transportado al despedregador, para que la nuez entre en los silos de secado, en los tambores clasificadores la nuez es dividida de acuerdo a los tamaños, entra en la sección de rompimiento mediante rompedores llamados ripple mills y un triturador centrífugo para las nueces que no entren en las dimensiones de las mallas clasificadoras.

Para la recuperación de almendra, se efectúa dos métodos: uno para las nueces enteras sin cuesco, mediante la utilización de una columna neumática, en donde el cuesco es arrastrado por la corriente de aire generada por un ciclón de partículas finas, mientras que la almendra, por su propio peso cae por gravedad y se almacena en un silo, y la segunda, a través de separación de lavado por hidrociclones para después ser transportada y depositada en silos acondicionados con corrientes de aire caliente para su secado. A continuación se envía la almendra por sinfines transportadores a tolvas donde caen a las prensa para la extracción del aceite mismo que es decantado y filtrado, se obtiene también la torta pulverizada por un molino. En la Figura 45 se describe el flujo de la maquinaria de la extractora y en las Tabla 36, Tabla 37, Tabla 38 y Tabla 39 están detalladas las fichas técnicas de la maquinaria.

Figura 47. Flujo de maquinaria de la plana

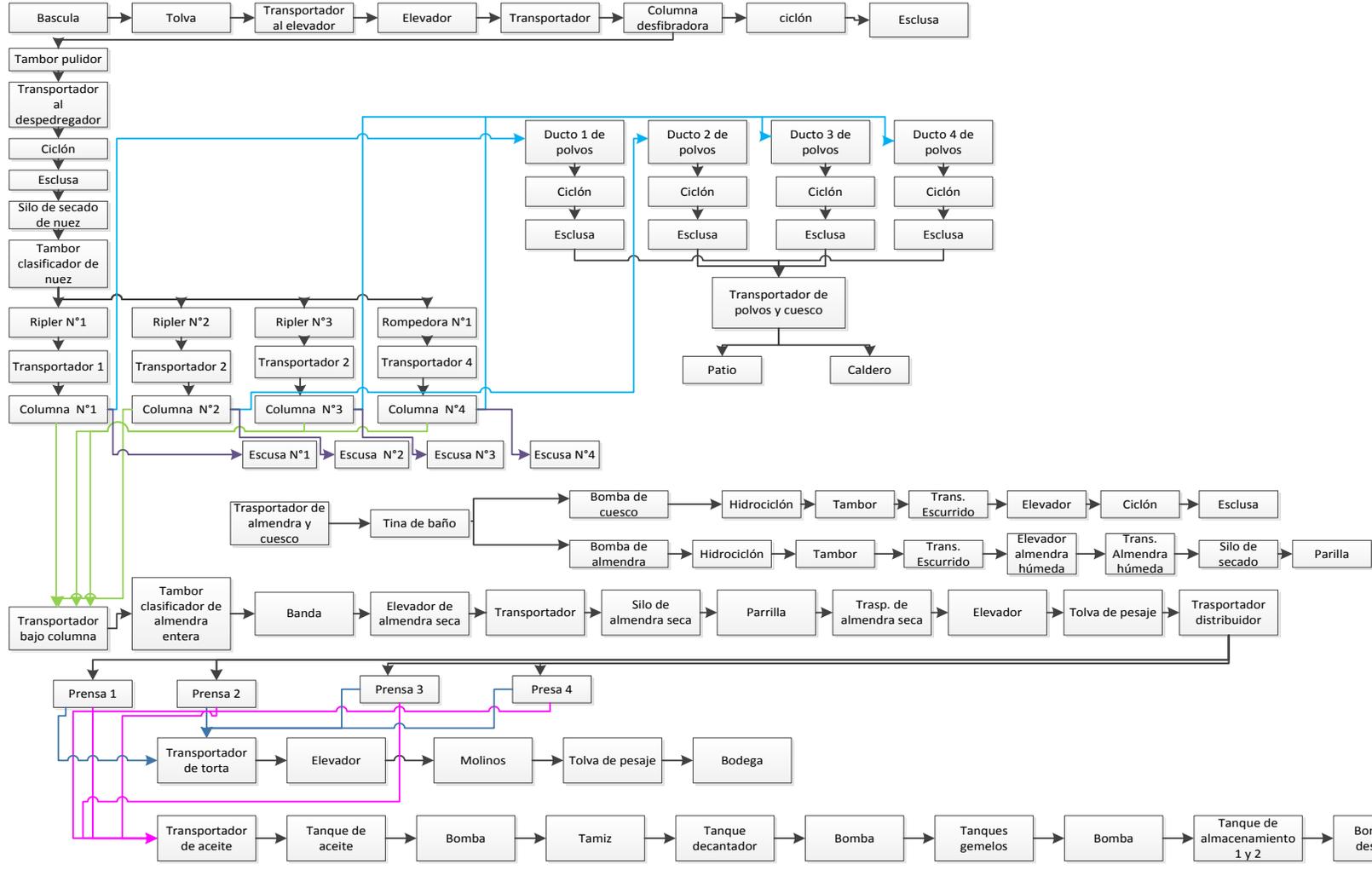
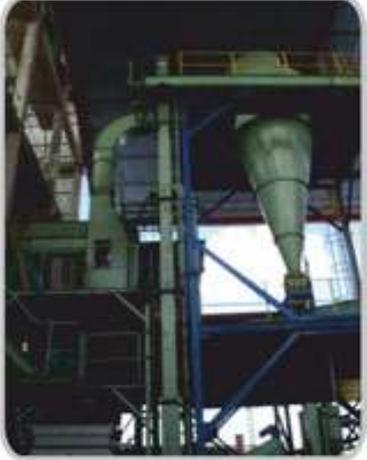


Tabla 36. Requerimiento de maquinaria

Maquinaria	Descripción	Esquema
Bascula camionera	Balanza electrónica, capacidad 80 Tm. Sensibilidad 10 Kg, con una dimensión de 11 m de largo por 3 m de ancho, sobre el piso.	
Transportadores	Transportador del tipo de sinfín, la hélice y el canal fabricados en lámina de acero. El canal de transporte atornillado del tipo recambiable. Eje apoyado en sus extremos sobre rodamientos y soportes intermedios con bujes en bronce intercambiables. Motor-reductor y transmisión de potencia de 3HP con velocidad de salida de 60 RPM por acoplamiento de engranaje. Diámetro del sinfín: 400 mm. Longitud aproximada: 20 m.	
Elevador de nuez	Se construirán en plancha de acero al carbono de 6 mm. Con ángulo de 50 x 6mm con cangilones fabricados en plástico y montados en bandas resistentes empernados distancia entre bocas 5500mm y accionados con motor-reductor de 7,5HP o 1800RPM con una velocidad de salida de 60RPM con acoplamiento de engranajes	
Desfibrador neumático	Columna con perfil parabólico construida en acero al carbono de 6mm.	

Continuación Tabla 36

Maquinaria	Descripción	Esquema
Triturador “ripple mill	El rotor en cada triturador, montado sobre un eje horizontal. Con dispositivo de ajuste de distancia, entre el rotor y las mordazas fijas de la caja, conforme al tamaño de la nuez. Láminas de los molinos revestidas con metal duro, de servicio pesado y reusable para así prolongar la vida operacional entre cada reconstrucción de las láminas de rotura. Cada uno de los molinos de mordaza será accionado por un motor de velocidad variable de polea ajustable.	
Columna de separación neumática de polvos	Columna doble de separación, por medio de una corriente de aire aspirada por un ventilador, son separados los polvos.	
Banda de transporte de almendras	Formada por una banda continua movida por acción de fricción por dos tambores.	
Silo de almendra seca	El secador será construido en plancha de acero al carbono en forma cuadrada con fondo cónico, llevará una columna de aire caliente con su respectivo ventilador de abastecimiento de aire. Está conformado por tableros rectangulares montados sobre una estructura de soporte, que se fundamenta en cuatro columnas en ángulo. Internamente el silo dispone de canales triangulares para circulación del aire caliente, con unos deflectores para orientación de la corriente de aire.	

Continuación Tabla 36

Maquinaria	Descripción	Esquema
Ciclón	Construido en lámina de acero al carbono en 4mm y 6 mm con su ventilador incorporado en la parte superior	
Esclusa	Válvula rotatoria hermética, colocada en la descarga inferior del ciclón.	
Tambor giratorio	Construido en plancha de acero al carbono de 12 mm. Con un diámetro de 950 mm y largo 4.000 mm en eje de acero de transmisión de 4" con chumaceras de piso. Un tambor de tipo cilíndrico horizontal, con malla en el extremo de descarga en lámina perforada con huecos cuadrados de 25 X 25 milímetros.	
Columna despedregadora	Construido en lámina de acero de 4 mm. de diámetro, columna doble de separación, es posible ajustar la velocidad por medio de compuertas, de fácil operación desde el exterior.	
Silo de secado	Conocido como pulmón. Equipados con un ventilador, para el soplado de aire caliente cuya temperatura se regula automáticamente en los radiadores - intercambiadores al vapor por los que pasa el aire.	

Continuación Tabla 36

Maquinaria	Descripción	Esquema
Hidrociclones de almendra y cuesco	Separar las nueces y la cascara de la mezcla rota. El sistema consiste de un ciclón de cascara con visor, dos ciclones de almendra con visor, una bomba de cascara, una bomba de almendras, tambor escurridor, tanque de agua y tubería integral	
Prensas	Alta resistencia abrasiva, están constituidas por un eje robusto provisto de una serie de muelas que comprimen la almendra contra una camisa escurridera que está conformada por barras mecánicas de alta resistencia, separadas por unos espaciadores planos de escasos mm de espesor que permiten el paso del aceite.	
Bomba	Las bombas serán construidas en acero inoxidable de 6mm con entradas y salidas requeridas acopladas por matrimonio de bandas incorporadas con el motor con base rectángula de ángulo de 50mm x 6mm.	
Decantador	Tanque vertical, con un alto número de revoluciones que permiten separar el aceite de impurezas.	
Filtro de prensa	Construido en acero inoxidable de 4mm equipada con doble malla perforada hueco de 3/8 y malla net con motor de 3HP transmisión de poleas y correas de acero de sustentación	

Continuación Tabla 36

Maquinaria	Descripción	Esquema
Tanque de aceite filtrado	Serán construidos de forma cuadrada de 2400mm x 2400mm x 1200mm de alto en acero Inoxidable.	
Tanques de almacenamiento	Este tanque será construido en forma cilíndrica vertical, con cono de salida a embarque, tapa con serpentines en su interior y manholes para techo y parte lateral con diámetro 750mm. Con sus respectivos baberos para acceso y limpieza.	
Molinos	Construidos por rotor con 4 conjuntos de martillo de alta resistencia, balanceado accionados por motor de 30HP y carcasa bipartida.	
Tolva de pesaje	Las tolvas se construirán en láminas de acero al carbono de 4mm cada una con su respectiva compuerta de evacuación soportada en la base estructural.	
Caldera para la producción de vapor	Caldero acuatubular, de tiro forzado con motor de 30 HP con chumaceras de piso. Y construido en acero al carbono de 6 mm. Con ductos cuadrados incorporados del caldero hasta la chimenea. Chimenea de 15 m. de alto con un diámetro de 600 mm, con templadores de cables y escalones para mantenimiento.	

3.5.4. Requerimientos de BPM de la planta extractora

3.5.4.1. Descripción de las instalaciones, infraestructura

La extractora de aceite constará de un solo piso, en la parte izquierda se encuentra ubicada el área administrativa, oficinas y comedor de empleados. En la parte central y derecha el área de proceso que tendrán servicios de ventilación servicios básico, comunicación e instalaciones sanitarias, las mismas que estarán separadas de las zonas proceso y en buenas condiciones para el uso de los trabajadores. Las instalaciones estarán construidas de manera sólida, con materiales duraderos y se realizarán mantenimientos periódicos para evitar su deterioro, la planta deberá estar distribuida de manera adecuada para evitar la contaminación cruzada.

3.5.4.2. Fundamentos del diseño y estructura

- **Suelos**

Será de materiales resistentes, fáciles de limpiar y desinfectar, que permita tener buenos desagües, colocados de forma óptima cada 35 metros de superficie. Las aberturas para el paso de tuberías y canalizaciones estarán protegidas para evitar la contaminación. Para ubicar la planta se deberán tomar en cuenta los siguientes factores: buen suministro de agua, razonablemente pura. Si es necesario debe instalarse una planta de purificación. Debe satisfacerse los requerimientos generales de construcción para un edificio grande: el suelo debe tener fuerza de resistencia razonable para evitar la necesidad de poner pilones, y no debe haber peligro de inundaciones, debe haber alguna forma permitida de eliminar afluentes, con purificación previa. Con una pendiente conveniente y diseño cuidadoso puede ser posible evitar la construcción de rampas y ascensores.

- **Ventanas y puertas**

En caso de la industria extractora de aceite de palmiste, dentro de la planta no es necesario ventanas y puertas pues es un galpón abierto de estructura metálica. En caso de las oficinas y laboratorio, las ventanas deben ser protegidas para evitar el ingreso de insectos y fáciles de limpiar. Las puertas exteriores se abrirán fácilmente desde adentro hacia afuera.

- **Techos**

La altura aproximada del techo será de 20 metros, pues depende de la superficie que necesita la maquinaria. Será de materiales fáciles de limpiar y desinfectar.

- **Paredes**

En el caso de la extractora de aceite de palmiste tendrá paredes de aluminio, pues será como un galpón. En el laboratorio serán cubiertas de un material impermeable que sea fácil de lavar y desinfectar.

- **Sistemas Auxiliares**

La planta consta con un control de residuos y sistemas de control anti incendios, se instalarán sistemas autorizados no contaminantes de desratización y erradicación de otros animales.

- **Equipos y maquinarias**

La maquinaria será instalada de acuerdo a cada una de sus funciones, de manera eficaz y eficiente, deben encontrarse en buenas condiciones; los medios de transporte serán de buena calidad. Los espacios entre los

equipos deberán ser suficientes para permitir que el personal se desplace sin peligro.

- **Iluminación**

Se adaptará iluminación artificial en las zonas de trabajo. Las mismas que serán protegidas por bombillas para impedir la contaminación en caso de rotura

- **Tuberías**

Las tuberías deben ser diferenciadas, por un color de acuerdo a su utilidad, en la Tabla 37 se describen cada uno de los colores de las tuberías. Además, cada una de ellas estará separada por diez centímetros, deberán ser visibles para facilitar su limpieza y desinfección.

Tabla 37. Colores de las tuberías

Color	Descripción
Azul	Tubería de aire
Verde	Tubería de agua
Amarillo	Tubería de gas
Blanco	Tubería de otro tipo

- **Sistema eléctrico**

El sistema eléctrico de la planta será manejado por tableros que se encontrarán en lugares cerrados y alejados del manejo de agua para evitar cortocircuitos.

- **Servicios sanitarios, lavamanos, duchas y vestuarios**

Los baños se encontrarán en un lugar alejado del procesamiento del aceite, dentro de ellos se dispondrá de lavamanos, duchas con agua caliente y fría, y vestuarios con los respectivos canceles. Las puertas, ventanas, pisos serán de materiales fáciles para su limpieza y desinfección.

- **Exteriores**

Se encontraran los parqueaderos para los empleados de la planta y visitas, los caminos de acceso serán pavimentados.

3.5.4.3. Técnicas de limpieza de maquinaria y equipos

Dentro de la empresa será aplicado el método de las 5's, que es clasificar, organizar, limpiar, disciplina, estandarizar, dentro de la extractora. La limpieza y sanitización de la planta son necesarios, para remover residuos que provocan el crecimiento de microorganismos que pueden afectar al aceite crudo de palmiste. Todos los lunes de cada semana se realiza la limpieza de la maquinaria y tubería de la planta mediante vapor de agua, en cuanto al piso es barrido, limpiado con detergente y desinfectado con hipoclorito al 10%, amonios cuaternario o derivados de yodo para evitar microorganismos o cualquier tipo de roedor. En el laboratorio se debe lavar los utensilios con desengrasante, las superficies con detergente y serán desinfectados con cloro, antes y después de comenzar las operaciones. Si el entorno de trabajo es desorganizado y sin limpieza se perderá la eficiencia, la moral y el trabajo se reduce.

3.5.4.4. Higiene del personal de la planta

Los trabajadores deben tener un alto grado de aseo personal, siempre deberán lavarse las manos antes de manipular el aceite o torta de palmiste. Personal sospechoso de padecer o portar alguna enfermedad o mal, que pueda

transmitirse, no se permitirá su acceso a la planta si existe la posibilidad de contaminación. La ropa de los empleados deberá ser adaptada de acuerdo a sus tareas, sin embargo, lo más recomendable es el uso de casco, botas de punta de acero y overol; como es una industria en la que el ruido es alto, deberán utilizarse protectores auriculares necesarios y en los trabajadores de laboratorio se obligará el uso de mascarilla para la manipulación de reactivos como el cloroformo o hexano.

3.5.4.5. Distribución de las áreas de la planta (layout)

Los factores importantes que se consideraron para elaborar el diseño de la planta extractora son: determinar el volumen de producción, movimiento de los materiales, flujo de materiales y la distribución de la planta. Además, se debe tomar en cuenta con detenimiento la distribución interna de la misma para conseguir una disposición ordenada de la maquinaria, de acuerdo con los desplazamientos lógicos del palmiste y del aceite crudo, de esta manera, se aprovechará eficazmente el equipo, el tiempo y las aptitudes de los trabajadores; las áreas necesarias para este tipo de industria son las siguientes:

- Área administrativa
- Comedor
- Cocina
- Vestidores
- Baños
- Enfermería
- Bodega
- Descarga de materia prima
- Almacenamiento del materia prima
- Área de proceso productivo
- Área de tratamiento de agua
- Área de caldero

- Área de almacenamiento del producto
- Estacionamientos para visitas
- Estacionamiento para carga y descarga
- Patio de maniobras
- Áreas verdes

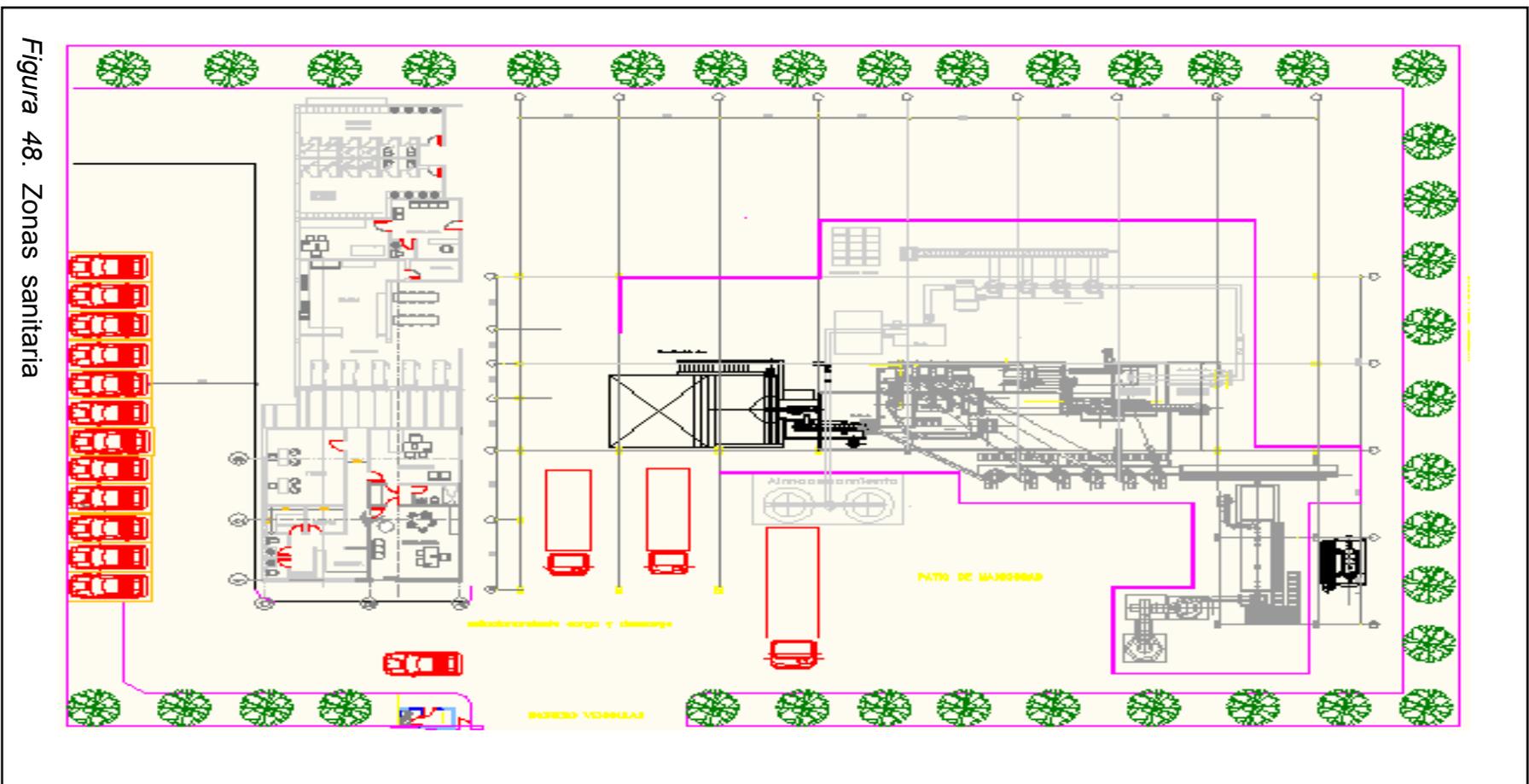
Para información ampliada ver Anexo 5.

3.5.4.6. Zonas sanitarias

Se realizará una planta con diseño en U para conseguir un aceite de alta calidad, además de conseguir eficiencia en el espacio, para ello es importante destacar, dentro del proceso productivo, tres tipos de áreas como se destaca en el Figura 48.

- **Áreas negras:** son las áreas de recepción de materia prima, quebrado, laboratorio y tratamiento de agua residual.
- **Áreas grises:** en este tipo de áreas se aplica las operaciones de desfibrado, despedregado, clasificado, quebrado, recuperado fase húmeda y recuperado fase seca.
- **Áreas blancas:** corresponden al secado, prensado, decantado, filtrado, molido y pesado.

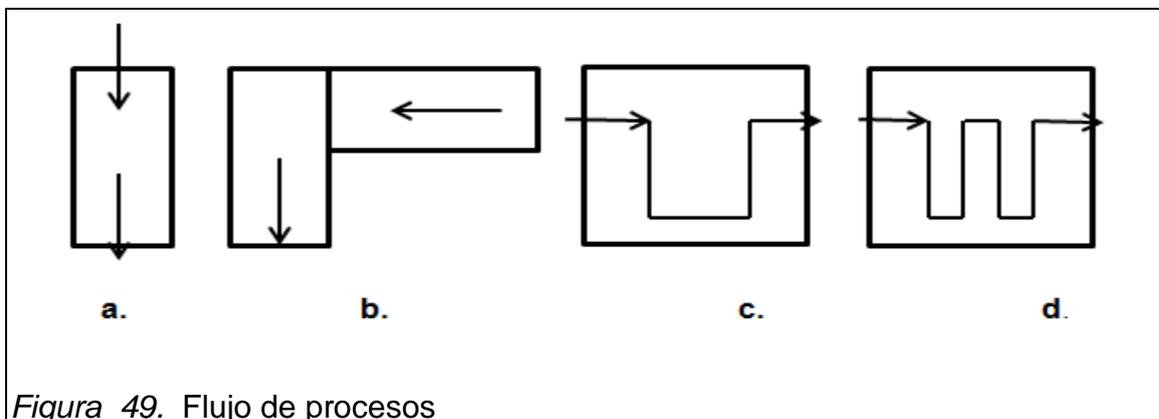
Figura 48. Zonas sanitaria



3.5.5. Flujos de la planta

3.5.5.1. Flujo del proceso

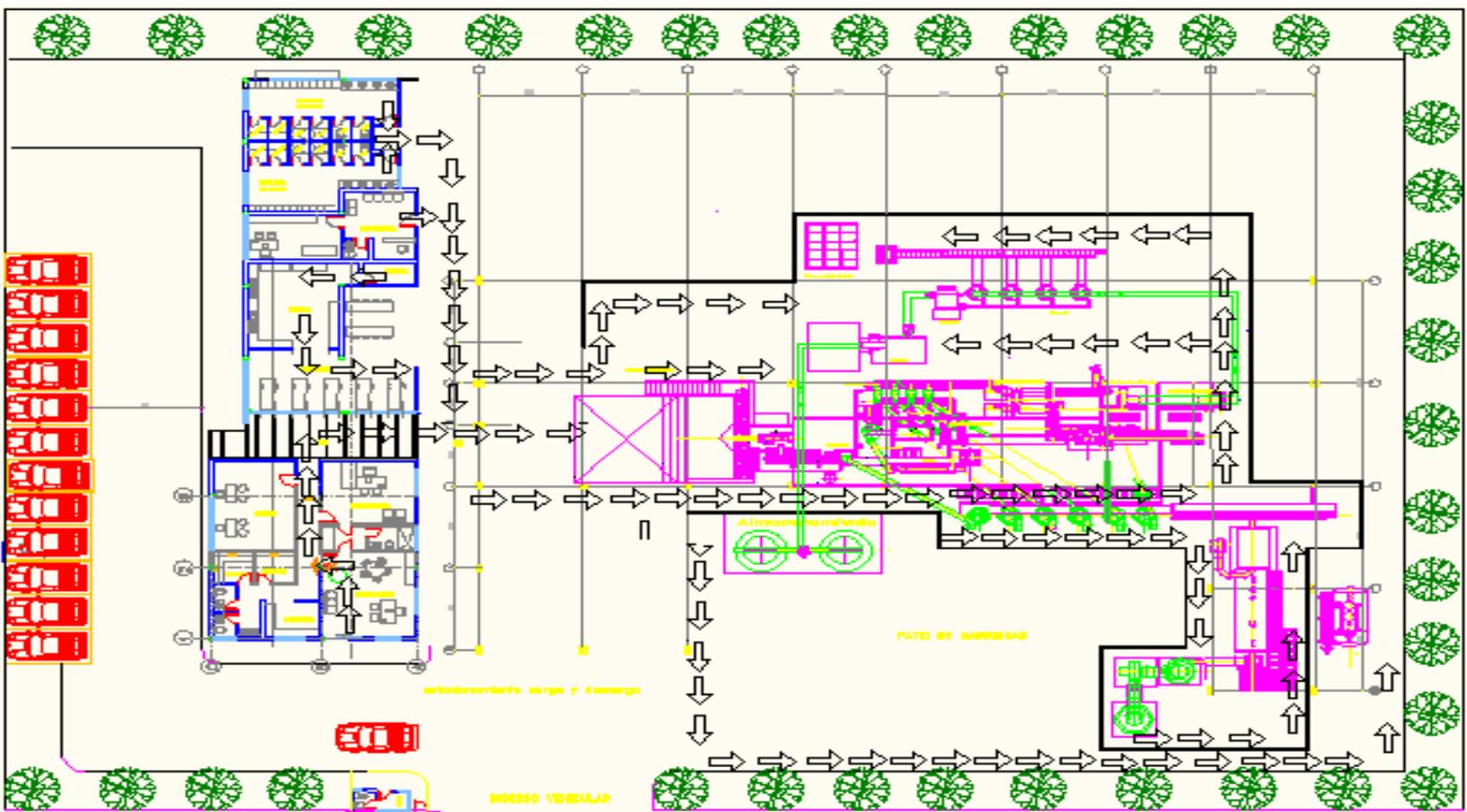
El sentido de los procesos en una industria, varía de acuerdo a las líneas de procesamiento y el requerimiento del mismo, es decir la forma en la que dispondrá y distribuirá cada área y operación del proceso, en la Figura 49 se describen algunas alternativas del flujo del proceso. En el caso de la industria aceitera se utilizarán las Figuras c) y d), pues dentro de la extractora existen procesos poco contaminados.



3.5.5.2. Flujo de personal

En la planta extractora de aceite de palmiste se tendrá 8 trabajadores, debido a que los procesos son automatizados, cada uno de ellos tiene su determinada función y el flujo se detalla en la Figura 50.

Figura 50 Flujo de personal



Capítulo IV

4. DISEÑO EXPERIMENTAL

4.1. Descripción del diseño

En la industria es frecuente realizar experimentos o pruebas con el objetivo de resolver un problema, por ejemplo, hacer algunos cambios en materiales, métodos, procesos de operación, probar varias alternativas hasta encontrar un mejor resultado o para crear un nuevo producto o material, con la intención de lograr solucionar o mejorar los problemas dentro de una industrial. El diseño experimental es la forma más eficaz de hacer pruebas, consiste en determinar, qué pruebas se deben realizar y de qué manera, permite obtener evidencias objetivas que ayudan a responder interrogantes. Además, es la aplicación de métodos científicos para generar conocimientos acerca de procesos, por medio de pruebas, que son planteadas adecuadamente.

Esta metodología se ha ido consolidando como un conjunto de técnicas estadísticas y de ingeniería, con las cuales se entienden de mejor manera situaciones complejas de causa y efecto. Un aspecto importante para realizar el diseño experimental, es decidir cuáles pruebas o tratamientos se van a realizar y cuántas repeticiones de cada uno se requiere, de manera que se obtenga la mayor información a bajos costos. Para que un diseño experimental tenga éxito es necesario desarrollarlo por etapas, a continuación se describen de manera breve las etapas que conforman el diseño de experimentos:

- **Planeación y realización:** son actividades encaminadas a comprender, delimitar el problema y los factores y las variables respuesta.
- **Análisis:** para analizar los experimentos se debe realizar la Tabla ANOVA, que es el análisis de la varianza.

- **Interpretación:** con la ayuda del análisis estadístico, se debe analizar con detalle todo lo que ha pasado en el experimento, desde los contraste iniciales con la comparación de los resultados del experimento, hasta observar los cambios que se lograron sobre el proceso, verificar supuestos y elegir el tratamiento ganador, siempre con apoyo de las pruebas estadísticas.
- **Control y conclusiones finales:** para concluir con el estudio experimental, se decidirá qué medidas se implementarán en el proceso para garantizar que las mejoras se mantengan.

Existen varios diseños experimentales para estudiar distintos problemas o situaciones que ocurren en la práctica, en este caso se utilizará el diseño factorial 2^k , que significa dos niveles de prueba de cada uno y k , es el número de factores. Este diseño factorial es de mayor impacto en la industria, debido a su eficiencia y versatilidad. En la industria de palma africana, se plantea un problema que es la calidad del aceite de palma y palmiste, que será resuelto mediante la elaboración de un diseño factorial 2^3 y 2^2 , con el cual se estudiará el efecto de la hidrólisis enzimática del aceite de palma y palmiste, que se activa por los factores de temperatura de almacenamiento y humedad más impurezas. Cada replica de este diseño consisten en cuatro combinaciones o tratamientos.

4.2. Objetivos

4.2.1. Objetivo general

- Evaluar la calidad del aceite de palma y palmiste mediante la elaboración del diseño experimental.

4.2.2. Objetivos específicos

- Planear el diseño experimental del aceite de palma y palmiste
- Analizar el experimento a través del análisis de varianza ANOVA
- Interpretar el análisis formal con detalle de lo que pasó en el experimento
- Elaborar las conclusiones finales

4.3. Desarrollo del diseño experimental para el aceite de palmiste

El aumento de la acidez en el almacenamiento del aceite de palmiste, es causa del deterioro del aceite por hidrólisis enzimática, es decir la presencia de ácidos grasos libres en el aceite, en la cual influye la cantidad de humedad, impurezas que tenga el aceite y de la temperatura de almacenamiento. Se tomó una muestra de 300 gramos de aceite almacenado durante 15, 20, 30 y 35 días. Mediante el uso del diseño factorial 2^3 se estudió tres factores, considerando tres niveles en cada uno.

4.3.1. Factores

Para el desarrollo del experimento se realizó la elección de tres factores que se describen en la siguiente Tabla, se muestran los dos factores elegidos para el experimento, son continuos, los valores del dominio experimental son valores de máximo y mínimo que pueden tomar. Se tomó en cuenta que la humedad debe ser inferior a 0.10% y que lo óptimo es trabajar con una humedad de 0,08%; en el caso de las impurezas, el aceite debe tener un contenido inferior al 2,5% y lo óptimo es 1,5%; en cuenta la temperatura se consideró valores menores a 35°C y mantener una temperatura de almacenamiento al ambiente de 25 a 35°C, para evitar el aumento de acidez.

Tabla 38. Factores y niveles

Factores	Niveles	
	Bajo -	Alto +
A: Temperatura	40	30
B: Humedad	0.5	0.1
C: Impurezas	0.2	0.04

4.3.2. Descripción del modelo

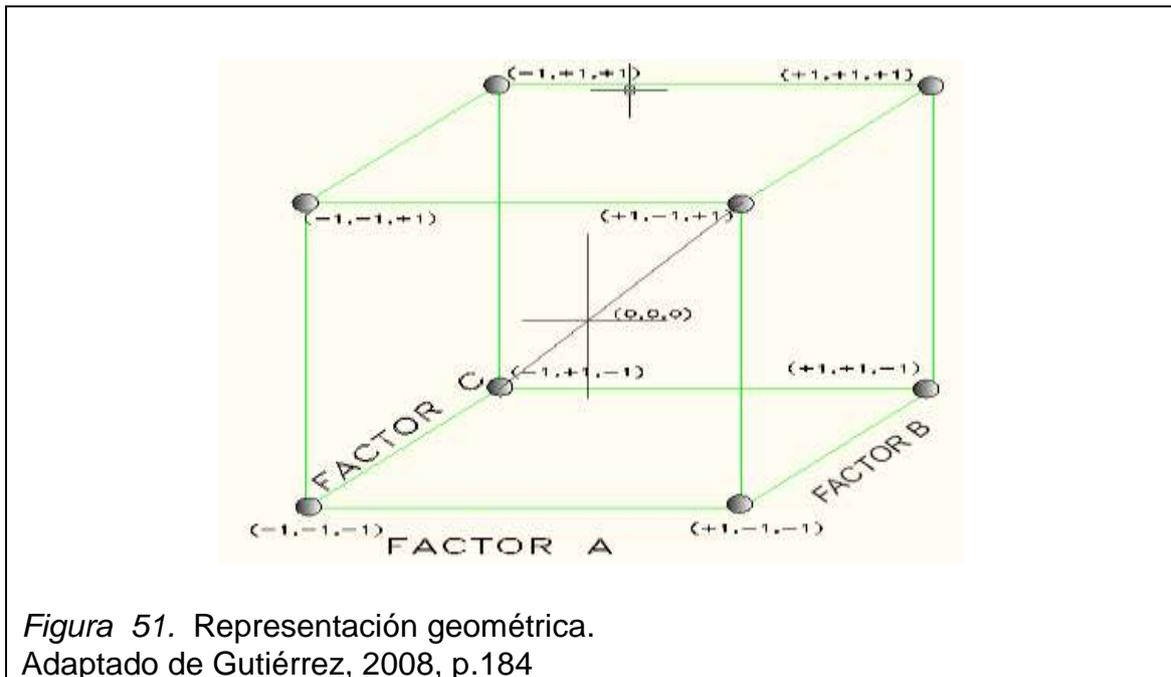
Mediante el siguiente modelo se describe el diseño factorial 2^3 , y el comportamiento de la variable respuesta Y:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde μ es la media general, α_i es el efecto del tratamiento i , β_j es el efecto del tratamiento j , γ_k es el efecto del tratamiento k , $(\alpha\beta)_{ij}$ es el efecto de la interacción de ij , $(\alpha\gamma)_{ik}$ es el efecto de la interacción del tratamiento ik , $(\beta\gamma)_{jk}$ es el efecto de la interacción del tratamiento jk , $(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ es la interacción de los tres tratamientos ijk y ε_{ijkl} es el error aleatorio de la combinación de los tres tratamientos.

4.3.3. Representación geométrica

Como se observa en la Figura 51, la región experimental está representada por un cubo regular de origen $(0, 0, 0)$, cuyos vértices son los ocho tratamientos.



4.3.4. Plan de experimentación

Tabla 39. Plan de experimentos

Matriz de experimentos				Plan de experimento		
	A	B	C	Temperatura	Humedad	Impurezas
1	-	-	-	30	0,1	0,04
A	+	-	-	40	0,1	0,04
B	-	+	-	30	0,5	0,04
Ab	+	+	-	40	0,5	0,04
C	-	-	+	30	0,1	0,2
Ac	+	-	+	40	0,1	0,5
Bc	-	+	+	30	0,5	0,2
Abc	+	+	+	40	0,5	0,2

Para saber el efecto de un factor hay que hacerlo variar entre dos valores que son los extremos de su dominio experimental: entre el nivel - y el +.

Esta variación entre niveles se debe llevar a cabo para todas las combinaciones contempladas en el diseño factorial 2^3 . En la Tabla 39, se describe en total ocho experimentos correspondientes a dos niveles de la temperatura de almacenamiento por dos niveles humedad y por dos niveles de impurezas.

4.3.5. Hipótesis de interés

Al estudiar tres factores A: temperatura, B: humedad, C: impurezas, es posible experimentar los efectos de A, B, C, AB, AC, BC y ABC, con los cuales se planteará 7 hipótesis de interés las cuales son:

H_0 = No afecta a la acidez del aceite

H_A = afecta a la acidez del aceite

Tabla 40. Hipótesis de interés

Factor	H0	H1
A	Efecto de A=0	Efecto de A≠0
B	Efecto de B=0	Efecto de B≠0
C	Efecto de C=0	Efecto de C≠0
AB	Efecto de AB=0	Efecto de AB≠0
AC	Efecto de AC=0	Efecto de AC≠0
BC	Efecto de BC=0	Efecto de BC≠0
ABC	Efecto de ABC=0	Efecto de ABC≠0

4.3.6. Análisis del diseño factorial

Sean los factores A, B, C los que se requiere estudiar y 1, a, b, ab, c, ac, bc, abc, los totales observados en cada uno de los ocho tratamientos descritos, mismos que figuran en orden estándar. Los efectos de estos factores se calcularán a partir de la siguiente Tabla de signos. Las columnas de los efectos principales A, B, C son las mismas de la matriz de diseño y las columnas de los efectos de interacción se obtienen multiplicando las columnas correspondientes.

Las preguntas principales que se quieren responder con el experimento son:
 ¿La temperatura, la humedad y las impurezas afectan a la acidez del aceite de palmiste? ¿Cómo es tal efecto y cuál combinación de temperatura, humedad e impureza minimiza la acidez del aceite?

Tabla 41. Tabla de signos

Total	A	B	C	AB	AC	BC	ABC
1	-	-	-	+	+	+	-
A	+	-	-	-	-	+	+
B	-	+	-	-	+	-	+
Ab	+	+	-	+	-	-	-
C	-	-	+	+	-	-	+
Ac	+	-	+	-	+	-	-
Bc	-	+	+	-	-	+	-
Abc	+	+	+	+	+	+	+

Tomado de Gutiérrez, 2008 p.185.

4.3.6.1. Cálculo de contrastes

Al multiplicar los signos de la Tabla 41, por la columna de totales representados por la notación de Yates, se obtiene los contrastes para los siete efectos. En la Tabla 42 se realizó varias observaciones de la acidez del aceite de palmiste bajo los siete tratamientos A, B, C, AB, AC, BC y ABC

Tabla 42. Observaciones de la acidez

Acidez				Total	Notación
2,50	2,80	2,80	2,90	11,00	1
2,50	2,50	2,80	3,80	11,60	a
2,50	2,60	3,20	3,50	11,80	b
2,60	2,80	2,80	3,10	11,30	ab
2,70	2,90	3,10	3,80	12,50	c
2,80	2,80	3,00	3,40	12,00	ac
2,90	2,80	3,20	3,50	12,40	bc
3,80	3,80	4,00	4,00	15,60	abc

Contraste de A= $(a+ab+ac+abc-1-b-c-bc)$

Contraste de B= $(b+ab+bc+abc-1-a-c-ac)$

Contraste de C= $(c+ac+bc+abc-1-a-b-ab)$

Contraste de AB= $(ab-b-a+abc+1-bc+abc)$

Contraste de AC= $(1-a+b-ab-c+ac-bc+abc)$

Contraste de BC= $(1+a-b-ab-c-ac+bc+abc)$

Contraste de ABC= $(abc-bc-ac+c-ab+b+a-1)$

Tabla 43. Cálculo de contraste

Contraste de A	4,30
Contraste de B	4,00
Contraste de C	6,80
Contraste de AB	2,60
Contraste de AC	2,60
Contraste de BC	3,00
Contraste de ABC	4,80

4.3.6.2. Cálculo de efectos

El efecto se calcula con las siguientes fórmulas

Efecto A= $\text{contraste A}/n^{2^k-1}$

Efecto B= $\text{contraste B}/n^{2^k-1}$

Efecto C= $\text{contraste C}/n^{2^k-1}$

Efecto AB= $\text{contraste AB}/n^{2^k-1}$

Efecto AC= contraste AC/n2^k-1

Efecto BC= contraste BC/n2^k-1

Efecto ABC= contraste ABC/n2^k-1

En donde n es el número de réplicas del experimento, que en este caso son cuatro y k el número de factores del diseño que es tres menos uno.

Tabla 44. Cálculo de efectos.

Efecto A	0,27
Efecto B	0,25
Efecto C	0,43
Efecto AB	0,16
Efecto AC	0,16
Efecto BC	0,19
Efecto ABC	0,30

4.3.6.3. Cálculo de la Tabla ANOVA

Para el análisis de varianza del diseño 2³, la suma de cuadrados de los efectos se calcula a partir de los contrastes con la fórmula:

SC= contraste ²/n2k

La suma total de los cuadrados se obtiene de la siguiente manera:

$$SCT = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=0}^2 \sum_{k=1}^2 \sum_{l=0}^2 Y^2_{ijkl} - Y^2 \dots /n2K$$

La suma de cuadrados de error se calcula por sustracción:

$$SCE = SCT - SCA - SCB - SCC - SCAB - SCAC - SCBC - SCABC$$

Tabla 45. Tabla ANOVA.

Efecto	SM	GL	CM	F ₀	Valor-p	H ₀	H _A
A	0,578	2	0,289	7,785	>3,49	R	A
B	0,500	1	0,500	13,474	>4,35	R	A
C	1,445	1	1,445	38,939	>4,35	R	A
AB	0,211	2	0,106	2,846	>3,49	A	R
AC	0,211	2	0,106	2,846	>3,49	A	R
BC	0,281	1	0,281	7,579	>4,35	R	A
ABC	0,720	2	0,360	9,701	>3,49	R	A
Error	0,742	20	0,037				
Total	4,689	31					

Con esta información se obtiene ANOVA para el diseño 2³, en donde el valor de F₀ es menor que el valor-p, para lo cual se rechaza la hipótesis nula para A, B, C, y de las interacciones BC, ABC y se acepta la hipótesis alternativa. Por tanto, A, B, C, BC y ABC, son los factores que incrementan la acidez y afecta a la calidad del aceite de palmiste.

4.3.7. Interpretación y conclusiones

En la ANOVA con todos los efectos que se muestra en la Tabla 45, se observa que los efectos que tienen el valor-p menor al estadístico de prueba F₀ son A, B, C, las interacciones BC y ABC. En la ANOVA se aprecia que los efectos más importantes son los de las interacciones ABC, seguido de BC y de los factores de C, seguido de B y finalmente A, que influyen en el % de acidez del aceite de palmiste. Para obtener un aceite de calidad se debe minimizar los % de humedad e impurezas en el aceite y temperatura, por tanto se utilizará el tratamiento (A-, B-, C-) o (A+, B-,C-), que se trata a una temperatura promedio de almacenado de 35°C, 0.10 % de humedad y 0.04% de impurezas.

4.3.8. Comparación₀ o pruebas de rango múltiple

En el experimento que se realizó con el aceite de palmiste, la hipótesis nula se rechaza, por tanto es necesario investigar cuáles tratamientos son diferentes.

Mediante el uso del método LCD, se probará la igualdad de todos los posibles pares de medias, tomando en cuenta las hipótesis $H_0: \mu_i = \mu_j$ y $H_A: \mu_i \neq \mu_j$

Para el cálculo del método LCD, se requiere de los grados de libertad y los cuadrados medios del error que se encuentran en la ANOVA de la Tabla 45, se usó una significancia de $\alpha=0.05$, de la tabla de distribución T de student con 20 grados de libertad se obtiene 2.08. En cada tratamiento se hicieron $n=4$ pruebas, entonces:

$$LCD = t_{\alpha/2, N - k} \cdot \sqrt{2CME/n} = 2.08 * \sqrt{2 * \frac{0.0371094}{8}} = 0,2003$$

Tabla 46. Cálculo del método LCD

Promedio	Yi	H ₀	H _A	Estadístico de prueba	prueba LSD	
3,900	Y6	u6-u4=0	u6-u4≠0	0,775	0,2003	significativa
3,130	Y4	u6-u2=0	u6-u2≠0	0,800	0,2003	significativa
3,100	Y2	u6-u7=0	u6-u7≠0	0,900	0,2003	significativa
3,000	Y7	u6-u3=0	u6-u3≠0	0,950	0,2003	significativa
2,950	Y3	u6-u3=0	u6-u5≠0	0,950	0,2003	significativa
2,900	Y5	u6-u5=0	u6-u5≠0	1,000	0,2003	significativa
2,830	Y8	u6-u8=0	u6-u8≠0	1,075	0,2003	significativa
2,750	Y1	u6-u1=0	u6-u1≠0	1,150	0,2003	significativa
		u4-u2=0	u6-u1≠0	0,025	0,2003	No significativa
		u4-u7=0	u4-u7≠0	0,125	0,2003	No significativa
		u4-u3=0	u4-u3≠0	0,175	0,2003	No significativa
		u4-u5=0	u4-u5≠0	0,225	0,2003	significativa
		u4-u8=0	u4-u8≠0	1,075	0,2003	significativa
		u4-u1=0	u4-u1≠0	1,150	0,2003	significativa
		u2-u7=0	u2-u7≠0	0,100	0,2003	No significativa
		u2-u3=0	u2-u3≠0	0,150	0,2003	No significativa
		u2-u5=0	u2-u5≠0	0,200	0,2003	No significativa
		u2-u8=0	u2-u8≠0	0,275	0,2003	significativa
		u2-u1=0	u2-u1≠0	0,350	0,2003	significativa

Continuación Tabla 46.

Promedio	Yi	H ₀	H _A	Estadístico de prueba	prueba LSD	
		$u_7-u_3=0$	$u_7-u_3\neq 0$	0,050	0,2003	No significativa
		$u_7-u_5=0$	$u_7-u_5\neq 0$	0,100	0,2003	No significativa
		$u_7-u_8=0$	$u_7-u_8\neq 0$	0,175	0,2003	No significativa
		$u_7-u_1=0$	$u_7-u_1\neq 0$	0,250	0,2003	significativa
		$u_3-u_5=0$	$u_3-u_5\neq 0$	0,050	0,2003	No significativa
		$u_3-u_8=0$	$u_3-u_8\neq 0$	0,125	0,2003	No significativa
		$u_3-u_1=0$	$u_3-u_1\neq 0$	0,200	0,2003	No significativa
		$u_5-u_8=0$	$u_5-u_8\neq 0$	0,075	0,2003	No significativa
		$u_5-u_1=0$	$u_5-u_1\neq 0$	0,150	0,2003	No significativa
		$u_8-u_1=0$	$u_8-u_1\neq 0$	0,075	0,2003	No significativa

En la Tabla 46, se puede observar que la decisión sobre cada una de las seis hipótesis se obtiene al comparar las correspondientes diferencias de medias muestrales en valor absoluto con el número $LSD= 0.2003$. Son significativas aquellas diferencias que son mayores a este número. Por tanto, se obtiene como resultado que $\mu_4-\mu_2=0$, $\mu_4-\mu_7=0$, $\mu_4-\mu_3=0$, $\mu_7-\mu_5=0$, $\mu_7-\mu_5=0$, $\mu_7-\mu_8=0$, $\mu_3-\mu_5=0$, $\mu_3-\mu_8=0$, $\mu_3-\mu_1=0$, $\mu_5-\mu_8=0$, $\mu_5-\mu_1=0$, $\mu_8-\mu_1=0$, mientras que, $\mu_6-\mu_4\neq 0$, $\mu_6-\mu_2\neq 0$, $\mu_6-\mu_7\neq 0$, $\mu_6-\mu_3\neq 0$, $\mu_6-\mu_3\neq 0$, $\mu_6-\mu_5\neq 0$, $\mu_6-\mu_8\neq 0$, $\mu_4-\mu_5\neq 0$, $\mu_4-\mu_8\neq 0$, $\mu_4-\mu_1\neq 0$, $\mu_2-\mu_8\neq 0$, $\mu_2-\mu_1\neq 0$, $\mu_7-\mu_1\neq 0$

4.3.9. Prueba de Shapiro-Wilks para normalidad

Se consideró una muestra aleatoria de datos correspondientes a la acidez del aceite, que proceden de cierta distribución desconocida denotada por $F(x)$.

Se quiere verificar si dichos datos fueron generados por un proceso normal mediante las siguientes hipótesis: $H_0= F(x)$ es normal $H_A= F(x)$ no es normal.

Tabla 47. Cálculos para realizar Shapiro-Wilks

Datos		Diferencia	coeficiente Shapiro	Total
2,500	2,900	0,400	0,419	0,168
2,500	2,900	0,400	0,290	0,116
2,500	3,000	0,500	0,246	0,123
2,500	3,100	0,600	0,214	0,128
2,600	3,100	0,500	0,188	0,094
2,600	3,200	0,600	0,165	0,099
2,700	3,200	0,500	0,145	0,072
2,800	3,400	0,600	0,127	0,076
2,800	3,500	0,700	0,106	0,074
2,800	3,500	0,700	0,093	0,065
2,800	3,800	1,000	0,078	0,078
2,800	3,800	1,000	0,063	0,063
2,800	3,800	1,000	0,049	0,049
2,800	3,800	1,000	0,034	0,034
2,800	4,000	1,200	0,021	0,025
2,900	4,000	1,100	0,007	0,007
			Total	1,272

Los pasos para la prueba de Shapiro-Wilks inician por ordenar los datos de menor a mayor, de las Tablas de Shapiro se obtiene el coeficiente y se aplica la siguiente fórmula para calcular el estadístico W que se define como:

$$W = 1 / (n-1) S^2 \left(\sum_{i=1}^k (a_i * (X_{n-i+1} - X_i)) \right)$$

Donde $S^2 = 1/n - 1 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$ que es la varianza muestral. Finalmente, si el valor del estadístico es mayor a su valor crítico al nivel α observado, se rechaza la normalidad de los datos.

$$W\text{-Shapiro} = (-1.27164^2) / (31 * 0,22350806) = 0,23338528$$

Con el tamaño de muestra $n = 32$, $W_{1-0.05} = 0,986$, se observa que W es menor que $W_{1-\alpha}$, por lo tanto, se acepta que los datos proceden de una distribución normal, que concuerda con la Figura 51 y 52.

4.3.10. Gráfica de normalidad en papel ordinario y normal

Para verificar los supuestos de normalidad es necesario realizar un procedimiento gráfico, que consiste en graficar los residuos en papel o en gráfica de probabilidad normal. En las Figuras 52 y 53, se representa en la gráfica normal en la cual los supuestos de normalidad si se cumplen. En la Tabla 48, se calculan los datos correspondientes para realizar las gráficas.

Tabla 48. Cálculos para realizar las gráficas de probabilidad normal

Datos	Rango i	$(i-0,5)/N$	$Z_i = \Phi^{-1}((i-0,5)/N)$
2,500	1,000	2%	0,506
2,500	2,000	5%	0,519
2,500	3,000	8%	0,531
2,500	4,000	11%	0,544
2,600	5,000	14%	0,556
2,600	6,000	17%	0,568
2,700	7,000	20%	0,580
2,800	8,000	23%	0,593
2,800	9,000	27%	0,605
2,800	10,000	30%	0,617
2,800	11,000	33%	0,629
2,800	12,000	36%	0,640
2,800	13,000	39%	0,652
2,800	14,000	42%	0,663
2,800	15,000	45%	0,675
2,900	16,000	48%	0,686
2,900	17,000	52%	0,697
2,900	18,000	55%	0,708
3,000	19,000	58%	0,718
3,100	20,000	61%	0,729
3,100	21,000	64%	0,739
3,200	22,000	67%	0,749
3,200	23,000	70%	0,759
3,400	24,000	73%	0,769

Continuación de Tabla 48

Datos	Rango i	$(i-0,5)/N$	$Z_i = \Phi^{-1}((i-0,5)/N)$
3,500	25,000	77%	0,778
3,500	26,000	80%	0,787
3,800	27,000	83%	0,796
3,800	28,000	86%	0,805
3,800	29,000	89%	0,813
3,800	30,000	92%	0,822
4,000	31,000	95%	0,830
4,000	32,000	98%	0,84

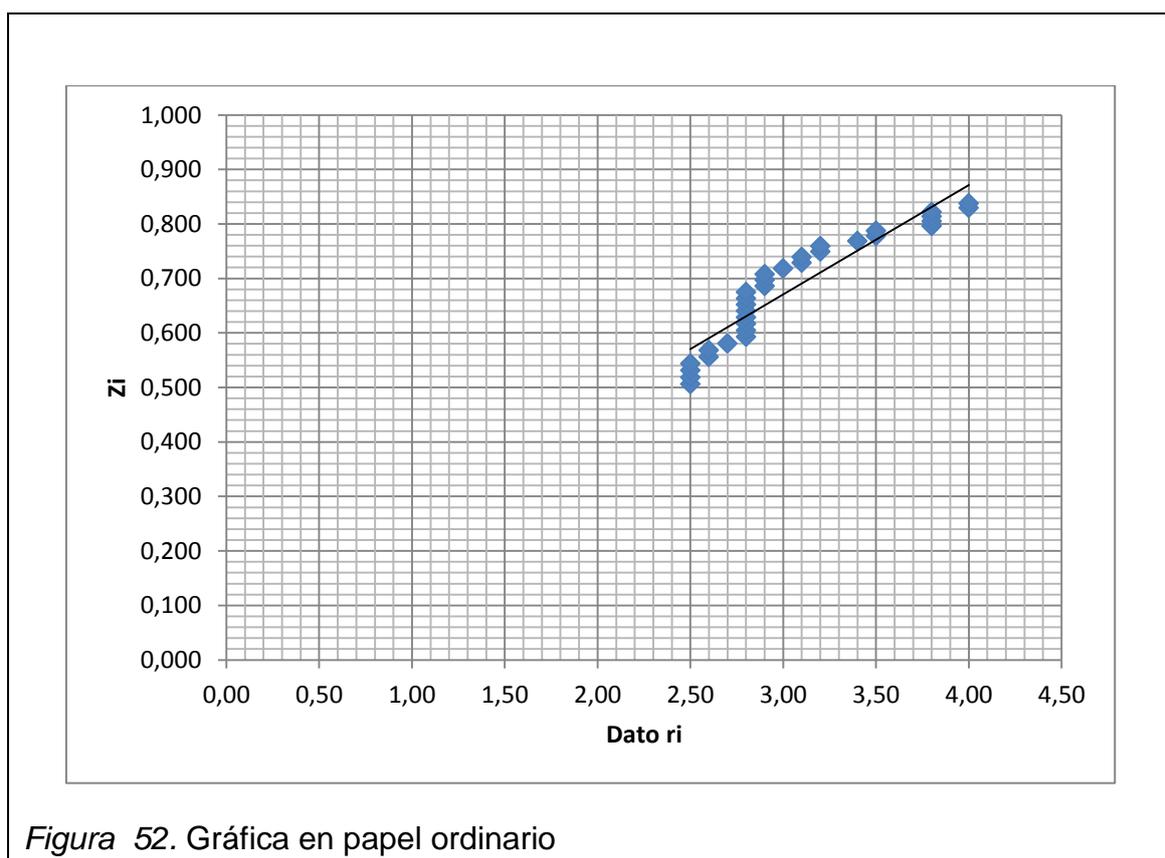


Figura 52. Gráfica en papel ordinario

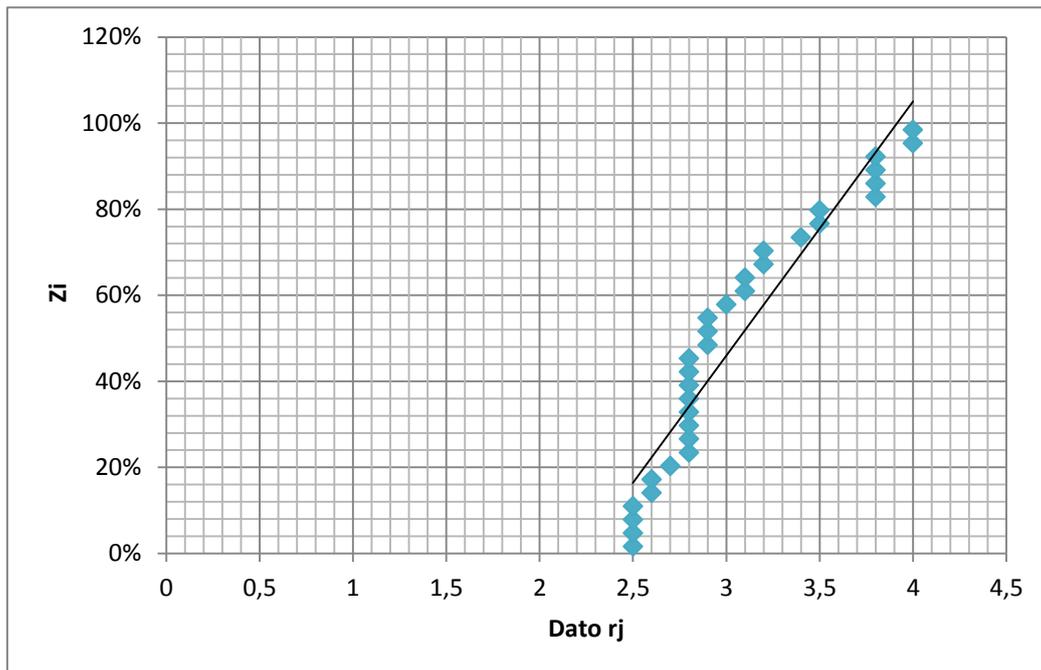


Figura 53. Gráfica en papel normal

4.4. Desarrollo del diseño experimental para el aceite de palma

Para mejorar la calidad del aceite de palma, es necesario conocer los factores que afectan de manera significativa en la variable respuesta. Sin embargo esta información será obtenida a través de la experimentación. Primero se fijarán las variables que aumentan la acidez del aceite disminuyendo su calidad.

A continuación, se realizará una serie de pruebas con 300 gramos de muestra de aceite de palma, tomadas en el periodo de 15, 20, 30 y 35 días de almacenamiento. Finalmente, mediante el uso del diseño factorial 2^2 se estudiará dos factores considerando dos niveles cada uno.

4.4.1. Factores

Los principales factores seleccionados para el modelo a resolver se muestran en la Tabla 49. Como los dos factores son continuos, su dominio experimental se expresa con valores de máximo y mínimo (-,+). En el caso del aceite de palma se estudiarán los factores de humedad e impurezas como uno solo,

pues en el control de calidad, se toman en cuenta como un solo factor. Los niveles de los factores utilizados para el experimento deben ser: temperatura de almacenamiento bajo los 40°C y mantenerse en los 30°C, con relación a la humedad + impurezas es aceite debe tener máximo de 1.9 y 0.5 son las condiciones adecuadas para evitar el aumento de acidez en el aceite de palma.

Tabla 49. Factores y niveles

Factores	Niveles	
	Bajo	Alto
A: Temperatura	40	30
B: Humedad + impurezas	1.9	0.5

4.4.2. Descripción del modelo

El modelo estadístico que se utilizará para el diseño 2^2 está dado por:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde μ es la media general, α_i es el efecto del tratamiento de i , β_j es el efecto de del tratamiento de j , $\alpha\beta_{ij}$ es la interacción del tratamiento de ij y ϵ_{ijk} es el error aleatorio que se supone que sigue una distribución normal con media cero y varianza constante σ^2 ($N(0, \sigma^2)$) y son independientes entre sí.

4.4.3. Representación geométrica

El diseño factorial 2^2 se representa de manera geométrica por los vértices del cuadrado de la Figura 54, cada uno de los vértices representan un punto de diseño o tratamiento. El área limitada por este cuadrado se la conoce como región experimental, todas las conclusiones que se obtengan en este experimento sólo tendrá validez dentro de esta región.

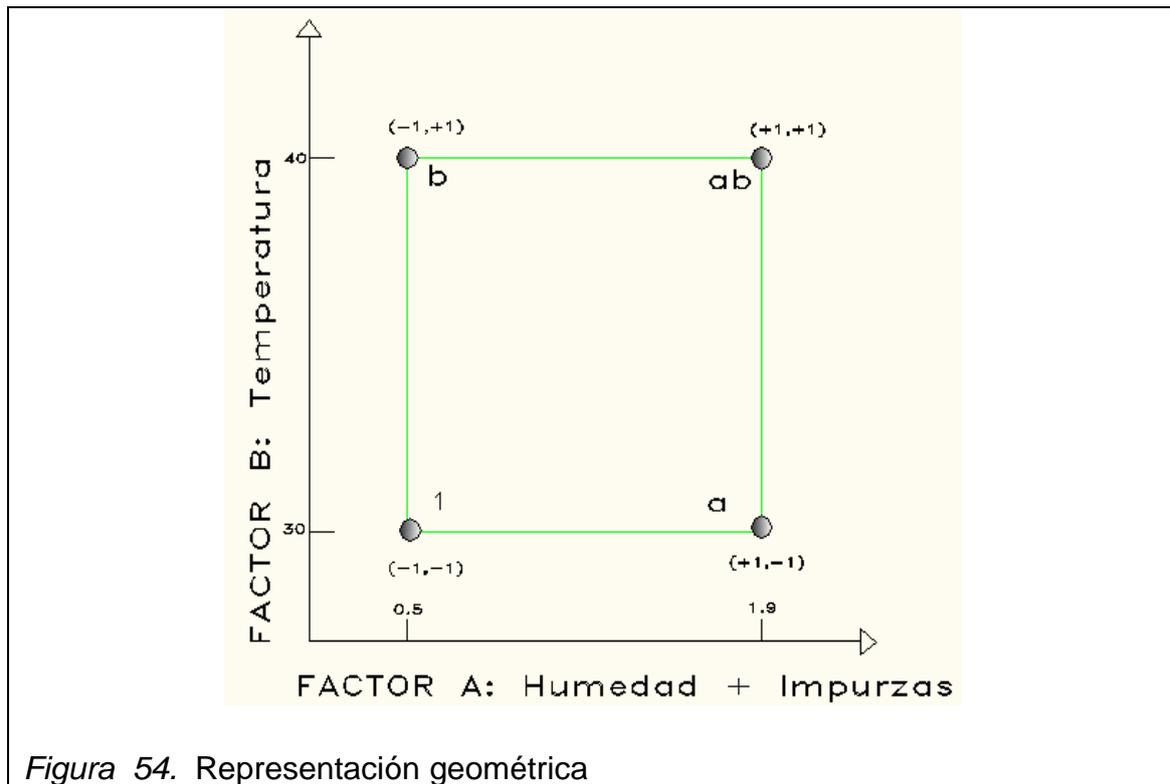


Figura 54. Representación geométrica

4.4.4. Plan de experimentación

Tabla 50. Plan de experimentos

Matriz de experimentos			Plan de experimentación	
	X1	X2	Temperatura	humedad + impurezas
1	-	-	30	0,5
2	+	-	40	0,5
3	-	+	30	1,9
4	+	+	40	1,9

En la Tabla 50, se describe el plan de experimentos que está constituido por los valores de + y -. Esta variación entre estos dos niveles (+,-), debe desarrollarse en todas las combinaciones utilizadas en el diseño factorial 2^3 . Así mismo, se concretan cuatro experimentos correspondientes a 2 niveles de temperatura y 2 niveles de humedad más impurezas.

4.4.5. Hipótesis de interés

Al estudiar dos factores como son A: temperatura y B: humedad más impurezas y la interacción de AB, se pueden plantear las siguientes hipótesis de interés:

H_0 = no afecta a la acidez del aceite

H_A = afecta a la acidez del aceite

Tabla 51. Hipótesis de interés

Factor	H_0	H_A
A	efecto de $A=0$	efecto de $A \neq 0$
B	efecto de $B=0$	efecto de $B \neq 0$
AB	efecto de $AB=0$	efecto de $AB \neq 0$

4.4.6. Análisis del diseño factorial

La Tabla 52, se muestra la notación (+,-), y los datos obtenidos en las 16 pruebas. En la última columna se muestra el total por tratamiento utilizando la notación yates. La aplicación en este experimento en el hecho de que se aleatorizaron las 16 corridas del proceso y se hicieron cuatro repeticiones, de cada tratamiento, además que supone que cada experimento se corre en igualdad de circunstancias, con respecto de los factores estudiados. Las preguntas principales que se quieren responder con el experimento son: ¿La temperatura y la humedad más impurezas afectan a la acidez del aceite de palma? ¿Cómo es tal efecto y cuál combinación de temperatura y humedad mas impureza minimiza la acidez del aceite? En la Tabla 55, se definen la Tabla de signos que se construye a partir de la matriz del diseño, multiplicando las columnas que intervienen en la interacción que se requiere calcular para el experimento, que en este caso se requiere obtener el contraste de la

interacción de AB, se multiplican las columnas de los signos de A por B, lo cual da como resultado los signos de contrastes AB.

Tabla 52. Tabla de signos

Yates	A	B	AB
1	-	-	+
a	+	-	-
b	-	+	-
ab	+	+	+

Tomado Gutiérrez, 2008 p. 17.

4.4.6.1. Cálculo de contrastes

Para realizar el cálculo de los contrastes se recomienda que la notación de Yates represente la sumas de los totales de o suma de las observaciones de cada tratamiento. En este caso, al multiplicar las columnas de A y B por notación de Yates encontramos los siguientes contrastes:

Tabla 53. Observaciones de acidez

Acidez del aceite			
2,00	2,70	2,800	3,50
4,00	2,50	2,500	2,10
2,00	2,20	3,000	1,30
5,00	3,00	5,50	6,00

Contraste de A= $(a+ab-b-1)$

Contraste de B= $(b+ab-a-1)$

Contraste de AB= $(ab+1-a-b)$

Tabla 54. Cálculo de contrastes

Contrastes	Cálculo
$A=(a+ab-b-1)$	11,100
$B=(b+ab-a-1)$	5,900
$AB=(ab+1-a-b)$	10,900

4.4.6.2. Cálculo de efectos

En éste diseño hay tres efectos de interés: los efectos de A, B y de la interacción de AB. Con el uso de la notación de Yates, se puede ver que si cada tratamiento se corre n veces, entonces la media de Y en el nivel alto de A es $(a+ab)/2n$.

$$\text{Efecto A} = 1/2n (a+ab-b-1)$$

$$\text{Efecto B} = 1/2n (b+ab-a-1)$$

El efecto de la interacción entre los factores A y B está dado por la diferencia entre el efecto de A en el nivel alto de B y el efecto de A en el nivel bajo de B esto es:

$$\text{Efecto AB} = 1/2n (ab+1-a-b).$$

Tabla 55. Cálculo de efectos

Efecto	Cálculo
$A=1/2n *(a+ab-b-1)$	1,387
$B=1/2n*(b+ab-a-1)$	0,737
$AB=1/2n(ab+1-a-b)$	1,362

4.4.6.3. Cálculo de la ANOVA

Como se observa en los cálculos obtenidos en la Tabla 56, en el análisis de la varianza, la suma de cuadrados de los efectos se calcula a partir de sus contrastes.

Tabla 56. Cálculo de suma de cuadrados

Suma de cuadrados	Cálculo
SCA	7,701
SCB	2,176
SCAB	7,426

La suma de cuadrados totales es:

$$SCT = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=0}^2 \sum_{k=1}^2 Y^2_{ijk} - Y^2 \dots / 4n$$

Y tiene 15 grados de libertad, mientras que la suma de los cuadrados del error se calcula por diferencia:

$$SCE = SCT - SCA - SCB - SCAB$$

Tabla 57. Tabla ANOVA

FV	SC	GL	CM	F ₀	Valor-p	H ₀	H _A
A	7,701	1	7,701	17,593	>4,75	R	A
B	2,176	1	2,176	4,970	>4,75	R	A
AB	7,426	1	7,426	16,965	>4,75	R	A
Error	5,252	12	0,438				
Total	22,554	15					

4.4.7. Interpretación y conclusiones

El análisis de varianza se muestra en la Tabla 57. De acuerdo con la columna para el F₀ es menor que el valor-p, para lo cual se rechazan las tres hipótesis nulas, esto quiere decir que el efecto de A: temperatura, B: humedad más

impurezas y la interacción AB, afectan a la acidez del aceite de palma y por tanto se ve afectada la calidad. Del F0, se aprecia que el efecto más importante es el efecto de A seguido de la interacción AB y por último, del efecto de B. Para obtener un aceite de calidad se requiere minimizar el % humedad, impurezas y temperatura en el almacenamiento del aceite, por lo cual se debe utilizar el tratamiento (A-, B-) o (A+, B-), que corresponde a un promedio de temperatura de 35°C y una humedad más impurezas de 0.5 para evitar la presencia de microorganismos.

4.4.8. Comparación de parejas de medias en los tratamientos

Una vez que se rechaza la hipótesis nula en el ANOVA, es necesario investigar qué tratamientos resultaron diferentes y cuáles provocan la diferencia. Por lo tanto, se utilizará el método LSD para probar la igualdad de todos los posibles pares de medias con la hipótesis: $H_0: \mu_i = \mu_j$ y $H_1: \mu_i \neq \mu_j$. Para el cálculo del método LCD, se requiere de los grados de libertad y los cuadrados medios del error que se encuentran en la ANOVA de la tabla 56, se usó una significancia de $\alpha=0.05$, de la tabla de distribución T de student con 12 grados de libertad se obtiene 2.18. En cada tratamiento se hicieron $n=4$ pruebas, entonces:

$$LCD = t_{\alpha/2, N - k} \cdot \sqrt{2CME/n} = 2.18 * \sqrt{2 * \frac{0.4377}{4}} = 1,0189$$

Tabla 58. Prueba LSD

Promedio	Yi	Ho	H1	Estadístico de prueba	Prueba LSD	Decisión
4,875	Y4	$\mu_4 - \mu_2 = 0$	$\mu_4 - \mu_2 \neq 0$	2,1	1,0189	significativa
2,775	Y2	$\mu_4 - \mu_1 = 0$	$\mu_4 - \mu_1 \neq 0$	2,125	1,0189	significativa
2,75	Y1	$\mu_4 - \mu_3 = 0$	$\mu_4 - \mu_3 \neq 0$	2,75	1,0189	significativa
2,125	Y3	$\mu_2 - \mu_1 = 0$	$\mu_2 - \mu_1 \neq 0$	0,025	1,0189	no significativa
		$\mu_2 - \mu_3 = 0$	$\mu_2 - \mu_3 \neq 0$	0,65	1,0189	no significativa
		$\mu_1 - \mu_3 = 0$	$\mu_1 - \mu_3 \neq 0$	0,625	1,0189	no significativa

En la Tabla 58, se puede observar que la decisión sobre cada una de las seis hipótesis se obtiene al comparar las correspondientes diferencias de medias muestrales en valor absoluto con el número $LSD= 1.0189$. Son significativas aquellas diferencias que son mayores a este número. Se obtiene como resultado que $\mu_2-\mu_1=0$, $\mu_2-\mu_3=0$, $\mu_1-\mu_3=0$, mientras que, $\mu_4-\mu_2\neq 0$, $\mu_4-\mu_1\neq 0$, $\mu_4-\mu_3\neq 0$.

4.4.9. Prueba de Shapiro-Wilks para normalidad

Consideramos una muestra aleatoria de datos que son la acidez del aceite de palma, que proceden de cierta distribución desconocida denotada por $F(x)$. Se quiere verificar si dichos datos fueron generados por un proceso normal mediante las siguientes hipótesis: $H_0= F(x)$ es normal $H_1= F(x)$ no es normal.

Tabla 59. Cálculos para realizar Shapiro-Wilks

Datos		Diferencia	Coficiente Shapiro	Total
1,300	2,800	1,500	0,506	0,758
2,000	3,000	1,000	0,329	0,323
2,000	3,000	1,000	0,252	0,252
2,100	3,500	1,400	0,199	0,27832
2,200	4,000	1,800	0,145	0,2605
2,500	5,000	2,500	0,100	0,2513
2,500	5,500	3,000	0,059	0,178
2,700	6,000	3,300	0,019	0,065
			Total	2,372

Los pasos para la prueba de Shapiro-Wilks, son ordenar los datos de menor a mayor, de las Tablas de Shapiro se obtiene el coeficiente y se aplica la siguiente fórmula para calcular el estadístico W que se define como:

$$W= 1/ (n-1) S^2 (\sum_{i=1}^k (a_i * (X_{n-i+1} - X_i))$$

Donde $S^2=1/n-1\sum_{i=1}^n(X_i - X)^2$ que es la varianza muestral. Finalmente, si el valor del estadístico es mayor a su valor crítico, al nivel α observado, se rechaza la normalidad de los datos.

$$W\text{-Shapiro} = (5.24035^2) / (15 * 2.7859375) = 0,654168262$$

Con el tamaño de muestra $n= 16$, $W_{1-0,05}=0,987$, se observa que W es menor que $W_{1-\alpha}$, por lo tanto, se acepta que los datos proceden de una distribución normal, que concuerda con la Figura 54.

4.4.10. Gráfica de normalidad en papel ordinario y normal

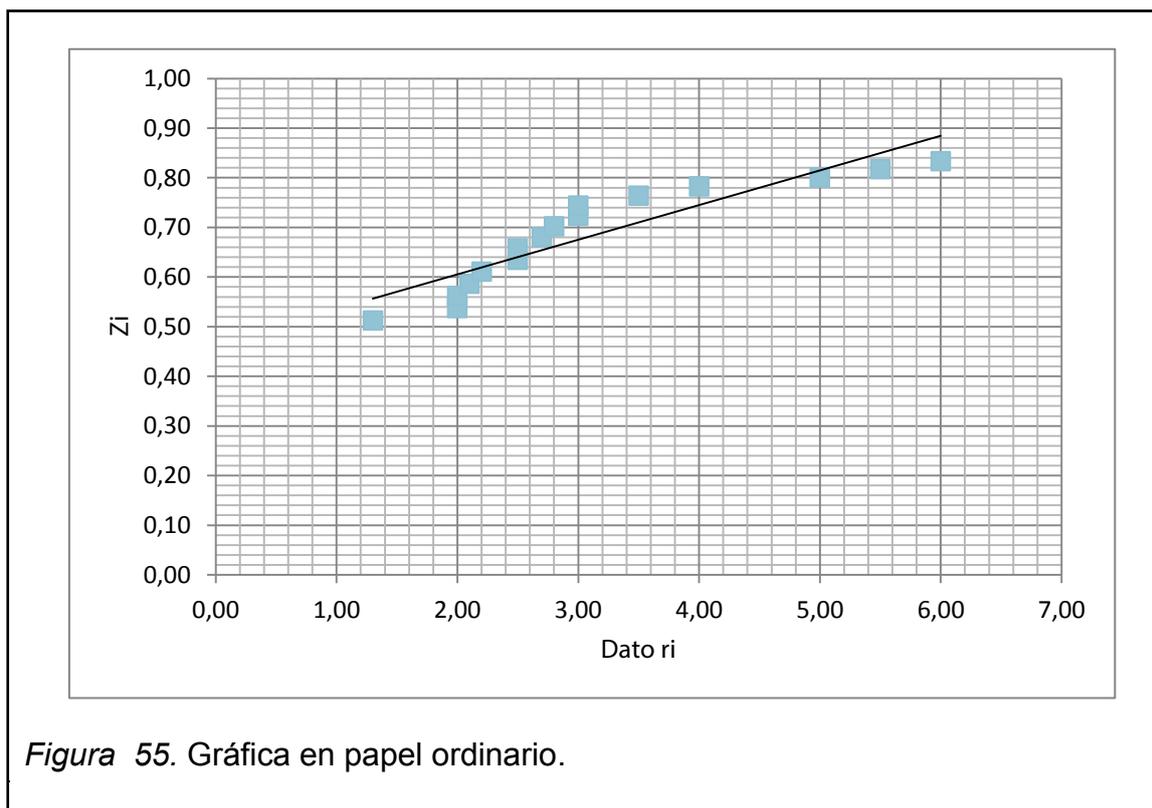
Para verificar los supuestos de normalidad es necesario realizar un procedimiento gráfico, que consiste en graficar los residuos en papel o en gráfica de probabilidad normal. En las Figuras 54 y 55, se representa en la gráfica normal en la cual los supuestos de normalidad si se cumplen. En la tabla 60, se calculan los datos correspondientes para realizar las gráficas.

Tabla 60. Cálculos para realizar las gráficas de probabilidad normal

Datos	Rango i	$(i-0,5)/N$	$Z_i = \Phi^{-1}((i-0,5)/N)$
1,300	1	3%	0,512
2,000	2	9%	0,537
2,000	3	16%	0,562
2,100	4	22%	0,587
2,200	5	28%	0,611
2,500	6	34%	0,634
2,500	7	41%	0,658
2,700	8	47%	0,680

Continuación Tabla 60.

2,800	9	53%	0,702
3,000	10	59%	0,724
3,000	11	66%	0,744
3,500	12	72%	0,764
4,000	13	78%	0,783
5,000	14	84%	0,801
5,500	15	91%	0,818
6,000	16	97%	0,834



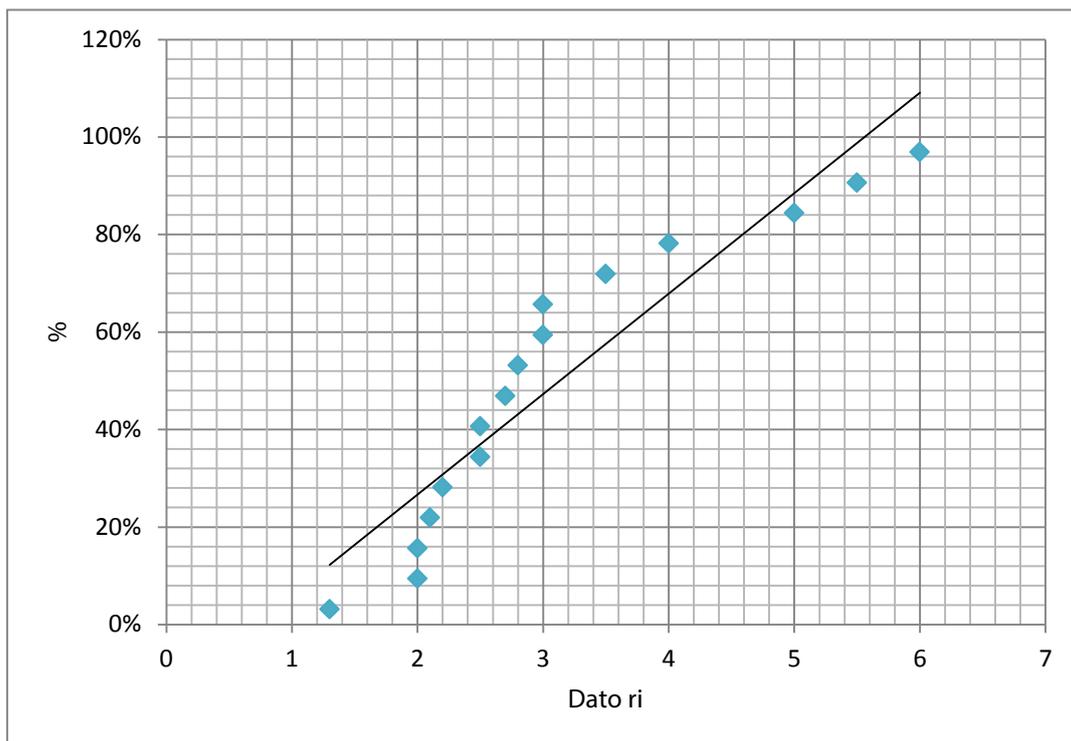


Figura 56. Gráfica en papel normal.

Capítulo v

5. ESTUDIO FINANCIERO

5.1. Plan de Inversiones

El monto total de la inversión propuesta para el desarrollo del proyecto se detalla en la Tabla 61; como se puede observar, el rubro más alto corresponde maquinaria y equipos de extractora, pues es todo mecanizado, seguido de la inversión del terreno para la construcción de la extractora, equipo, muebles y enseres, seguridad y BPM. El total de activos del proyecto ascienden a 2901169,82 dólares, los cuales serán financiados a través de un fideicomiso con el Banco del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (BIESS).

Tabla 61. Monto total de la inversión

	USD	1	0	TOTAL
ACTIVOS FIJOS OPERATIVOS				
Terreno		500 000,00	0,00	500 000,00
Construcciones (bodega + trabajadores)		40 000,00	0,00	40 000,00
Caminos internos + externos		74 000,00	34 000,00	108 000,00
Vehículos camiones y maquinaria pesada		75 000,00	135 000,00	210 000,00
Construcción Obra Civil Palmistera		70 000,00	0,00	70 000,00
Maquinaria Palmistera		1 300 000,00	0,00	1 300 000,00
Seguridad y BPM		8.000,00	0,00	8 000,00
ACTIVOS FIJOS ADMINISTRACION Y VENTAS				
Muebles y enseres		10 000,00	0,00	10 000,00
Equipos de cómputo		10 000,00	0,00	10 000,00
SUBTOTAL	USD	2 087 000,00	169 000,00	2 256 000,00
CAPITAL DE TRABAJO				
Capital de Trabajo Operativo		638 185,07	0,00	638 185,07
Capital de Trabajo Administración y Ventas		6 984,75	0,00	6 984,75
SUBTOTAL		645 169,82	0,00	645 169,82
INVERSIÓN TOTAL	USD	2 732 169,82	169 000,00	2 901 169,82
CAPITAL (AMORTIZACION) PREOPERACIONAL		0,00	0,00	0,00
POR FINANCIAR		2 732 169,82	169 000,00	2 901 169,82

Tomado de Noboa, 2013.

Con la compra de los activos fijos operativos, se tendría lo necesario para que la extractora comience los primeros meses de procesamiento. Además, se debe tomar en cuenta que la empresa para su funcionamiento contará con un capital de trabajo.

5.1.1. Inversión de la palmistera

Los rubros que componen las inversiones de la palmistera, se explican a continuación:

5.1.1.1. Maquinaria

La maquinaria será comprada y elaborada con materia prima importada desde Colombia, con la más alta tecnología, pues toda será mecanizada. Los costos de la inversión en maquinaria se detalla en la Tabla 62.

Tabla 62. Costos de maquinaria

Maquinaria	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Báscula camionera	1	30 000,00	30 000,00
Transportadores	12	10 000,00	16 000,00
Elevadores	5	20 000,00	100 000,00
Desfibrador neumático	1	15 000,00	15 000,00
Ciclón	4	20 000,00	80 000,00
Esclusa	5	5 000,00	25 000,00
Transportador	9	15 000,00	135 000,00
Tambor giratorio	1	15 000,00	15.000,00
Columna despedregadora	1	10 000,00	10 000,00
Silos de secado	3	8 000,00	24 000,00
Tambor clasificador de nueces	3	10 000,00	30 000,00
Triturador "ripple mil"	3	60 000,00	180 000,00

Continuación Tabla 62

Maquinaria	Unidades	Valor unitario	Valor total
Triturador centrifugo de nueces	1	90 000,00	90 000,00
Columna de separación neumática de polvos	1	4 000,00	4 000,00
Ducto de polvos	1	5 000,00	5 000,00
Tambor clasificador de nueces no rotas	1	2 000,00	2 000,00
Banda de transporte de almendras	1	6 000,00	6 000,00
Hidrociclones de almendra y cuesco	1	22 000,00	22 000,00
Tambores de almendra y cuesco	1	35 000,00	35 000,00
Tolva de pesaje	2	8 000,00	16 000,00
Tolva	1	5000,00	5 000,00
Prensa	4	30 000,00	120 000,00
Transportador de aceite	1	10 000,00	10 000,00
Tanque de aceite	1	8 000,00	8 000,00
Decantador	1	20 000,00	20 000,00
Bomba	4	3 000,00	12 000,00
Filtro de prensa	1	20 000,00	20 000,00
Tanque de aceite filtrado	1	15 000,00	15.000,00
Tanques gemelos	2	20 000,00	40.000,00
Tanques de almacenamiento	2	20 000,00	40.000,00
Molinos	1	5 000,00	5 000,00
Caldera para la producción de vapor	1	50 000,00	50 000,00
Instalaciones para el tratamiento del agua	1	20 000,00	20 000,00
Tubería	1	40 000,00	40 000,00
Estructura y plataforma	1	35 000,00	35 000,00
instalaciones eléctricas	1	20 000,00	20 000,00
Total			1 300 000,00

5.1.1.2. Muebles y enseres

Los muebles y enseres, serán ocupados en la parte administrativa, laboratorio y enfermería, los costos están detallados en la Tabla 63. Se realizó una cotización de los mismos, con costo total de 10 000 dólares.

Tabla 63. Costos de muebles y enseres

Muebles y enseres	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Mesas para cafetería	2	100,00	200,00
Mesas para comedor	7	200,00	1 400,00
Sillas	28	10,00	280,00
Cocina industrial	2	500,00	1 000,00
Refrigeradora	1	600,00	600,00
Congelador	1	1000,00	1 000,00
Microondas	1	500,00	500,00
Utensilios de cocina		500,00	500,00
Sillas para laboratorio	2	10,00	20,00
Lavamanos	10	40,00	400,00
Inodoros	6	100,00	600,00
Duchas	4	50,00	200,00
Casilleros	24	100,00	2 400,00
Sillas para oficina	8	45,00	360,00
Escritorios	4	30,00	120,00
Mesa de reuniones	2	35,00	70,00
Archivadores	3	20,00	60,00
Camilla para enfermería	1	100,00	100,00
Botiquín	1	20,00	20,00
Sillas para enfermería	3	10,00	30,00
Teléfonos	3	10,00	30,00
Basureros pequeños	6	5,00	30,00
Basureros grandes	10	8,00	80,00
Total			10 000,00

5.1.1.3. Equipos de computación

En la Tabla 64, se detallan los rubros correspondientes a equipos de computación que forman parte de los activos fijos, utilizados en la sección administrativa, laboratorio y operación.

Tabla 64. Costos equipos de computación

Equipos de computo	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Copiadoras	2	700,00	1 400,00
Impresoras	4	600,00	2 400,00
Computadoras	4	800,00	3 200,00
Consola de internet	1	3 000,00	3 000,00
Total			10 000,00

5.1.1.4. Seguridad y BPM

Son costos fijos, aquellos indispensables dentro de la industria, garantizan la seguridad de todos los trabajadores, así mismo, las BPM permiten obtener un producto inocuo. Además, las dos prácticas, ayudan a obtener los permisos para el funcionamiento de la extractora. En la Tabla 65, se detalla cada uno de los rubros, con una inversión total de 8000 dólares.

Tabla 65. Costos de seguridad, BPM

Seguridad industrial, BPM y control de calidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Escobas	20	5,00	100,00
Trapeadores	20	5,00	100,00
Limpiones	20	1,00	20,00
Rótulos	20	50,00	1 000,00
Dispensador de papel higiénico	6	50,00	300,00
Galón de jabón líquido	4	10,00	40,00
Mandiles	10	20,00	200,00
Dispensador para jabón	5	60,00	300,00
Fundas industriales para basura grandes	8	5,00	40,00
Fundas industriales para basura pequeñas	8	6,00	48,00

Continuación Tabla 65.

Seguridad industrial, BPM y control de calidad	Unidad	Valor unitario	Valor total
Galón de desinfectante	4	25,00	100,00
Guantes plásticos	24	3,00	72,00
Papel sanitario	24	10,00	240,00
Extintor	5	1 000,00	5 000,00
Guantes quirúrgicos	24	8,00	192,00
Dispensador de aire caliente	1	128,00	128,00
Detergente	4	30,00	120,00
Total			8 000,00

5.1.1.5. Vehículo, camión y maquinaria pesada

El vehículo que se comprará, será de uso exclusivo del jefe de planta y para satisfacer las necesidades de la extractora. El camión será para transporte de materia prima y la cargadora se utilizará para depositar la materia prima en la tolva de recepción. En la Tabla 66, se detalla los costos para la compra de vehículo, camión y maquinaria pesada, dando una inversión total de 210 000,000

Tabla 66. Costo de Vehículos, camiones y maquinaria pesada

Vehículos y Camiones	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Cargadora	1	100 000,00	100 000,00
Camión	1	30 000,00	30 000,00
Tanquero de aceite	1	60 000,00	60 000,00
Camioneta	1	20 000,00	20 000,00
Total			210 000,00

5.2. Programa de producción y ventas

Se contempla que el proyecto tenga dos productos a ser comercializados:

Aceite de Palmiste: se comercializará en tanqueros de dieciocho toneladas, que se entregarán a La Fabril, ubicada en Manta.

Torta de Palmiste: que es un subproducto del procesamiento de la palmistera; se comercializará a los fabricantes de balanceados para los animales.

Las ventas representan la cuantificación monetaria de los productos/servicios demandados por los clientes a precio de mercado. Cabe destacar que la formulación financiera del proyecto, estipula, que por el lado de las ventas se considera el volumen de productos/servicios que serán ofrecidos, generarán ingresos porque alguien los adquirió y pagará por ellos y, por los costos/gastos, se valorará el volumen de producción, que no necesariamente será igual a la demanda, cuya diferencia radica en los inventarios de productos terminados y desechos. La producción bruta en cuanto a desperdicios por fallas, transporte o devoluciones se denomina producción neta. El programa de producción, precios y ventas, se detalla en las siguiente Tabla.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aceite Palmiste											
Producción bruta por periodo	t	3 097,90	3 318,40	3 538,80	3 759,20	3 979,70	4 200,09	4 200,09	4 200,10	4 200,09	4 200,09
Producción neta total		3 097,93	3 318,36	3 538,80	3 759,23	3 979,66	4 200,09	4 200,09	4 200,09	4 200,09	4 200,09
Precios mercado local		1 175,00	1 175,00	1 175,00	1 175,00	1 175,00	1 175,00	1 175,00	1 175,00	1 175,00	1 175,00
Ventas mercado local		3' 640 072,49	3'899078,64	4'158084,79	4'417090,95	4'676 097,10	4'935 103,26	4'935 103,26	4'935 103,26	4'935 103,26	4'935 103,26
Total ventas	USD	3 640 072,49	3 899 078,64	4 158 084,79	4 417 090,95	4 676 097,10	4 935 103,26	4 935 103,26	4 935 103,26	4 935 103,26	4 935 103,26
Torta Palmiste											
Producción bruta por periodo	t	3 144,08	3 624,32	3 955,52	4 286,72	4 468,88	4 800,08	4 800,08	4 800,08	4 800,08	4 800,08
Producción neta total		3 144,08	3 624,32	3 955,52	4 286,72	4 468,88	4 800,08	4 800,08	4 800,08	4 800,08	4 800,08
Precios mercado local		135,00	135,00	135,00	135,00	135,00	135,00	135,00	135,00	135,00	135,00
Precios mercado externo		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ventas mercado local		42 4451,02	48 9283,42	53 3995,4	57 8707,42	60 3299,02	64 8011,02	64 8011,02	64 8011,02	64 8011,02	64 8011,02
Total ventas	USD	42 4451,02	48 9283,42	53 3995,42	57 8707,42	60 3299,02	64 8011,02	64 8011,02	64 8011,02	64 8011,02	64 8011,02
Mercado local		4 064 523,50	4 388 362,06	4 692 080,21	4 995 798,36	5 279 396,12	5 583 114,27	5 583 114,27	5 583 114,27	5 583 114,27	5 583 114,27
Total estimado de ventas		4 064 523,50	4 388 362,06	4 692 080,21	4 995 798,36	5 279 396,12	5 583 114,27	5 583 114,27	5 583 114,27	5 583 114,27	5583 114,27

Tabla 67. Ventas del proyecto

5.3 Capacidad instalada

La capacidad instalada de la extractora va de acuerdo con la producción bruta por periodo, se debe tener en cuenta que la capacidad instalada se logrará una vez transcurridos los tres años de poner en marcha el proyecto como se observa en la Tabla 68. Como se describen en el capítulo tres, la capacidad de la planta es 0.7 toneladas por hora, 14 toneladas de aceite por día y 16 toneladas de torta de palmiste y se trabajarán 20 horas diarias por 25 días al mes.

Tabla 68. Capacidad de la planta

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aceite Palmiste	t	3 097,93	3 318,36	3 538,80	3 759,23	3.979,66	4 200,09	4 200,09	4 200,09	4 200,09	4 200,09
Torta Palmiste	t	3 144,08	3 624,32	3 955,52	4 286,72	4 468,88	4.800,08	4 800,08	4 800,08	4 800,08	4 800,08

5.3. Costos y gastos

Los costos que implican desembolso en efectivo (flujo de caja) en el proyecto son: materia prima (materiales directos), materiales indirectos, suministros y servicios, mano de obra directa, mano de obra indirecta, mantenimiento, seguro y costos indirectos de producción. Los costos que no representan desembolso en efectivo son: depreciaciones de activos fijos de producción, amortizaciones (parcial, en función de los activos diferidos concernientes al proceso de producción). Los gastos que significan desembolso en efectivo son: gastos administrativos, gastos de ventas y gasto financiero. Los gastos que no implican desembolso en efectivo son: depreciaciones de activos fijos de administración y ventas, amortizaciones (parcial, de acuerdo a loa activos diferidos vinculados a la administración y ventas).

5.3.1. Costos directos

5.3.1.1. Costos de materia prima

Para el presupuesto de materia prima, en el inicio del proceso de producción de aceite, se toma en cuenta la producción neta anual la cual es de aproximadamente 4 200 toneladas de aceite con una utilización de 27 000 toneladas de materia prima, el detalle de costos totales, se encuentra en la Tabla 69.

Tabla 69. Costos materia prima

Detalle	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aceite Palmiste	2 397 396,18	2 567 980,80	2 738 565,42	2 909 150,03	3 079 734,65	3 250 319,26	3 250 319,26	3 250 319,26	3 250 319,26	3 250 319,26
Torta Palmiste	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total materias primas	2 397 396,2	2 567 980,80	2 738 565,42	2 909 150,03	3 079 734,65	3 250 319,26	3 250 319,26	3 250 319,26	3 250 319,26	3 250 319,26

En la Tabla 70, se detalla los costos de materiales indirectos, los cuales son utilizados en el laboratorio para realizar el control de calidad, como es la acidez, humedad e impurezas, además del control de la materia prima.

Tabla 70. Materiales Indirectos

Detalle	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cloroformo	1 437,50	1 437,50	1 437,50	1 437,50	1 437,50	1 437,50	1 437,50	1 437,50	1 437,50	1 437,50
Fenoltaleína	106,00	106,00	106,00	106,00	106,00	106,00	106,00	106,00	106,00	106,00
Alcohol etílico	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00
Hidróxido de sodio	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00
Insumos para tratamiento de agua	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
Total materiales indirectos	2 523,50	2 523,50	2 523,50	2 523,50	2 523,50	2 523,50	2 523,50	2 523,5	2 523,50	2 523,50

5.3.1.3. Servicios y suministro

Los costos de suministros y servicios se describen en la Tabla 73, donde el rubro más importante es la luz y el combustible, ya que la planta es completamente mecánica y todos los equipos funcionan con electricidad, y cuando falla, es necesario prender el generador a diésel, para suplir la falta de energía.

Tabla 73. Costo de servicios y suministros

Detalle	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Agua, energía eléctrica y telecomunicaciones	2 400,00	2 400,00	2 400,00	2 400,00	2 400,00	2 400,00	2 400,00	2 400,00	2 400,00	2 400,00
Consumo combustible	24 000,00	24 000,00	24 000,00	24 000,00	24 000,00	24 000,00	24 000,00	24 000,00	24 000,00	24 000,00
Varios	5 400,00	5 400,00	5 400,00	5 400,00	5 400,00	5 400,00	5 400,00	5 400,00	5 400,00	5 400,00
Total suministros y servicios	31 800,00	31 800,00	31 800,00	31 800,00	31 800,00	31 800,00	31 800,00	31 800,00	31 800,00	31 800,00

5.3.1.4. Vida Útil, mantenimiento y seguros

El detalle de vida Útil, mantenimiento y seguros, de los activos fijos, se encuentra en la siguiente Tabla 74.

Tabla 74. Vida útil, mantenimiento y seguros.

	VIDA ÚTIL	MANTENIM.	SEGURO
ACTIVOS FIJOS OPERATIVOS	AÑO	PORCENTAJE	PORCENTAJE
Terreno			
Maquinaria Palmistera	25	0,00%	0,00%
seguridad y BPM	10	1,00%	1,00%
Caminos internos + externos	20	0,00%	0,00%
Vehículos	4	0,00%	0,00%
Construcción Obra Civil Palmistera	20	1,00%	0,00%
Maquinaria Palmistera	20	3,00%	1,00%
Seguridad y BPM	3	0,00%	0,00%
ACTIVOS FIJOS ADMINISTRACIÓN Y VENTAS			
Muebles y enseres	5	3,00%	1,00%
Equipos de cómputo	5	3,00%	1,00%

5.3.1.5. Activos y depreciaciones

En la Tabla 80, se muestra el detalle de activos que la empresa va a adquirir para el desarrollo del proyecto, además se detallan las depreciaciones anuales con sus respectivos porcentajes.

Tabla 75. Costos de depreciaciones y seguros

	INVERSIONES					
	DEPRECIAC.	MANTENIM.	SEGUROS	DEPREC.	MANT.	SEGUROS
COSTO DE PRODUCCION:	PORCENTAJE			USD		
Terreno						
Construcciones (bodega + trabajadores)	10,00%	1,00%	1,00%	4 000	400,00	200,00
Caminos internos + externos	5,00%	0,00%	0,00%	5 400	0,00	0,00
Vehículos camiones y maquinaria pesada	25,00%	0,00%	0,00%	52 500	0,00	0,00
Construcción Obra Civil Palmistera	5,00%	1,00%	0,00%	3 500	700,00	0,00
Maquinaria Palmistera	5,00%	3,00%	1,00%	65 000	39 000,00	6 500,00
Seguridad y BPM	33,00%	0,00%	0,00%	2 666,67	0,00	0,00
Subtotal				133 066,67	40 100,00	6 700,00
GASTOS ADMINISTRATIVOS Y VENTAS						
Muebles y enseres	20,00%	3,00%	1,00%	2 000,00	300,00	100,00
Equipos de cómputo	20,00%	3,00%	1,00%	2 000,00	300,00	100,00
Subtotal				4 000,00	600,00	200,00
Total				137 066,67	40 700,00	6 900,00

5.3.1.6. Resumen de costos y gastos

La Tabla del resumen de costos y gastos contemplados en el proyecto, se detallan los costos directos de producción, los cuales contemplan la mano de obra directa y la materia prima directa para el desarrollo del producto. Los costos indirectos de producción, que son costos de suministros y servicios, mantenimiento y seguros, y del porcentaje de imprevistos. Se detallan también los gastos administrativos, gastos de ventas y gastos financieros.

Periodo :	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Costos directos de producción										
Mano de obra directa	73 800,00	73 800,00	73 800,00	73 800,00	73 800,00	73 800,00	73 800,00	73 800,00	73 800,00	73 800,00
Materiales directos	2397396,18	2 567 980,80	2 738 565,42	2 909 150,03	3 079 734,65	3 250 319,26	3 250 319,26	3 250 319,26	3 250 319,26	3 250 319,26
Imprevistos %	0,5%	12355,98	13 208,90	14 061,83	14 914,75	15 767,67	16 620,60	16 620,60	16 620,60	16 620,60
Subtotal	2 483 552,17	2 654 989,70	2 826 427,24	2 997 864,78	3 169 302,32	3 340 739,86				
Costos indirectos de producción										
Costos que representan desembolso:										
Mano de obra indirecta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Materiales indirectos	2 523,50	2 523,50	2 523,50	2 523,50	2 523,50	2 523,50	2 523,50	2 523,50	2 523,50	2 523,50
Suministros y servicios	31 800,00	31 800,00	31 800,00	31 800,00	31 800,00	31 800,00	31 800,00	31 800,00	31 800,00	31 800,00
Mantenimiento y seguros	46 800,00	46 800,00	46 800,00	46 800,00	46 800,00	46 800,00	46 800,00	46 800,00	46 800,00	46 800,00
Imprevistos %	0,5%	405,62	405,62	405,62	405,62	405,62	405,62	405,62	405,62	405,62
Parcial	81 529,12	81 529,12	81 529,12	81 529,12	81 529,12	81 529,12	81 529,12	81 529,12	81 529,12	81 529,12
Costos que no representan desembolso:										
Depreciaciones	133 066,67	133 066,67	133 066,67	133 066,67	133 066,67	133 066,67	133 066,67	133 066,67	133 066,67	133 066,67
Subtotal	214 595,78	214 595,78	214 595,78	214 595,78	214 595,78	214 595,78	214 595,78	214 595,78	214 595,78	214 595,78
Gastos administrativos	% depreciación imputado	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Gastos que representan desembolso:										
Remuneraciones	24 000,00	24 000,00	24 000,00	24 000,00	24 000,00	24 000,00	24 000,00	24 000,00	24 000,00	24 000,00
Varios	3000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00
Mantenimiento y seguros	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00
Imprevistos %	0,5%	139,00	139,00	139,00	139,00	139,00	139,00	139,00	139,00	139,00
Parcial	27939,00	27 939,00	27 939,00	27 939,00	27 939,00	27 939,00	27 939,00	27 939,00	27 939,00	27 939,00
Gastos que no representan desembolso:										
Depreciaciones	2 000,00	2 000,00	2 000,00	2 000,00	2 000,00	2 000,00	2 000,00	2 000,00	2 000,00	2 000,00
Subtotal	29 939,00	29 939,00	29 939,00	29 939,00	29 939,00	29 939,00	29 939,00	29 939,00	29 939,00	29 939,00
Gastos que no representan desembolso:										
Depreciaciones	2 000,00	2 000,00	2 000,00	2 000,00	2 000,00	2 000,00	2 000,00	2 000,00	2 000,00	2 000,00
Subtotal	2 000,00	2 000,00	2 000,00	2 000,00	2 000,00	2 000,00	2 000,00	2 000,00	2 000,00	2 000,00
Gastos financieros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	2 730 086,95	2 901 524,49	3 072 962,03	3 244 399,57	3 415 837,10	3 587 274,64				

5.4. Financiamiento

Se realizará un fideicomiso, que es un contrato entre Novapalm y el BIESS, es decir, básicamente, una sociedad entre las dos partes por 10 años, periodo en el cual Novapalm, en calidad de constituyente adherente aporta con el 48.3%, y el BIESS, en calidad de inversionista con una participación del 51.7% de las inversiones, conforme al plan propuesto que se detalla a continuación:

Tabla 77. Participación en fideicomiso

Periodo	1	2	3	4		
BIESS	1 499 033,96	0,00	0,00	0,00	1 499 033,96	51,67%
Palmistera	1 300 000,00					
Construcciones Palmistera	70 000,00					
Capital de Trabajo	129 033,96					
Novapalm S.A.	1 233 135,85	169 000,00	0,00	0,00	1 402 135,85	48,33%
Capital de Trabajo	516 135,85					
Terreno	500 000,00					
Caminos	74 000,00	34 000,00				
Vehículos, Camiones y maquinaria pesada	75 000,00	135 000,00				
Construcciones	40 000,00					
Muebles y enseres	10 000,00					
Seguridad y BMP	8 000,00					
Equipos de cómputo	10 000,00					
TOTAL	2 732 169,82	169 000,00	0,00	0,00	2 901 169,82	

Tomado de Noboa, 2013.

La Participación del BIESS, en calidad de inversionista, es decir, como capital de riesgo, le permitirá a este acceder a ingresos variables en calidad de excedentes de capital, dividendos, los que constituyen un rendimiento positivo del 43% en calidad de TIRF.

5.5. Utilidades

De cumplirse los supuestos estimados en el proyecto, los datos observados en la siguiente Tabla serían los resultados esperados para el BIESS y para la empresa. El reparto de utilidades es función de la política de dividendos establecida por la compañía como porcentaje de la utilidad distribuible. En el caso que no exista reparto, la utilidad neta forma parte de una cuenta patrimonial, que puede ser capitalizada o distribuida. Con el dato final del capital de trabajo (requerimiento de caja) se puede establecer el plan de inversiones final, que deberá ser financiado en su totalidad con el fin de ejecutar el proyecto de acuerdo al cronograma previsto.

Tabla 78. Distribución de Utilidades

DISTRIBUCION DE UTILIDADES	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Utilidad Distribuible	818 748,73	907 354,68	984 262,63	1 061 170,58	1 126 380,53	1 203 288,48	1 203 288,48	1 203 288,48	1 203 288,48
Dividendos	204 687,18	453 677,34	492 131,32	795 877,94	844 785,40	1 203 288,48	1 203 288,48	1 203 288,48	1 203 288,48
51,7% BIESS	105 823,27	234 551,19	254 431,89	411 468,89	436 754,05	622 100,14	622 100,14	622 100,14	622 100,14
48,3% Novapalm S.A.	98 863,91	219 126,16	237 699,43	384 409,04	408 031,35	581 188,34	581 188,34	581 188,34	581 188,34
VALOR PRESENTE PATRIMONIAL	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Patrimonio	381 080,63	4 591 632,30	5 181 171,51	5 813 437,36	6 180 662,46	6 578 999,22	6 712 697,94	6 846 396,66	6 980 095,38
51,7% BIESS	1 782 734,64	2 147 965,59	2 423 752,03	2 719 526,00	2 891 313,90	3 077 655,84	3 140 200,10	3 202 744,36	3 265 288,62
48,3% Novapalm S.A.	208 155,99	2 443 666,71	2 757 419,48	3 093 911,36	3 289 348,56	3 501 343,39	3 572 497,84	3 643 652,30	3 714 806,76
TOTAL VALORACION	2	3	4	5	6	7	8	9	10
51,7% BIESS	1 888 557,91	2 488 340,05	3 018 558,38	3 725 801,24	4 334 343,19	5 142 785,27	5 827 429,68	6 512 074,08	7 196 718,49
48,3% NovapalmS.A.	2 127 019,90	2 761 656,77	3 313 108,97	4 034 009,90	4 637 478,44	5 430 661,60	6 083 004,40	6 735 347,19	7 387 689,99

Tomado de Noboa, Paul. 2013

5.6. Estado de pérdidas y ganancias

Refleja los resultados del proyecto en términos de costos y gastos totales en que se debe incurrir para ejecutar el programa de producción, las ventas de cada período y los excedentes (utilidades) que se generan.

Los resultados esperados del proyecto, que se evidencian en el estado de pérdidas y ganancias, se observa en la Tabla 84. La utilidad bruta en ventas, es la diferencia entre las ventas netas y el costo de ventas. La utilidad (pérdida) operacional es el resultado de la utilidad bruta en ventas menos los gastos administrativos y de ventas total, éstos últimos del resumen de costos y gastos, incluyendo desembolsos en efectivo y gastos contables. La utilidad (pérdida) antes de la participación de trabajadores es igual a la utilidad (pérdida) operacional más otros ingresos, menos egresos y menos gasto financiero, éste último comprende las cuotas de intereses a partir del período pre operacional, información generada en el resumen de costos y gastos. La utilidad (pérdida) neta es igual a la utilidad (pérdida) antes del impuesto a la renta, menos el impuesto a la renta, que corresponde al 15%, porcentaje que es función de la base imponible aplicada por el Servicio de Rentas Internas (SRI). Para determinar la utilidad distribuible a disposición de los accionistas, se separa la reserva legal, en un porcentaje del 10%, que es una cuenta patrimonial de la utilidad neta.

Tabla 79. Estado de pérdidas y ganancias

	2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
	Monto	%																		
Ventas Netas	4 064 523,5	100,0	4 388 362,1	100,0	4 692 080,2	100,0	4 995 798,4	100,0	5 279 396,1	100,0	5 583 114,3	100,0	5 583 114,3	100,0	558 3114,3	100,0	5 583 114,3	100,0	5 583 114,3	100,0
Costo de Ventas	2 624 347,9	64,6	2 795 785,5	63,7	2 967 223,0	63,2	3 138 660,6	62,8	3 310 098,1	62,7	3 481 535,6	62,4	3 481 535,6	62,4	3 481 535,6	62,4	3 481 535,6	62,4	3 481 535,6	62,4
Utilidad bruta en ventas	1 440 175,6	35,4	1 592 576,6	36,3	1 724 857,2	36,8	1 857 137,8	37,2	1 969 298,0	37,3	210 1578,6	37,6	2 101 578,6	37,6						
Gastos de ventas	2 000,0	0,0	2 000,0	0,0	2 000,0	0,0	2 000,0	0,0	2 000,0	0,0	2 000,0	0,0	2 000,0	0,0	2 000,0	0,0	2 000,0	0,0	2 000,0	0,0
Gastos de administración	29 939,0	0,7	29 939,0	0,7	29 939,0	0,6	29 939,0	0,6	29 939,0	0,6	29 939,0	0,5	29 939,0	0,5	29 939,0	0,5	29 939,0	0,5	29 939,0	0,5
Utilidad (perdida) operacional	1 408 236,6	34,6	1 560 637,6	35,6	1 692 918,2	36,1	1 825 198,8	36,5	1 937 359,0	36,7	2 069 639,6	37,1								
Gastos financieros	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Otros ingresos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Otros egresos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Utilidad (perdida) antes participación	1 408 236,6	34,6	1 560 637,6	35,6	1 692 918,2	36,1	1 825 198,8	36,5	1 937 359,0	36,7	2 069 639,6	37,1								
Participación utilidades	211 235,5	5,2	234 095,6	5,3	253 937,7	5,4	273 779,8	5,5	290 603,9	5,5	3 104 45,9	5,6	31 0445,9	5,6	310 445,9	5,6	310 445,9	5,6	310 445,9	5,6
Utilidad (perdida) antes impuesto a la renta	1 197 001,1	29,4	1 326 541,9	30,2	1 438 980,5	30,7	1 551 419,0	31,1	1 646 755,2	31,2	1 759 193,7	31,5	175 9193,7	31,5	1 759 193,7	31,5	1 759 193,7	31,5	1 759 193,7	31,5
Impuesto a la renta	287 280,3	7,1	318 370,1	7,3	345 355,3	7,4	372 340,6	7,5	395221,2	7,5	422206,5	7,6	422 206,5	7,6	422 206,5	7,6	422 206,5	7,6	422 206,5	7,6
UTILIDAD (PERDIDA) NETA	909 720,8	22,4	1 008 171,9	23,0	1 093 625,1	23,3	1 179 078,4	23,6	1 251 533,9	23,7	1 336 987,2	23,9								
Rentabilidad:	2 599,2		2 880,5		3 124,6		3 368,8		3 575,8		3 820,0		3820,0		3 820,0		3 820,0		3 820,0	
	207 936,2	17 328,0	230 439,3	19203,3	249 971,5	20831,0	269 503,6	22458,6	286 064,9	23838,7	305 597,1	25466,4	305 597,1	25466,4	305 597,1	25466,4	305 597,1	25466,4	305 597,1	25466,4
Ventas Netas	22%		23%		23%		24%		24%		24%		24%		24%		24%		24%	
Utilidad Neta/Activos (ROA)	20%		18%		18%		17%		16%		16%									
Utilidad Neta/Patrimonio (ROE)	24%		22%		21%		20%		20%		20%		20%		20%		19%		19%	
Porcentaje de reparto de utilidades	25,0%		50,0%		50%		75%		75%		100%									
Utilidades repartidas	227 430,20		504 085,93		546 812,6		884 308,8		938 650,4		1 203 288,5									
Reserva legal	90 972,08		100 817,19		109 362,5		117 907,8		125 153,4		133 698,7		133 698,7		13 3698,7		133 698,7		133 698,7	

Tomado de Noboa, Paúl. 2012

5.7. Flujo de caja

El flujo de resultados se inicia a estimación económica y financiera del proyecto, además es la base para calcular los indicadores financieros, los cuales complementan el análisis del proyecto. Constituye el movimiento en efectivo de las actividades operacionales, no operacionales del proyecto e incluye costos y gastos contables. Si la empresa no dispone de un flujo de caja para evaluar un proyecto, este debe ser estructurado sobre el cómo de la puesta en marcha de la empresa, pues tiene intención de crecer. El flujo de caja de efectivo, es la proyección de un número determinado de períodos futuros y registra exclusivamente los movimientos de efectivo sin considerar depreciaciones y amortizaciones. Está conformado por los desembolsos que se comprometen para cubrir las obligaciones vinculadas directa e indirectamente al proceso productivo. El pago a proveedores de materia prima y de insumos, es la sumatoria de los desembolsos (salidas de efectivo). Los rubros correspondientes a mano de obra indirecta, gastos de ventas y gastos de administración se obtienen del resumen de costos y gastos, pero es necesario considerar que dichos valores solo deben ser reales, no se incluye costos y gastos contables (depreciaciones y amortizaciones). Los costos de fabricación es la sumatoria de mantenimiento y seguros, asistencia técnica, otros e imprevistos de los costos indirectos de producción del resumen de costos y gastos.

Tomado de Noboa, Paúl. 2013

	PREOP.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A. Ingresos operacionales											
Recuperación por ventas	0,00	3 985 491,10	4 382 065,20	4 686 174,58	4 989 892,73	5 273 881,72	5 577 208,64	5 583 114,27	5 583 114,27	5 583 114,27	5 583 114,27
Parcial	0,00	3 985 491,10	4 382 065,20	4 686 174,58	4 989 892,73	5 273 881,72	5 577 208,64	5 583 114,27	5 583 114,27	5 583 114,27	5 583 114,27
B. Egresos operacionales											
Pago a proveedores	92,00	2 131 742,87	2 580 981,22	2 751 565,84	2 922 150,45	3 092 735,07	3 263 319,68	3 284 642,76	3 284 642,76	3 284 642,76	3 284 550,76
Mano de obra directa e imprevistos		123 55,98	13 208,90	14 061,83	14 914,75	15 767,67	16 620,60	16 620,60	16 620,60	16 620,60	16 620,60
Mano de obra indirecta		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gastos de administración		27 939,00	27 939,00	27 939,00	27 939,00	27 939,00	27 939,00	27 939,00	27 939,00	27 939,00	27 939,00
Costos de fabricación		47 205,62	47 205,62	47 205,62	47 205,62	47 205,62	47 205,62	47 205,62	47 205,62	47 205,62	47 205,62
Parcial	92,00	2 219 243,47	2 669 334,74	2 840 772,28	3 012 209,82	3 183 647,36	3 355 084,90	3 376 407,98	3 376 407,98	3 376 407,98	3 376 315,97
C. Flujo operacional (A - B)	-92,00	1 766 247,64	1 712 730,45	1 845 402,30	1 977 682,91	2 090 234,36	2 222 123,74	2 206 706,30	2 206 706,30	2 206 706,30	2 206 798,30
D. Ingresos no operacionales											
Aportes de capital	2 901 169,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Parcial	2 901 169,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E. Egresos no operacionales											
Pago participación de trabajadores		0,00	211 235,48	234 095,64	253 937,73	273 779,82	290 603,85	310 445,94	310 445,94	310 445,94	310 445,94
Pago de impuesto a la renta	0,00	0,00	287 280,26	318 370,06	345 355,31	372 340,55	395 221,24	422 206,48	422 206,48	422 206,48	422 206,48
Reparto de dividendos		0,00	227 430,20	504 085,93	546 812,57	884 308,82	938 650,44	1 203 288,48	1 203 288,48	1 203 288,48	1 203 288,48
ACTIVOS FIJOS OPERATIVOS											
Terreno	500 000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fomento Agrícola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Construcciones (bodega + trabajadores)	40 000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Caminos internos + externos	108 000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vehículos camiones y maquinaria pesada	210 000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	210 000,00	0,00	0,00	0,00	210 000,00	0,00
Construcción Obra Civil Palmistera	70 000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maquinaria Palmistera	1 300 000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Seguridad y BPM	8 000,00	0,00	0,00	0,00	8 000,00	0,00	0,00	8 000,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 80. Flujo de caja

Tomado de Noboa, Paúl. 2012

ACTIVOS FIJOS ADMINISTRACION Y VENTAS												
Muebles y enseres	10 000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10 000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Equipos de cómputo	10 000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10 000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Parcial	2 256 000,00	0,00	725 945,94	1 056 551,63	1 154 105,61	1 740 429,19	1 644 475,53	1 943 940,91	1 935 940,91	2 145 940,91	1935 940,91	1935 940,91
F. Flujo no operacional (D-E)	645 169,82	0,00	-725 945,94	-1056551,63	-1 154 105,61	-1 740 429,19	-1 644 475,53	-1 943 940,91	-1 935 940,91	-2 145 940,91	-1 935 940,91	-1 935 940,91
G. Flujo neto generado (C+F)	645 077,81	1 766 247,64	986 784,51	78 8850,66	823 577,30	349 805,16	577 648,21	262 765,39	270 765,39	60 765,39	270 857,39	270 857,39
H. Saldo inicial de caja	0,00	645 077,81	241 1325,45	3 398 109,96	4 186 960,62	5 010 537,92	5 360 343,09	5 937 991,29	6 200 756,68	6 471 522,07	6 532 287,45	6 532 287,45
I. Saldo final de caja (G+H)	645 077,81	2 411 325,45	339 8109,96	4 186 960,62	5 010 537,92	5 360 343,09	5 937 991,29	6 200 756,68	6 471 522,07	6 532 287,45	6 803 144,84	6 803 144,84
Requerimientos de caja		554 810,87	667 333,69	710 193,07	753 052,46	795 911,84	838 771,22	844 101,99	844 101,99	844 101,99	844 101,99	844 078,99

Tabla 80. Continuación

5.8. Balance General

Forma la Tabla de resumen de lo que tiene el proyecto (activos), lo que debe (pasivos) y el aporte de los socios (patrimonio).
Es la igualdad entre activo = pasivo + patrimonio.

Tabla 81. Balance general

	Saldo inicial	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ACTIVO CORRIENTE											
Caja y bancos	645 077,81	2 411 325,45	3 398 109,96	4 186 960,62	5 010 537,92	5 360 343,09	5 937 991,29	6 200 756,68	6 471 522,07	653 2287,45	6803 144,84
Cuentas y documentos por cobrar mercado local		79 032,40	85 329,26	91 234,89	97 140,52	102 654,92	108 560,56	108 560,56	108 560,56	108 560,56	108 560,56
Inventario: Materiales indirectos	105,15	105,15	105,15	105,15	105,15	105,15	105,15	105,15	105,15	105,15	0,00
TOTAL ACTIVOS CORRIENTES	645 182,96	2 490 463,00	3 483 544,37	4 278 300,66	5 107 783,59	5 463 103,16	6 046 657,00	6 309 422,38	6 580 187,77	6 640 953,16	6 911 705,40
ACTIVOS FIJOS OPERATIVOS											
Terreno	500 000,00	500 000,00	500 000,00	500 000,00	500 000,00	500 000,00	500 000,00	500 000,00	500 000,00	500 000,00	50 0000,00
Construcciones (bodega + trabajadores)	40 000,00	40 000,00	40 000,00	40 000,00	40 000,00	40 000,00	40 000,00	40 000,00	40 000,00	40 000,00	40 000,00
Caminos internos + externos	108 000,00	108 000,00	108 000,00	108 000,00	108 000,00	108 000,00	108 000,00	108 000,00	108 000,00	108 000,00	108 000,00
Vehiculos camiones y maquinaria pesada	210 000,00	210 000,00	210 000,00	210 000,00	210 000,00	210 000,00	210 000,00	210 000,00	210 000,00	210 000,00	210 000,00
Construcción Obra Civil Palmistera	70 000,00	70 000,00	70 000,00	70 000,00	70 000,00	70 000,00	70 000,00	70 000,00	70 000,00	70 000,00	70 000,00
Maquinaria Palmistera	1 300 000,00	1 300 000,00	1 300 000,00	1 300 000,00	1 300 000,00	1 300 000,00	1 300 000,00	1300 000,00	1 300 000,00	1 300 000,00	1300 000,00
Seguridad y BPM	8 000,00	8 000,00	8000,00	8 000,00	8 000,00	8 000,00	8 000,00	8 000,00	8 000,00	8 000,00	8 000,00
ACTIVOS FIJOS ADMINISTRACION Y VENTAS											

Tomado de Noboa, 2013.

	Saldo inicial	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Muebles y enseres	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00
Equipos de cómputo	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00
Subtotal activos fijos	2 256 000,00	2 256 000,00	2 256 000,00	2 256 000,00	2 256 000,00	2 256 000,00	2 256 000,00	2 256 000,00	2 256 000,00	2 256 000,00	2 256 000,00
(-) depreciaciones		137 066,67	274 133,33	411 200,00	540 266,67	467 333,33	584 400,00	713 466,67	850 533,33	777 600,00	914 666,67
TOTAL ACTIVOS FIJOS NETOS	2 256 000,00	2 118 933,33	1 981 866,67	1 844 800,00	1 715 733,33	1 788 666,67	1 671 600,00	1 542 533,33	1 405 466,67	1 478 400,00	1 341 333,33
TOTAL DE ACTIVOS	2 901 182,96	4 609 396,33	5 465 411,03	6 123 100,66	6 823 516,92	7 251 769,82	7 718 257,00	7851955,72	7 985 654,44	8 119 353,16	8 253 038,73
PASIVO CORRIENTE											
Cuentas y documentos por pagar proveedores	13,14	299 989,96	321 313,04	342 636,11	363 959,19	385 282,27	406 605,35	406605,35	406605,35	406605,35	406 592,20
Gastos acumulados por pagar	0,00	498 515,74	552 465,70	599 293,04	646 120,37	685 825,09	732 652,43	732 652,43	732 652,43	73 2652,43	732 652,43
TOTAL DE PASIVOS CORRIENTES	13,14	798505,70	873778,74	941929,15	1010079,57	1071107,36	1139257,77	1139257,77	1139257,77	1139257,77	1139244,63
TOTAL DE PASIVOS	13,14	798505,70	873778,74	941929,15	1010079,57	1071107,36	1139257,77	1139257,77	1139257,77	1139257,77	1139244,63
PATRIMONIO											
Capital social pagado	2901169,82	2901169,82	2901169,82	2901169,82	2901169,82	2901169,82	2901169,82	2901169,82	2901169,82	2901169,82	2901169,82
Reserva legal	0,00	0,00	90972,08	191789,27	301151,78	419059,63	544213,02	677911,74	811610,46	945309,18	1079007,90
Utilidad (pérdida) retenida	0,00	0,00	591318,53	994587,28	1432037,33	1608899,10	1796629,19	1796629,19	1796629,19	1796629,19	1796629,19
Utilidad (pérdida) neta	0,00	909720,81	1008171,87	1093625,15	1179078,42	1251533,92	1336987,20	1336987,20	1336987,20	1336987,20	1336987,20
TOTAL PATRIMONIO	2901169,82	3810890,63	4591632,30	5181171,51	5813437,36	6180662,46	6578997,22	6712697,94	6846396,66	6980095,38	7113794,10
TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	2901182,96	4609396,33	5465411,03	6123100,66	6823516,92	7251769,82	7718257,00	7851955,72	7985654,44	8119353,16	8253038,73

5.9. Indicadores Financieros

Para determinar si un proyecto es viable, no es suficiente obtener los cuadros de resultados y haber culminado el proceso de estructuración financiera. El análisis se sustenta en obtener razones (indicadores) para comparar al proyecto con parámetros predefinidos o con alternativas excluyentes, que en calidad de prueba permitan determinar si la inversión debe ejecutarse y cuál es el nivel de riesgo que asumirá el potencial inversionista.

5.9.1. Valor actual neto

Una variable importante que afecta al valor del dinero es el tiempo. No se puede comparar dos flujos de recursos si estos se encuentran en diferentes períodos, es necesario introducir el concepto de valor actual, que permite “descontar” los flujos generados a una tasa que reconozca el costo de oportunidad del dinero, de tal forma que se genera una equivalencia de los flujos futuros a valor presente, que luego pueden compararse con el monto de la inversión inicial, la que se efectuó al inicio de las operaciones de la empresa. Mientras más lejano en términos temporales un flujo, menor es su valor actual, para lo cual se utiliza la fórmula inversa al interés compuesto, que compara la inversión inicial requerida para estructurar el proyecto (plan de inversiones) con signo negativo y el flujo operacional ajustado en términos positivos.

Para calcular el VAN debemos:

$$\text{VAN} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+i)^1} + \frac{F_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+i)^n} =$$

En donde, I_0 es la inversión inicial, F_1 el flujo del primer período, F_2 es el flujo del segundo período, F_n es el flujo del último período, i es tasa de descuento que corresponde al 12%

Tabla 82. Cálculo del VAN

Tasa	Años	Flujo de Neto
12,00%	1	-2 901 261,82
	2	1 766 247,64
	3	1 214 214,71
	4	1 292 936,60
	5	1 370 389,87
	6	1 234 113,98
	7	1 516 298,65
	8	1 466 053,87
	9	1 474 053,87
	10	1 264 053,87
	11	8 587 939,97
	VAN TOTAL	7 382 808,60
	VAN BIESS	3 818 912,00
	VAN Novapalm	3 565.896,50

5.9.2. Tasa interna de retorno

En la tabla de cálculo del Valor Actual Neto se determinó que este indicador presenta dos dificultades que podrían conllevar al evaluador a tomar decisiones incorrectas, por lo que fue necesario considerar un valor relativo que permita comparar porcentualmente dos parámetros del desempeño del proyecto, en este caso el monto de inversión y los flujos futuros descontados (valor actual de los flujos), para lo cual es necesario obtener la Tasa Interna de Retorno.

FLUJO DE FONDOS	PREOPER.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Inversión fija	-2256000	0	0	0	-8000	-210000	-20000	-8000	0	-210000	0
Inversión diferida	0										
Capital de operación	-645169,817										
Participación de trabajadores		0	-211235,4829	-234095,6352	-253937,7275	-273779,8198	-290603,8521	-310445,9444	-310445,9444	-310445,9444	-310445,9444
Impuesto a la renta		0	-287280,2567	-318370,0638	-345355,3094	-372340,5549	-395221,2389	-422206,4844	-422206,4844	-422206,4844	-422206,4844
Flujo operacional (ingresos – egresos)	-92,00260417	1766247,635	1712730,451	1845402,296	1977682,911	2090234,357	2222123,742	2206706,296	2206706,296	2206706,296	2206798,299
Valor de recuperación:											
Inversión fija		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1349333,333
Capital de trabajo		0	0	0	0	0	0	0	0	0	5764460,768
Flujo Neto (precios constantes)	-2901261,82	1766247,635	1214214,711	1292936,597	1370389,875	1234113,982	1516298,651	1466053,867	1474053,867	1264053,867	8587939,972
Flujo de caja acumulativo	-2901261,82	-1135014,185	79200,52653	1372137,124	2742526,998	3976640,98	5492939,631	6958993,499	8433047,366	9697101,233	18285041,2
TIRF precios constantes: 51,7											

Tabla 83. Cálculo de la TIRF

FLUJO DE FONDOS	PREOPER.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aporte de los accionistas	-2.901.169,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Flujo neto generado + dividendos repartidos	1.766.247,64	1.214.214,71	1.292.936,60	1.370.389,87	1.234.113,98	1.516.298,65	1.466.053,87	1.474.053,87	1.264.053,87	1.474.145,87	
Valor de recuperación:											
Inversión fija		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.349.333,33
Capital de trabajo		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.764.460,77
Flujo Neto (precios constantes)	-2.901.169,82	1.766.247,64	1.214.214,71	1.292.936,60	1.370.389,87	1.234.113,98	1.516.298,65	1.466.053,87	1.474.053,87	1.264.053,87	8.587.939,97
Flujo de caja acumulativo	-2.901.169,82	1.134.922,18	79.292,53	1.372.229,13	2.742.619,00	3.976.732,98	5.493.031,63	6.959.085,50	8.433.139,37	9.697.193,24	18.285.133,21
TIRI precios constantes: 51.57%											

Tabla 84. TIR inversionista

5.10. Punto de equilibrio

Se denomina punto de equilibrio al nivel en el cual los ingresos son iguales a los costos y gastos es decir igual al costo total de tal manera que no hay utilidad ni pérdida, según la Tabla 84, la empresa Novapalm debe vender como mínimo el valor de 211.805.7 dólares de aceite, con el fin de recuperar sus costos invertidos en el periodo contable. Para obtener utilidad, es necesario incrementar las ventas. El porcentaje que resulta de los datos empleados indica que de las ventas totales el 13,70% como pago de los activos fijos y variables, y el 86.3% es la utilidad restante.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

La aceptación del aceite de palmiste en mercados nacionales e internacionales supone una muy fuerte carrera hacia el liderazgo frente a otros aceites que forman la cadena de oleaginosas. De acuerdo al estudio de mercado, se registran incrementos de la demanda del aceite de palmiste ecuatoriano en el mercado externo en virtud de que ha alcanzado prestigio, puesto que el 100% de la producción, es comercializada sin inconvenientes en el mercado interno.

El diseño de planta para la extracción de aceite de palmiste en la empresa Novapalm, fue realizado de manera exitosa, estableciendo los procesos y el control de calidad de cada uno de ellos con aplicación de las normas INEN y BPM que garantiza la obtención de un aceite inocuo y de buena calidad.

Las especificaciones para un aceite de palmiste de buena calidad, demanda menos del 5% de acidez o presencia de ácidos grasos libres, 0.10% de humedad, 0.03% de impurezas y debe ser almacenado a una temperatura de 35°C.

Mediante la elaboración del diseño experimental, para evitar el incremento de acidez del aceite de palma y palmiste, se comprobó que los aceites deben ser almacenados con el menor contenido de humedad posible, limpio, libre de impurezas y a temperatura ambiente; y cuando se despache el aceite, será calentado para disminuir su viscosidad.

Los resultados del análisis financiero representan un desempeño satisfactorio a largo plazo, garantizando la viabilidad del proyecto y su capacidad de pago en la propuesta de participación del fideicomiso con el BIESS, con un bajo nivel

de riesgo y alta rentabilidad con efecto positivo que conlleva a la generación de riqueza y fuentes de trabajo para el banco y la sociedad ecuatoriana.

La industrialización del palmiste representa una alternativa de producción en el sector industrial, porque permite la integración con la extractora de aceite de palma, pues esta provee de materia prima para el abastecimiento continuo de la extractora de aceite de palmiste.

En Ecuador, en los últimos años, la palmicultura se ha convertido en una actividad agroindustrial muy importante para el desarrollo del país, orientada al progreso económico y social de las zonas rurales, pues impulsa la creación de empresas generando a la vez fuentes de empleo; además, provee divisas con la producción que se exporta.

6.2. Recomendaciones

Para lograr una mejor investigación del estudio de mercado, es necesario que las empresas como Danec y Ales aporten con información y ofrezcan una buena acogida para realizar las encuestas de mercado y de esta manera obtener datos más exactos en cuanto a la cantidad de aceite utilizado en el mercado interno y externo.

Dentro del levantamiento de procesos, se debe considerar la aplicación de la esterilización a las almendras a una temperatura entre 90 y 100°C por un tiempo de 65 minutos, operación previa al presando, pues ayuda a que la acidez del aceite se mantenga bajo 1.5%, durante un periodo de almacenamiento superior a seis meses.

Con los resultados del diseño experimental, se recomienda que en los tanques de almacenamiento se instalen válvulas termostáticas para mantener una temperatura constante de 35°C. También se debe tomar en cuenta que el aceite sale del equipo de secado al vacío con una temperatura de 82 °C, por lo que va en contra de la premisa de almacenamiento a 35°C, por lo tanto, es necesario, después del secado, enfriar el aceite mediante un intercambiador de calor para bajar su temperatura.

Para la realización de fideicomiso, se debe establecer primeramente un formato de borrador del contrato y ser anexado dentro del proyecto. Debe tomarse en cuenta principalmente los parámetros establecidos en el reglamento propuesto por el BIESS, donde consta que esta entidad no puede tener más del 60% de participación dentro de fideicomiso, y este tiene un tiempo máximo de duración de 10 años.

Para realizar el despacho del aceite, debe enviarse una muestra con los análisis de acidez, humedad e impurezas para evitar confusiones con aceites de otros proveedores dentro de la refinadora.

Se recomienda capacitar periódicamente al personal con respecto al uso de la maquinaria de seguridad y salud ocupacional para evitar accidentes dentro de la planta.

Se sugiere, en lo posible, aumentar la producción de palma, esto ayudaría a obtener mayor cantidad de materia prima para la extracción del aceite de palma y aceite de palmiste.

Para que el proyecto presente un mayor desempeño, se debe elaborar un estudio ambiental que tiene como objetivo identificar el impacto ambiental que causa esta agroindustria con base en el marco legal planteado por el Ministerio de Ambiente para establecer medidas de control necesarias en este tipo de industria.

7. REFERENCIAS

- Agricultural Services and Development. (2012). *Guía de variedades y clones de la palma africana*. San José, Costa Rica.
- Alvarez, R. (2003) *Introducción a la investigación de mercados*. San José, Costa Rica.
- ACEPALMA. (2009). Descripción del aceite crudo de palmiste. Recuperado el 18 de diciembre del 2012 de <http://www.acepalma.com>.
- Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceite. (2010). *Manual del cultivo de palma africana*. Recuperado el 22 de junio del 2012, de <http://www.ancupa.com>.
- Asociación de Cultivadores de Palma Aceitera. (2004). Boletín Estadístico. Caracas: ANCUPALMA
- Asociación Nacional de Industriales de Aceites y Mantecas Comestibles A.C (2005). *El aceite de palma y sus aplicaciones*. Recuperado el 26 de diciembre del 2012 de http://portal.aniname.com/uploads/aceitedepalmaysusapli-61a67_001.pdf.
- Banco Central del Ecuador (BCE). (2012). *Información de comercio exterior y tablas oferta, de manda y utilización*. Recuperado el 25 de octubre del 2012 de <http://www.bce.fin.ec/>
- Banco de Instituto Nacional de Seguridad Social. (2012). *Información de formularios y reclamos para la realización de fideicomisos*. Recuperado el 10 de enero del 2013 de <http://www.biess.ec>.
- Barreno, L. (2006). *Manual de Formulación y Evaluación de proyectos*. Quito, Ecuador.
- Bernal, F. (2003). *El cuidado de una plantación de palma africana*. Bogotá, Colombia.

- Borrero, C. (2007). *Factores a Ponderar para el establecimiento de una plantación de palma de aceite (Elaeis guineensis)*. Colombia.
- Chávez, F. y Rivadeneira, J. (2003). *Manual del Cultivo de Palma Aceitera ANCUPA – INIAP*. Santo Domingo de los Colorados, Ecuador.
- Consuegra, J. (2006). *Módulo de Higiene Industrial*. Barranquilla, Colombia
- Corley, R. y Tinker, P. (2009). *La palma de aceite*.(2da.ed.). Bogota, Colombia: Garsinton Road, Oxford.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2012). *Grasa de palmiste* (2012). Quito, Ecuador. Recuperado el 2 de noviembre del 2012 de <http://wwwapps.inen.gob.ec/descarga>.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2010) *Características del cultivo de palma*. Recuperado el 10 de diciembre del 2012, de <http://www.iniap.gob.ec>.
- Corporación Financiera Nacional. (2012). *Modelo para realizar el análisis financiero de un proyecto*. Quito, Ecuador.
- Departamento Nacional de Planeación. (2011). *Análisis de cadenas productivas*. Bogotá, Colombia.
- Durán, N. y Peralta, F. (2003). *Manejo de nutrición y fertilización en palma aceitera*. Costa Rica.
- Figari, W. (2007). *Inventario de plagas del cultivo de palma aceitera*. Quito, Ecuador.
- Federación Nacional de Cultivadores de Palma. (2010). *Características físico-químicas del aceite de palmiste*. Recuperado el 25 de junio del 2012, de <http://www.fedepalma.org>.
- FEDEPALMA y Ministerio del Medio Ambiente . (2003). *Guía ambiental para el subsector de la Agroindustria de la Palma de Aceite*. Bogotá

- FEDAPALMA. (2010). *Palma, Aceites, grasas vegetales y biocombustibles*. Bogotá Colombia
- Guzmán, N. (2004). *Propagación Clonal. XXVII Curso Internacional de Palma Aceitera organizado por ACUPALMA y ASD*. Venezuela.
- Gutiérrez, P. y De la Vara, R. (2008). *Análisis y Diseño de Experimentos*. (2da. ed.). México.
- La Fabril. (2012). *Usos del aceite de palmiste*. Recuperado el 10 de diciembre del 2012, de [http:// www.lafabril.com.ec](http://www.lafabril.com.ec).
- López C. (2004). *¿Qué tipos de demanda existen?* Recuperado el 5 de enero del 2013 de <http://www.gestiopolis.com>.
- López F. (2007). *Factores que mantienen los precios de las oleaginosas al alza*. Quito, Ecuador.
- Minicadenas Productivas de la palma aceitera. (2004). *Cadena productiva de la palma africana*. Recuperado el 21 de junio del 2012 de www.bce.fin.ec.
- Marlin, C. (2010). *Guía Metodológica para el análisis de aceite*. Lima. Perú.
- Meneses, E. (2004). *Preparación y Evaluación de Proyectos*, Quito, Ecuador.
- Ministerio de Coordinación de la Producción, Empleo y Competitividad.(2010). *Plan de competitividad de la palma africana*. Quito, Ecuador.
- Ministerio de Industrias y productividad. (2010). *Producción de aceite de palma y palmiste en Ecuador*. Recuperado el 28 de diciembre del 2012 de <http://www.mipro.gob.ec>.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca del Ecuador. (2006). *Oleaginosas y Aceites en el Ecuador*. Recuperado el 28 de noviembre del 2012 de "<http://www.sica.gov.ec/cadenas/aceites>".
- Moreno E. (2002). *Manual de operación, repuestos y mantenimiento de maquinaria*. Bogotá, Colombia.

Naciones Unidas. (2012). *Base de datos estadísticos sobre comercio*. Recuperado el 12 de noviembre del 2012 de <http://www.data.un.or.com>

Norma INEN 30:74. *Grasa de palma* (2012). Quito, Ecuador. Recuperado el 2 de noviembre del 2012 de <http://www.apps.inen.gob.ec/>

Norma para aceites vegetales (Codex Stand 210-1999 Rev. 1-2001). (2001). Recuperado el 22 de noviembre de 2012 de <http://www.codexalimentarius.org/normas-oficiales/lista-de-las-normas/es>.

Oil word annual. *Exportaciones e importaciones de aceite de palmiste*. (2006). Recuperado el 23 de septiembre del 2012 de <http://www.oilword.biz>.

Palma africana aceitera. (2004). *Descripción botánica de la palma aceitera*. Recuperado el 22 de agosto del 2012 de <http://www.infoagro.com>

Proyecto SICA. (2005). *Características del cultivo del palma africanas*. Recuperado el 28 de noviembre del 2012 de <http://www.sica.gov.ec>.

Rocha, P., Tobar, J. y Gutierrez, D. (2007). *Machitez letal en la palma de aceite*. Bogotá, Colombia.

Salas R. (2005). *La palma aceitera africana*. Venezuela.

Secretaría de Agricultura y Ganadería Honduras. (2011). *Análisis rápido de la cadena de palma africana*. Tegucigalpa, Honduras.

Unidad Técnica de Estudios Para La Industria (UTEPI). (2008). *Palma africana. Estudio agroindustrial en Ecuador: competitividad de la cadena de valor y perspectivas de mercado. Convenio Ministerio de Productividad Ecuador y la organización de las Naciones unidas para el desarrollo de la industria (ONUNDI)*. Quito, Ecuador: ONUNDI

ANEXOS

ANEXO 1

ANEXO 2

ANEXO 3

ANEXO 4

ANEXO 5