

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



OBTENCIÓN DE ACEITES ESENCIALES A PARTIR DE LA
CÁSCARA DE NARANJA POR EL MÉTODO PENSADO DE
FRÍO.

Proyecto de Grado para obtener el Título de Licenciatura

POR: JAIRO ALEJANDRO GUTIERREZ ESCOBAR

TUTOR: ING. CARLA KAUNE SARABIA

LA PAZ- BOLIVIA

Abril, 2019



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA**



LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Proyecto de grado:

**“OBTENCIÓN DE ACEITES ESENCIALES A PARTIR DE LA
CÁSCARA DE NARANJA POR EL MÉTODO DE PENSADO
FRÍO”**

Presentada por: Univ. Jairo Alejandro Gutierrez Escobar

Para optar al grado académico de **Licenciado en Ingeniería Industrial**

Nota Numeral

Nota literal

Ha sido

Director de Carrera Ingeniería Industrial:

Ing. M.Sc. Franz Zenteno Benitez

Tutora: Ing. Carla Kaune Sarabia

Tribunal: Ing. Leonardo Coronel Rodríguez

Tribunal: Ing. Fátima Laura Ayala

Tribunal: Ing. Ramiro Martín Dipp Idiáquez

Tribunal: Ing. Rafael Valencia Goyzueta

DEDICATORIA.

El trabajo realizado se la dedico a mi familia, y a todas las personas especiales que día a día han sabido brindarme su apoyo incondicional en cada momento de mi vida, gracias por todo el afecto.

AGRADECIMIENTOS.

A Dios por haberme ayudado en toda la carrera ya perseverar frente a las adversidades.

El agradecimiento a la empresa S.I.M.S.A. por brindarme el apoyo, información, maquinaria, su tiempo y análisis de lo obtenido que se enfocó en la obtención del aceite.

Mis más sinceros agradecimientos a la Ing. Carla Kaune Sarabia sobre todo por el tiempo brindado, la paciencia, recomendaciones y colaboración en el presente proyecto.

RESUMEN.

La descripción metodológica-teórica propuesta en el presente trabajo destaca las características de la naranja como también las variedades de las mismas, los datos referidos a la producción a nivel mundial, continental y local con lo cual se enfocará en el estudio de los aceites esenciales en su cualidades físicas y químicas, como también los diferentes procesos de obtención en el cual se centra el presente proyecto.

En el proyecto propone el modelo de prensado frio, que en esencia utiliza como proceso una prensa y hielo como determinantes variables que utilizaremos para la obtención de los parámetros óptimos para la obtención del aceite esencial y de los cuales haremos un análisis de estudio microbiológico, físico químico y estadístico.

También plantear la posibilidad de aumentar valor agregado a un producto como la naranja, más específicamente en su cáscara, ya que en la actualidad no se le da ningún tipo de uso, salvo el caso muy aislado de productos artesanales a partir de la cáscara.

El proyecto estudiará, a nivel experimental, el proceso de prensado en frío y posterior extracción del aceite esencial de la cáscara, además de proveer información del mejor modelo experimental para su producción.

Como también se observará la rentabilidad del proyecto estableciendo el costo unitario al producir el aceite esencial, las variables financieras realizadas nos ayudarán a ver el comportamiento financiero de las mismas para una posterior toma de decisiones bajo estas condiciones de trabajo realizadas en el proyecto.

SUMMARY.

The methodological-theoretical description proposed in the present work highlights the characteristics of the orange as well as the varieties of the same, the data referred to the production at world, continental and local level, which will focus on the study of essential oils in its physical and chemical qualities, as well as the different procurement processes in which the present project is focused.

The project proposes the cold pressing model, which essentially uses a press and ice as a variable determinant that we will use to obtain the optimal parameters for obtaining the essential oil and from which we will perform a microbiological, physical analysis, chemical and statistical.

Also raise the possibility of increasing added value to a product such as orange, more specifically in its shell, since at present it is not given any use, except in the very isolated case of artisanal products from the shell.

The project will study, at an experimental level, the process of cold pressing and subsequent extraction of the essential oil of the skin, in addition to providing information on the best experimental model for its production.

As the profitability of the project will also be observed, establishing the unit cost when producing the essential oil, the financial variables will help us to see the financial behavior of the same for a later decision-making under these working conditions carried out in the project.

TABLA DE CONTENIDO.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.1. MÉTODO DE LOS CUATRO PASOS.....	2
Dentro de este método se establece los pasos metódicos de identificación del problema.	2
1.1.1. DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	2
1.1.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.1.3. PROBLEMÁTICA.....	4
1.1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.2. OBJETIVOS.....	5
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.2.3. SOLUCIONES TENTATIVAS.....	5
1.2.4. TOMA DE DECISIONES.....	6
1.2.5. PLAN DE ACCIÓN.....	6
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.3.1. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	6
1.3.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.....	6
1.3.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	7
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. ANÁLISIS DE LA MATERIA PRIMA.....	8
2.2. ORÍGENES DE LA NARANJA.....	9
2.3. VARIEDADES DE NARANJA.....	10
2.4. PRODUCCIÓN MUNDIAL.....	11
2.5. PRODUCCIÓN BOLIVIANA.....	13
2.6. PRODUCCIÓN DEPARTAMENTAL.....	15
2.7. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS ACEITES ESENCIALES DE LOS CÍTRICOS.....	16
2.7.1. TEORÍAS SOBRE LA FORMACIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES.....	16

2.7.2.	LOCALIZACIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES EN EL EPICARPIO.....	17
2.7.3.	COMPONENTES DE LOS ACEITES ESENCIALES DE CÍTRICOS.	18
2.7.4.	HIDROCARBUROS.....	18
2.7.5.	COMPUESTOS OXIGENADOS.....	22
2.8.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESENCIA DE NARANJA.	24
2.8.1.	CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA ESENCIA.....	24
2.8.2.	FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD Y RENDIMIENTO.....	26
2.8.3.	OFERTA MUNDIAL.....	27
2.8.4.	DEMANDA MUNDIAL.....	28
2.8.5.	PRECIOS.	29
2.9.	MÉTODOS EMPLEADOS PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES DE CÍTRICOS.....	30
2.9.1.	NORMAS GENERALES PARA LA EXTRACCIÓN.....	30
2.9.2.	EXTRACCIÓN POR EXPRECIÓN O PENSADO.	31
2.9.3.	PROCEDIMIENTO DE LA ESPONJA.	31
2.9.4.	PROCEDIMIENTOS DE LA PEQUEÑA PRENSA DE MANO.	32
2.9.5.	PROCEDIMIENTOS MECÁNICOS.	32
2.9.6.	PROCEDIMIENTOS DE SEPARACIÓN DE LA EMULSIÓN.....	38
2.9.7.	EXTRACCIÓN POR DESTILACIÓN.....	40
2.9.8.	EXTRACCIÓN POR DISOLVENTES.	41
2.9.9.	EXTRACCIÓN POR PRESIÓN Y CENTRIFUGACIÓN DEL JUGO	43
2.10.	APLICACIONES DEL ACEITE ESENCIAL DE NARANJA.	43
3.	APLICACIÓN METODOLÓGICA EN LA EMPRESA S.I.M.S.A.	45
3.1.	SISTEMA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA- DEFINICIÓN DE EMPRESA.....	45
3.1.1.	MISIÓN DE LA EMPRESA.	47
3.1.2.	VISIÓN DE LA EMPRESA.....	47
3.2.	SISTEMA DE PRODUCCIÓN.....	47
3.2.1.	PRODUCTOS.....	47
3.2.2.	INSUMOS.....	48
3.2.3.	PROCESO DE TRANSFORMACIÓN.	51
3.3.	MARCO METODOLÓGICO APLICADO EN S.I.M.S.A.	56

3.4.	ESTUDIOS PRELIMINARES.....	56
3.5.	CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA.....	57
3.6.	ETAPAS DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE NARANJA.....	59
3.6.1.	SELECCIÓN.....	59
3.6.2.	LAVADO.....	59
3.6.3.	ESCURRIDO.....	59
3.6.4.	PESADO.....	60
3.6.5.	PELADO.....	60
3.6.6.	PESADO.....	60
3.6.7.	TRITURADO DE LA CÁSCARA.....	60
3.6.8.	ADICIÓN DE HIELO.....	61
3.6.9.	PRENSADO.....	61
3.6.10.	DECANTADO.....	62
3.6.11.	SEPARACIÓN DEL ACEITE.....	62
3.6.12.	ENVASADO.....	63
3.7.	DETERMINACIÓN DE LAS ETAPAS DE ESTUDIO.....	65
3.7.1.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	65
3.7.1.6.	DISTRIBUCIÓN DE LOS GRADOS DE LIBERTAD.....	71
3.7.2.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.....	71
3.7.3.	ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS.....	72
3.7.4.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.....	72
3.7.5.	BALANCE MÁSIKO.....	73
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	76
4.1.	RESULTADOS DEL PROCESO.....	76
4.1.1.	CARACTERÍSTICAS DEL FRUTO EMPLEADO EN EL PROCESO.....	76
4.2.	RESULTADOS DEL DISEÑO FACTORIAL.....	77
4.2.1.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA.....	79
4.2.2.	ANÁLISIS CUALITATIVO.....	82
4.3.	RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS.....	85
4.4.	RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.....	88
4.5.	RESULTADOS DEL BALANCE MÁSIKO.....	89

4.6.	VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO.....	90
	CAPÍTULO V.....	91
5.	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	91
5.1.	DETERMINACIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN.	91
5.1.1.	DETERMINACIÓN DEL COSTO UNITARIO.	92
5.1.2.	UNIDADES DE PRODUCCIÓN.....	92
5.1.3.	DETERMINACIÓN DEL PRECIO BRUTO.....	92
5.1.4.	SEGMENTACIÓN DE CLIENTES.....	93
5.1.5.	DETERMINACIÓN DEL VAR Y EL TIR.....	93
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	97
6.1.	CONCLUSIONES.	97
6.2.	RECOMENDACIONES.	98
	Bibliografía.....	99
	ANEXOS.....	100
	ANEXO I RESULTADOS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LA EMPRESA S.I.M.S.A.	102
	ANEXO II REQUISITOS PARA EL REGISTRO SENASAG.	106
	ANEXO III CONTACTO DE CLIENTES S.I.M.S.A.	107
	ANEXO IV COSTOS E INGRESOS PROPORCIONADO POR S.I.M.S.A.....	108

ÍNDICE DE TABLAS.

TABLA 1-PRODUCCIÓN DE CÍTRICOS EN BOLIVIA (En miles de Toneladas Métricas)...	14
TABLA 2- SUPERFICIE DE PRODUCCIÓN DE NARANJAS POR DEPARTAMENTOS. ...	15
TABLA 3- COMPONENTES CONOCIDOS PRESENTES EN DISTINTOS ACEITES ESENCIALES DE ALGUNAS FRUTAS CÍTRICAS.....	20
TABLA 4-PRINCIPALES COMPONENTES OXIGENADOS DEL ACEITE ESENCIAL DE NARANJA.....	25
TABLA 5-PROPIEDADES FÍSICAS DE LA ESENCIA DE NARANJA.	25
TABLA 6- PROPIEDADES FÍSICAS DE LA ESENCIA DE NARANJA DE DISTINTOS ORÍGENES.....	26
TABLA 7- IMPORTACIONES DE LOS TRES PRINCIPALES ACEITES ESENCIALES EUROPEOS EN TM.....	28
TABLA 8- ESTADOS UNIDOS: IMPORTACIÓN DE ACEITES ESENCIALES DE ALGUNOS CÍTRICOS (CIFRAS EN TM).....	28
TABLA 9- JAPÓN: IMPORTACIONES DE ACEITES ESENCIALES DE ALGUNOS CÍTRICOS (CIFRAS EN TM).....	29
TABLA 10- ACEITE DE NARANJA DULCE (Precios medios anuales en \$u\$/Kg, FOB).....	29
TABLA 11-“SIMSA” INSUMOS REQUERIDOS-PLANTA DE EXTRUIDOS.	49
TABLA 12-CANTIDAD DE HIELO (g).....	57
TABLA 13- RENDIMIENTOS APROXIMADOS (g).	57
TABLA 14-VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL DISEÑO FACTORIAL.	65
TABLA 15- VARIABLES DE ESTUDIO.....	66
TABLA 16- NIVELES PARA LAS VARIABLES DE ESTUDIO.	67
TABLA 17- COMBINACIONES DE FACTORES Y NIVELES DE EXPERIMENTOS.	68
TABLA 18- COMBINACIONES DE FACTORES Y NIVELES DE EXPERIMENTOS.	68
TABLA 19- DISTRIBUCIÓN DE LOS GRADOS DE LIBERTAD.....	71
TABLA 20- NORMAS PARA ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS.....	72
TABLA 21- NORMAS PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.....	73
TABLA 22- DIAGRAMA PARA EL BALANCE MÁSSICO.....	75
TABLA 23- REGISTRO DE RECEPCIÓN DEL FRUTO.....	76
TABLA 24- CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES DEL FRUTO.....	77
TABLA 25- RESULTADOS DEL ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO.....	77
TABLA 26- ACEITE ESENCIAL OBTENIDO EN LA PRIMERA REPETICIÓN EN GRAMOS.....	78
TABLA 27- ACEITE ESENCIAL OBTENIDO EN LA SEGUNDA REPETICIÓN EN GRAMOS.....	78
TABLA 28- ACEITE ESENCIAL OBTENIDO EN TERCERA REPETICIÓN EN GRAMOS.	78

TABLA 29- GENERAL DE COMBINACIONES DE FACTORES Y NIVELES (CANTIDAD DE ACEITE ESENCIAL EN GRAMOS).....	78
TABLA 30- CANTIDAD DE ACEITE ESENCIAL EN GRAMOS.	79
TABLA 31- VALORES OBTENIDOS DE LA EVOLUCIÓN DE VARIABLES.	79
TABLA 32- ANÁLISIS DE LA VARIANZA.	80
TABLA 33- MEDIAS DE LAS CANTIDADES DE ACEITE ESENCIAL EN GRAMOS.	83
TABLA 34- CONDICIONES ÓPTIMAS CON MINITAB PARA LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE NARANJA POR EL MÉTODO PENSADO FRÍO.....	85
TABLA 35- PARÁMETROS DE ACEPTABILIDAD.....	85
TABLA 36- DENSIDAD RELATIVA A 20°C.	86
TABLA 37- ÍNDICE DE REFRACCIÓN A 20°C.	87
TABLA 38- PODER ROTATORIO A 20°C.	87
TABLA 39- PERÓXIDOS ORGÁNICOS.....	88
TABLA 40- RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.	88
TABLA 41- RESULTADOS DEL BALANCE MÁSCO.....	89
TABLA 42- VIDA ÚTIL DEL ACEITE BAJO TABLAS QUÍMICAS DE LABORATORIO..	90
TABLA 43- COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN.	91
TABLA 44- COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN A TRES MESES.	91
TABLA 45- ANÁLISIS DE PRECIO POR EMPRESA.	93
TABLA 46- EMPRESAS ALIMENTICAS.	93
TABLA 47- EMPRESAS FARMACÉUTICAS.	93
TABLA 48- CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN POR AÑO DE FRASCOS DE 20 ML.	94
TABLA 49- FLUJO DE CAJA.....	95
TABLA 50- DETERMINACIÓN DEL VAN TIR.....	96

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

GRÁFICO 1- DIAGRAMA DE ISHIKAWA.	3
GRÁFICO 2-PRINCIPALES PRODUCTORES DE NARANJA.	12
GRÁFICO 3-PRINCIPALES PRODUCTORES DE NARANJA DE LATINOAMÉRICA.	13
GRÁFICO 4- SIMPLIFICACIÓN DE LA MÁQUINA SFUMATRICE PROPUESTO POR BRABERMEN.....	36
GRÁFICO 5- ESQUEMA REPRESENTATIVO DE UNA INSTALACIÓN PARA LA EXTRACCIÓN DE LA ESENCIA DE AGRIOS.	40
GRÁFICO 6- DIAGRAMA HISTÓRICO DE LA EMPRESA.....	46
GRÁFICO 7-LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA S.I.M.S.A.	48
GRÁFICO 8- INSUMOS DE LA EMPRESA S.I.M.S.A.	49
GRÁFICO 9- PRODUCTOS DE S.I.M.S.A. QUE CONTIENEN ACEITES ESENCIALES	53
GRÁFICO 10- PRODUCTO DE S.I.M.S.A. QUE CONTIENEN ACEITES ESENCIALES. ...	54
GRÁFICO 11- FLUJO DEL PROCESO.....	64
GRÁFICO 12- INTERACCIÓN ENTRE VARIABLES PARA NIVELES DE TIEMPO DE PRENSADO CONSTANTES.	81
GRÁFICO 13- INTERACCIÓN ENTRE VARIABLES PARA NIVELES DE TEMPERATURA DE PRENSADO CONSTANTES.....	82
GRÁFICO 14- VALORES MEDIOS PARA LOS TRES NIVELES DE TEMPERATURA.	83
GRÁFICO 15- VALORES MEDIOS PARA LOS TRES NIVELES DE TIEMPO.	84

CAPÍTULO I.

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. ANTECEDENTES.

Los aceites esenciales en nuestros días han tomado mucha fuerza desde su aparición en tierras egipcias y chinas utilizadas en técnicas curativas y aromáticas. Hoy en día toma fuerza en varias áreas como la industria farmacéutica y alimenticia también son utilizadas como fragancias en perfumes, jaboncillos, etc.

En la actualidad el término “natural” ha tomado mucha importancia dentro de lo que se refiere a los aditivos utilizados en la industria alimenticia. Por lo general, los productos que contienen aditivos naturales son de mayor aceptación en el mercado que los alimentos que contienen aditivos sintéticos. Este hecho se debe en gran medida a que, si bien no todos, una gran parte de estos aditivos sintéticos o artificiales han sido suspendidos por ser dañinos para la salud ya que producen una gran variedad de enfermedades.

En los procesos para la extracción de los aceites esenciales tenemos varios métodos que el ser humano ha diseñado y experimentado obteniendo resultados, de los cuales podemos mencionar: extracción por disolventes, extracción por destilación, extracción por fluidos súper críticos, y en lo que se basa el presente proyecto de grado que es el método de prensado frío, cabe destacar que también existe la extracción por prensado caliente que se basa en otro principio.

El sistema “prensado en frío” está basado en el prensado de la materia prima de la cual se va extraer el aceite, a temperaturas que fluctúan entre los 10 – 20°C aproximadamente, estas temperaturas pueden cambiar según el lugar donde se realice el experimento.

Dentro de estos aditivos se encuentra los aromáticos, estos tienen la propiedad de transferir o incrementar el aroma característico de un producto con la finalidad de hacerlo más agradable al sentido del olfato de los consumidores.

“Dentro de la industria alimenticia se entiende como aroma al olor agradable de un alimento pudiendo ser este aromatizado natural o artificialmente. Los aromas naturales son propios de cada alimento y pueden ser obtenidos o aislados con el fin de aromatizar otro tipo de alimento producido industrial o artesanalmente. Los aromas artificiales son aromas idénticos a los aromas de ciertos alimentos, obtenidos mediante síntesis química pero hasta ahora, no se han encontrado en el reino animal o vegetal, un ejemplo claro es el de la etilvainilla, que tiene un aroma similar al de la vainilla pero es tres veces más intensa”. (AGRICULTURA, 2017)

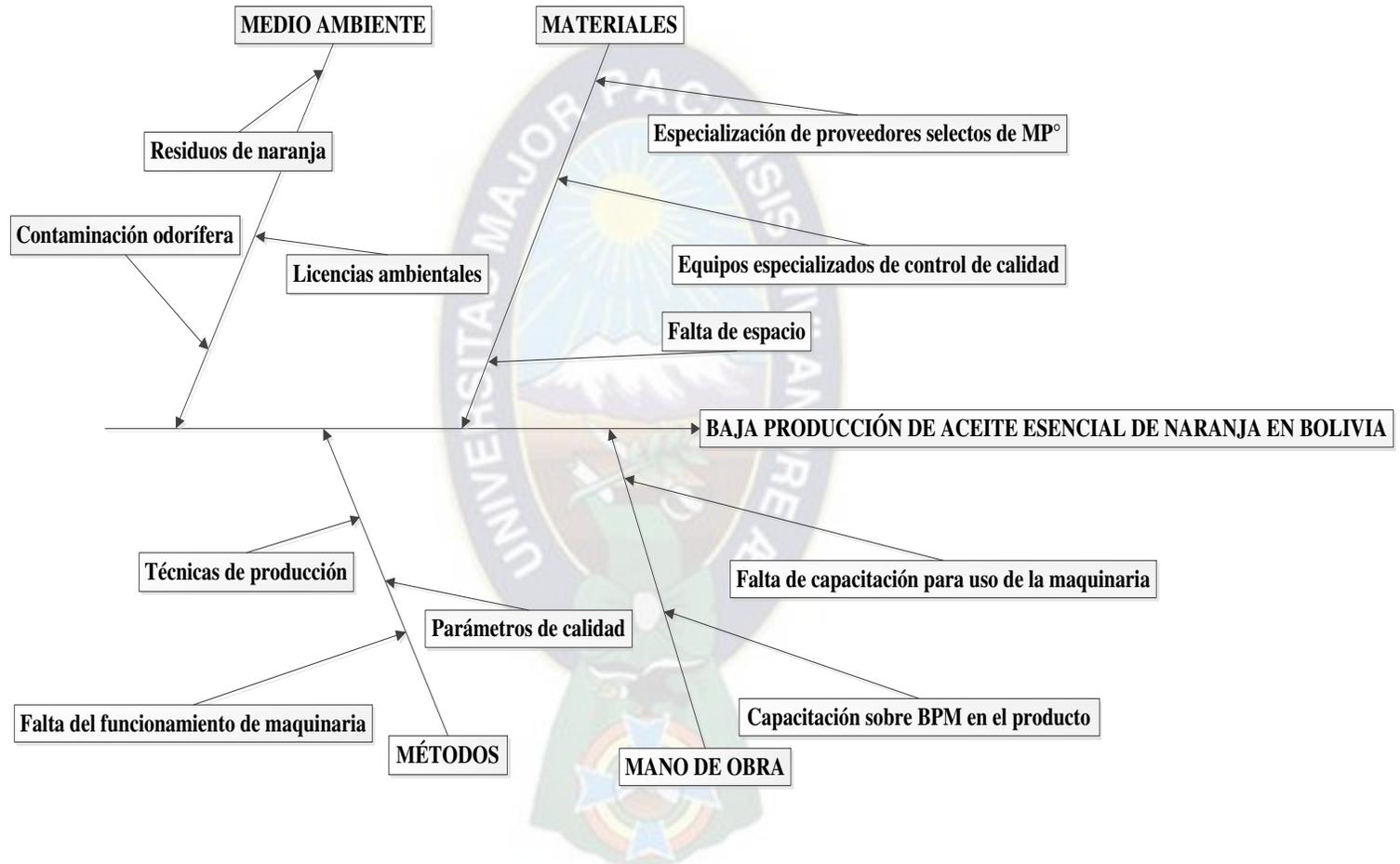
“El proyecto trata acerca del estudio tanto de las características, propiedades y métodos de obtención de un aditivo aromático natural como es el aceite esencial de la cáscara de naranja.” (AGRICULTURA, 2017)

1.1. MÉTODO DE LOS CUATRO PASOS.

Dentro de este método se establece los pasos metódicos de identificación del problema.

1.1.1. DIAGRAMA DE ISHIKAWA.

GRÁFICO 1- DIAGRAMA DE ISHIKAWA.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

1.1.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En un país en vías de desarrollo como es Bolivia, no ha permitido una evolución tanto industrial, tecnológica como económica, por diversos motivos en el cual no centraremos nuestro estudio.

“La producción de frutos cítricos en nuestro país ha tomado una relevante importancia debido a que los últimos años la producción de esta fruta se vio incrementada de manera muy significativa, siendo el departamento de La Paz el principal contribuyente en este ascenso. Es cuanto se refiere a la demanda, el incremento del consumo de esta fruta ha ido en aumento de manera proporcional a su oferta, siendo esta consumida ya sea en zumos, jugos (naturales o industrializados), jaleas, mermeladas o de forma natural.” (AGRICULTURA, 2017)

“Aparte de la generosidad que ofrece esta fruta, en cuanto a su contenido de vitamina C y al sabor de la naranja como tal, el tema de la industrialización de la misma ha sido dejada de lado, con excepción de contadas empresas dedicadas a la producción de jugos cítricos, siendo aún más ignorados todavía, el campo de los subproductos que la industrialización de esta puede ofrecer, como es el caso de la extracción del aceite esencial contenido en pequeñas capsulas dentro de sus cáscaras.” (AGRICULTURA, 2017)

1.1.3. PROBLEMÁTICA.

La falta del desarrollo de la industria boliviana como la obsoleta tecnología nos lleva a que Bolivia no tiene producción en aceites esenciales ya que los mismos son importados de países como Chile, México y España entre otros.

La industria boliviana de aceites esenciales es reducida debido a varios factores, como la calidad, producción, y el costo del mismo lo que las empresas que adquieren los aceites esenciales analizan el mismo viéndolo como prioridad al momento de comprar los mismos.

1.1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

¿Se puede dar mayor valor agregado a la naranja a través del aprovechamiento de su cáscara al obtener aceite esencial mediante el método de prensado frío para la empresa S.I.M.S.A.?

1.2.OBJETIVOS.

En el siguiente acápite daremos a conocer los objetivos consistentes en el proyecto.

1.2.1. OBJETIVO GENERAL.

Obtener el aceite esencial de naranja a partir de la cáscara de naranja por el método prensado frío en la empresa S.I.M.S.A. aplicando la ingeniería para determinar las condiciones óptimas para su industrialización.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Describir un estudio sistemático sobre la naranja, sus variedades, características generales de los aceites esenciales y su procesos de obtención
- Diseñar un modelo de las características fisicoquímicas, microbiológicas, estadísticas y rendimiento del aceite esencial obtenido para establecer las mejores variables sinérgicas del aceite esencial obtenido.
- Realizar un análisis de rentabilidad del proyecto obteniendo índices de inversión del proyecto como el VAN y TIR para ver la viabilidad del proyecto.

1.2.3. SOLUCIONES TENTATIVAS.

Las soluciones propuestas por el mismo es aplicar la producción de aceites esenciales en Bolivia bajo los siguientes métodos:

- EXTRACCIÓN POR EXPRECIÓN O PRENSADO.
- EXTRACCIÓN POR DESTILACIÓN.
- EXTRACCIÓN POR DISOLVENTES.
- EXTRACCIÓN POR PRESIÓN Y CENTRIFUGACIÓN DEL JUGO.

1.2.4. TOMA DE DECISIONES.

El procedimiento para la obtención del aceite se basará en la extracción por el método prensado frío ya que la empresa S.I.M.S.A. tiene la maquinaria para el mismo.

1.2.5. PLAN DE ACCIÓN.

Establecer la viabilidad de realizar la producción de aceites esenciales por el método de prensado frío en la industria molinera de extruidos S.I.M.S.A. velando primeramente en calidad y costo en este proyecto.

1.3.JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

En el siguiente acápite se dará a conocer las justificaciones para la elaboración del proyecto.

1.3.1. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.

- “El presente proyecto de investigación proporcionará datos de nivel de laboratorio que podrían ser aplicados posteriormente en el diseño e instalación de una planta de extracción de aceite esencial de naranja. Esta a su vez generará nuevas fuentes de trabajo, tanto en la fase de construcción de equipos, instalación y funcionamiento de la misma.” (Pando, 2015)
- “Incentivar la producción agrícola de la naranja y de otros frutos cítricos, como el limón, pomelo, lima, mandarina, entre otros cuyas cáscaras pueden ser aprovechadas de igual manera para la extracción de aceites esenciales.” (Pando, 2015)

1.3.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.

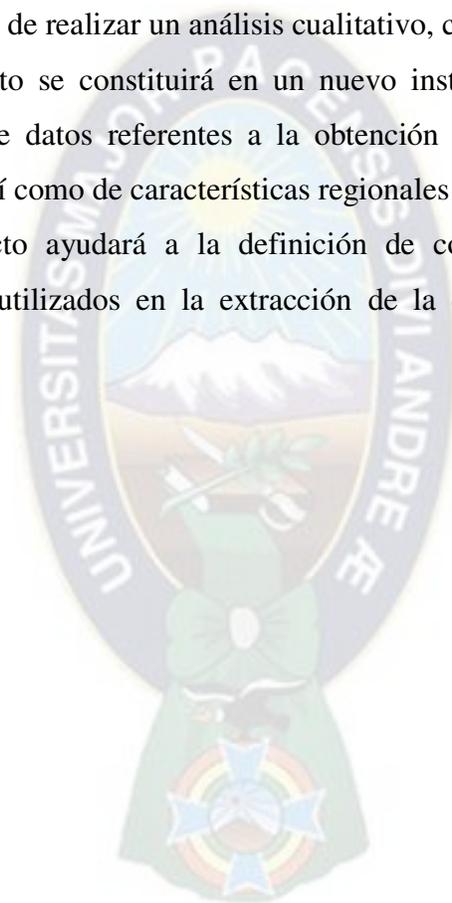
- Se pretende la generación de valor agregado para la cáscara de naranja, misma que en la actualidad es tomada como desecho de las pocas industrias dedicadas a la industrialización de frutos cítricos, comerciantes minoristas de jugos cítricos y por parte de los consumidores de la fruta como tal.
- El seguimiento pujante de la industria alimentaria y el de otras industrias, tanto a nivel nacional como mundial, se encuentra apuntando a la producción de productos con un porcentaje de aditivos artificiales lo mas reducido

posible, debido a susceptibilidades de clientes. Es por esta razón que el mercado de los aceites esenciales (aromatizantes naturales) se vio incrementado y valorizado especialmente en mercados exteriores.

1.3.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

La metodología utilizada para el proyecto es de carácter experimental que tiene como principio el de realizar un análisis cualitativo, cuantitativo y programado.

- El proyecto se constituirá en un nuevo instrumento para la recolección y análisis de datos referentes a la obtención de aceites esenciales de frutas cítricas así como de características regionales de la naranja.
- El proyecto ayudará a la definición de conceptos específicos sobre los procesos utilizados en la extracción de la de aceites esenciales de frutos cítricos.



CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. ANÁLISIS DE LA MATERIA PRIMA.

“El naranjo es un árbol pequeño, que no supera los 3 a 5 metros de altura, con una copa compacta, cónica, transformada en esfera gracias a la poda. Su tronco es de color gris y liso, y las hojas son perennes coriceas, de un verde intenso y brillante, con forma oval o elipticolanceolada. Poseen, en el caso del naranjo amargo, un típico peciolo alado en forma de corazón, que en el naranjo dulce es más estrecho y menos patente. Este singular detalle sirve para diferenciar claramente, a la falta de fruto, al naranjo de su próximo pariente el limonero. Además este último tiene espinas más fuertes y numerosas en la rama. En cuanto a las flores, son de naturaleza hermafrodita, aparecen solitarias o en pequeños racimos durante la primavera, y presentan cinco pétalos blancos, carnosos y muy perfumados.” (FELIU, 2005)

“En realidad cuando hablamos de naranjo nos estamos refiriendo a dos especies, muy similares en la forma pero muy diferentes en cuanto a su utilización. Nos referimos al naranjo amargo (*Citrus aurantium*) y al naranjo dulce (*Citrus aurantium* variedad *sinensis*). La naranja como fruto es una baya especial, formada por una piel externa mas o menos rugosa y de color anaranjado, con abundantes glándulas que contienen un aceite esencial perfumado, y una parte intermedia adherida a la interior, blanquecina y esponjosa (fibra).” (FELIU, 2005)

“La piel externa se denomina exocarpio o pericarpio; la capa blanca se llama mesocarpo, y el interior de la fruta constituye la parte comestible es el Endocarpo, formado por siete a un gajos carnosos y pequeñas vejigas rebosantes de zumo.” (FELIU, 2005)

“A diferencia de muchas otras frutas, las naranjas no continúan su proceso de maduración una vez separadas del árbol, por lo que su calidad depende de que se haya elegido el momento justo para recogerlas.” (FELIU, 2005)

2.2.ORÍGENES DE LA NARANJA.

“El origen de los cítricos aún no ha podido ser claramente establecido, pero sin embargo se tienen conocimientos de que el género cítrico proviene de las regiones tropicales y subtropicales del mundo como ser la de China y la India. Muchos registros chinos demuestran que los cítricos se cultivaban hacia ya 3000 años atrás desde las pendientes del Himalaya, a las montañas del sur de China. En la India, las primeras referencias literarias retroceden al año 800 años antes de Cristo, donde el Dios del bienestar, Kuvera, estuvo representando siempre con un cítrico en una mano y con un puñado de joyas en la otra.” (ALIMENTOS, 1993)

“En la India el cítrico no era utilizado como alimento sino como perfume, repelente o con propósitos medicinales.” (ALIMENTOS, 1993)

“Muchos son los investigadores que acuerdan que la naranja dulce (*Citrus sinensis*), proviene del sur de Asia, a pesar de que en la actualidad en esa zona ya no se la encuentra. Documentos chinos muy antiguos confirman que la naranja creció ahí hace 3000 años atrás expandiéndose después a Japón, India y al Cercano Este durante los primeros siglos después de Cristo. En la India, las primeras descripciones sobre la naranja pudieron ser ubicadas en viejos tratados médicos que tienen una antigüedad de 100 años después de Cristo.” (ALIMENTOS, 1993)

“Por otro lado la naranja amarga (*Citrus aurantium*), fue cultivada en primer lugar por los árabes en países al oeste del Mediterráneo a principios del siglo X.” (ALIMENTOS, 1993)

“Luego, con la caída del imperio Romano, el cultivo de naranja llegó a desaparecer nuevamente en Europa menos en España.” (ALIMENTOS, 1993)

“Los cruzados fueron los que volvieron a traer la naranja amarga desde Palestina hasta el sur de Italia donde era conocida, en aquellos días, como bigarde, además se cree que la mermelada es originaria de esa región del país.” (ALIMENTOS, 1993)

“Luego de ser introducida la naranja marga, en los países europeos, fue introducida nuevamente la naranja dulce, mas precisamente en Portugal cerca del año 1498 donde se expandió a toda Europa y hacia el nuevo mundo.” (ALIMENTOS, 1993)

2.3.VARIEDADES DE NARANJA.

Las variedades de naranja con mayor importancia en producción dentro de nuestro país son los siguientes:

➤ Washington Navel

“Porto globoso esférico con ramas hasta el suelo, hojas de peciolo un poco alado grandes de color verde algo oscuro. La flor presenta anteras blancas.” (AGRICULTURA, 2017)

“Frutos grandes, esféricos de piel semifina que presentan ombligos un tanto más grandes. Cuanto mas grandes y menos finos sean los frutos, el contenido de semillas dentro de ellos se disminuye.” (AGRICULTURA, 2017)

“De estas se distinguen principalmente la variedad de Thomson y Washington. Su comportamiento en zonas cálidas permite cosechas desde fines de diciembre, ocurriendo una sobre madurez muy rápida.” (AGRICULTURA, 2017)

“Para la propagación de estas variedades se hace necesario un examen adecuado, identificación y selección de plantas.” (AGRICULTURA, 2017)

➤ Valencia Late.

“Porte vertical, variedad propia de climas exentos de heladas. La pulpa del fruto es jugosa acidulada, muy grande, en los frutos maduros es muy coloreada y la piel de los gajos es coriácea.” (AGRICULTURA, 2017)

“Los frutos están fuertemente adheridos al pedúnculo, por lo que no suelen sorprenderse por la acción del viento. Buena productividad y muy buena resistencia al transporte. El periodo de madurez se ubica entre los meses de septiembre y diciembre.” (AGRICULTURA, 2017)

“Aunque se tienen distintos tipos pertenecientes a esta variedad, su identificación puede ser muy dudosa ya que su maduración es muy marcada es diferente en las zonas donde se la cultiva, siendo su comportamiento tardío más acentuado en condiciones de clima cálido y húmedo como el de los yungas medios altos.” (AGRICULTURA, 2017)

➤ **CRIOLLA**

“El naranjo tiene un hermoso porte, con hojas no coriceas, brillantes verdosas, las flores son blancas e intensamente aromáticas y aparecen en las axilas de las hojas.” (PALACIOS, Citrucultura Moderna, 2010)

“Los frutos presentan en su porción externa, o en su cáscara, marcadas hendiduras, que corresponden a las cavidades que contienen un aceite esencial, las semillas son ovales y aplastadas, mas o menos angulosas y con uno o varios embriones.” (PALACIOS, Citrucultura Moderna, 2010)

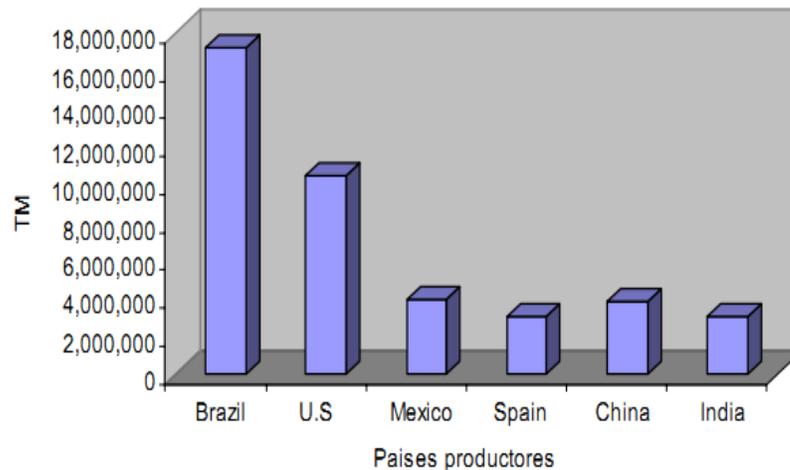
“Se pueden encontrar plantas sobresalientes a distintas características deseadas que merecen propagarse por el injerto con el objeto de conseguir huertos homogéneos. El comportamiento de esta variedad bajo injerto y en climas cálidos, puede comportarse como de maduración temprana, aunque en menor grado que las navels con la característica de conservar mejor sus índices de acidez y de azúcar.” (PALACIOS, Citrucultura Moderna, 2010)

2.4.PRODUCCIÓN MUNDIAL.

“A nivel mundial la producción de naranja alcanzó a ser de 64.1 millones de toneladas para el año 2018 no ha sufrido grandes cambios desde el año 2014, siendo Brasil el principal productor de naranja con una participación de 18.7 millones de toneladas, es decir el 22,6% del total y Estados Unidos el segundo productor de América con 11.4 millones de toneladas o 15,6% de la producción mundial. Le siguen en importancia China, México, España e India, representando en conjunto el 25,98% del total mundial. Estos seis países son responsables por el 64,17% del total.” (PALACIOS, Citrucultura Moderna, 2010)

“Otros productores merecen mencionarse como, Irán, Italia, Argentina, Egipto y Turquía. Entre los países latinoamericanos que tienen cierta participación se encuentran Cuba, Perú y Venezuela, Ecuador, Uruguay, Paraguay, Bolivia, Costa Rica, Guatemala y Chile. Sin embargo Costa Rica sigue siendo entre los países latinoamericanos un importante productor y exportador de naranja con gran potencial de exportación de la fruta especialmente en presentaciones de jugo.” (FAO, 2018). Como se puede observar en el gráfico 2.

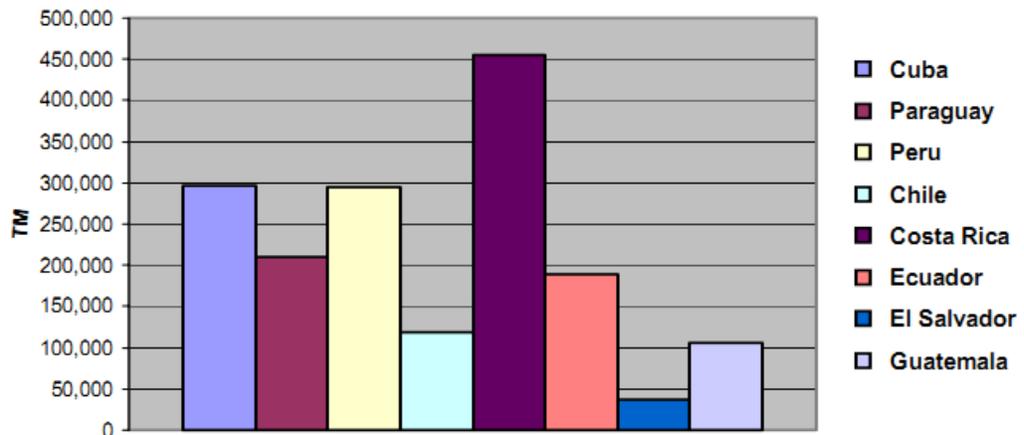
GRÁFICO 2-PRINCIPALES PRODUCTORES DE NARANJA.



FUENTE: FAO, 2018.

“Como se observa en el gráfico 3, se puede apreciar la producción de naranja en el año 2018 en algunos países latinoamericanos. Costa Rica es el país con mayor producción de naranja con un total de 455.000TM, en comparación de los otros países representados en la gráfica. Para el caso de Guatemala con una producción de 297.000 TM y Perú con 29.5000 TM se encuentra entre los países que más naranja producen a nivel de Latinoamérica, sin contar con Brasil que es el primer productor de América, Estados Unidos que es el segundo, México el tercero y Costa Rica el cuarto.” (FAO, 2018)

GRÁFICO 3-PRINCIPALES PRODUCTORES DE NARANJA DE LATINOAMÉRICA.



FUENTE: FAO 2018.

2.5.PRODUCCIÓN BOLIVIANA

“La producción de frutos cítricos en Bolivia se presenta en cantidades muy expectables, en especial en lo que se refiere a la naranja que en estos últimos años a incrementando su producción de forma muy satisfactoria.” (FAO, 2018)

“Este hecho se debe a que tanto en el ámbito nacional así como en las regiones tropicales y subtropicales, el plan de Desarrollo Económico y social, que engloba políticas de Desarrollo Agropecuario y Rural, y en el Proyecto de Desarrollo Alternativo; han impulsado, tanto técnica como económicamente, el crecimiento de los cultivos de frutos cítricos y otros frutos típicos de la región.” (FAO, 2018)

“Como se observa en la tabla 1, se puede apreciar cómo ha ido evolucionando, de forma creciente, la producción de cítricos en el país.” (FAO, 2018)

“La producción de naranja en el país ha tenido un incremento sostenible durante los últimos años, por lo que se hace imprescindible la búsqueda de opciones de

industrialización e incremento de valor agregado para dicho producto como ser la producción de zumos, producto que en la actualidad es desarrollado en baja escala, mermeladas, jaleas, concentrados, alimento balanceado, pectinas, esencias o aceites esenciales, entre otros.” (FAO, 2018)

TABLA 1-PRODUCCIÓN DE CÍTRICOS EN BOLIVIA (En miles de Toneladas Métricas).

AÑO	POMELO	MANDARINA	NARANJA	LIMÓN, LIMA
2005	.	41	69	13*
2006	.	41	74	11*
2007	.	29	76	56
2008	.	30*	78	58
2009	.	31*	82	60
2010	26	40	84	55
2011	26	43	88	58
2012	27	48	94	59
2013	28	48	92	60
2014	28	50	94	61
2015	29	50	99	62
2016	29	48	101	61
2017	29	48	102	62
2018	30	49	102	62

FUENTE: (FAO, 2018) DNPS- SNAG.

- **Estimación FAO.**
- **Baja producción no contabilizada FAO.**

2.6.PRODUCCIÓN DEPARTAMENTAL

“La producción de naranja a nivel departamental, según informes estadísticos del ministerio de agricultura, ganadería y Desarrollo Rural, se detalla a continuación en la tabla 2.” (DNPS-SNAG, 2017)

TABLA 2-SUPERFICIE DE PRODUCCIÓN DE NARANJAS POR DEPARTAMENTOS.

DPTO	2014		2015		2016		2017	
	HAS	TM	HAS	TM	HAS	TM	HAS	TM
LPZ	6.810	45.000	7.145	47.000	7.260	46.500	7.750	46.668
CBB	2.250	19.000	2.800	21.000	2.840	20.045	3.258	21.990
CHU	1.450	9.486	1.470	9.600	1.500	9.200	1.634	9.720
SCZ	1.030	8.300	1.140	9.400	1.150	9.500	980	6.680
TAR	425	4.600	430	4.720	540	4.900	480	6.250
BEN	240	1.600	250	1.700	270	1.900	270	1.950
PAN	55	330	55	350	60	390	55	360
ORU	0	0	0	0	0	0	0	0
POT	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	12.760	88.316	12.990	93.770	13.220	92.435	13.727	93.638

FUENTE: (Departamento de información y estadística. (FAO, 2018)DNPS-SNAG, 2017).

“Como se puede apreciar en la tabla 2, el departamento de La Paz se muestra como principal productor de naranja en el ámbito nacional con un aporte cerca de la mitad (49,86%) de la producción total, llegando a alcanzar un rendimiento aproximado de 6267 kilogramos de fruta por hectárea en el año 2017. Por lo tanto ese departamento es una de las zonas con mayor producción de cítricos en cuanto se refiere.” (FAO, 2018)

“La cosecha de cítricos en el departamento de La Paz, se inicia en el mes de abril en los lugares bajos y cálidos terminando la misma en el mes de noviembre, obteniéndose la

mayor parte de la cosecha, aproximadamente del 80%, en los meses de junio, julio y Agosto.” (FAO, 2018)

“En cuanto a calidad se refiere, una alta producción de cítricos obtenidos en los Yungas es de buena calidad para la elaboración de jugos, pero de baja calidad para su consumo como fruta fresca a nivel exportación”. (FAO, 2018)

“Para la extracción de aceites esenciales, la composición y propiedades de la misma no dependerán básicamente de la calidad de fruta entera sino de su cáscara y principalmente de la variedad, época de recolección y del método empleado para su extracción. Aunque bajo la acción de estos factores, la esencia puede sufrir cambios estimables, se tomarán como norma las propiedades establecidas como tipo para su apreciación, refiriéndose mas específicamente a sus componentes, además de sus propiedades organolépticas tales como olor, sabor, color y transparencia.” (FAO, 2018)

2.7.CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS ACEITES ESENCIALES DE LOS CÍTRICOS.

2.7.1 TEORÍAS SOBRE LA FORMACIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES.

“Todavía es un problema el saber si los aceites esenciales se forman en las células epidérmicas, en alguna membrana resinógena no conectada con el plasma, como sugirió Tschirch, o si el plasma de las células vivas es el responsable de esta secreción, como pensó Lehman, Charabot (1918) y sus colaboradores que hicieron un estudio especial de muchas esencias de agrios, creen que en general los aceites esenciales se mueven de un sitio a otro en el interior de la planta durante el proceso de crecimiento.” (BRAVERMEN, 2010)

“Como las anteriores, existen una infinidad de teorías que tratan acerca de la formación de los aceites esenciales no solo en los cítricos sino en todo el reino vegetal, pero en lo que a los primeros se refiere la teoría propuesta por Ruzicka (bioquímico, premio nobel 1939) es la que mas adeptos tiene en la actualidad.” (BRAVERMEN, 2010)

“Según este científico los terpenos son los compuestos que se encuentran en mayor proporción dentro de los aceites esenciales (de 90% a 99%) los que a su vez se encuentran formados por una cadena esquelética de isopreno que es un hidrocarburo alifático no saturado (C₅H₈). Esta teoría es fácilmente comprobable ya que al someter a calentamiento de aproximadamente 300°C, el isopreno se polimeriza formando el dipenteno que es la forma racémica del limoneno.” (BRAVERMEN, 2010)

“De esta teoría se puede extraer como conclusión de que la mayor parte de los sesquiterpenos y politerpenos se forman a partir de la unión de varias moléculas de isopreno enlazadas unas con otras de distintas maneras. La mayor parte de los terpenos son múltiplos del isopreno y tienen como fórmula general C₁₀H₁₆ o (C₅H₈)₂; los sesquiterpenos C₁₅H₂₄ o (C₅H₈)₃; y los politerpenos que según el número de terpenos que los forman pueden ser: diterpenos (C₅H₈)₄, triterpenos (C₅H₈)₆, y para los tetraterpenos (C₅H₈)₈.” (BRAVERMEN, 2010)

2.7.2. LOCALIZACIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES EN EL EPICARPIO.

“A diferentes profundidades del epicarpio (flavedo) de las frutas cítricas se encuentran situados, junto con los cromoplastos, numerosos sacos o glándulas de esencia cuya pared celular no es del tipo corriente de las paredes de las demás células, sino que se encuentran formados por tejidos que no presentan ningún tipo de comunicación con los tejidos que los circundan.” (BRAVERMEN, 2010)

“Las células que lo rodean a las glándulas de esencia contienen una solución de azúcares sales y coloides que son los que se encuentran sometido a la esencia a una presión de turgencia bastante pronunciada, que desempeña un papel importante en todos los métodos existentes para la extracción de las esencias de agrios. Es debido a la presión que es del hecho de que cuando la corteza de algún fruto cítrico es doblada, la esencia es lanzada con cierta fuerza y a una distancia considerable. Por lo contrario, si la corteza del fruto es sometida a la esencia, esta no podrá ser extraída ni siquiera por medios tan energéticos como la destilación ya que las mencionadas glándulas receptoras no se rompen fácilmente.” (BRAVERMEN, 2010)

“Los sacos o glándulas que contienen los aceites esenciales de los agrios se encuentran a diferentes profundidades en el flavedo y no poseen el mismo tamaño variando su diámetro entre aproximadamente 0,4 y 0,6 milímetros.” (BRAVERMEN, 2010)

2.7.3. COMPONENTES DE LOS ACEITES ESENCIALES DE CÍTRICOS.

“El aceite esencial es un elemento primordial para obtener sustancias aromáticas de plantas o partes de plantas mediante procesos físicos, estos aceites son aromas puros e intensos aislados puros e intensos aislados de la materia prima o bien de su cáscara. Los aceites esenciales de los frutos cítricos se encuentran formados por una mezcla compleja de terpenos, sesquiterpenos, alcoholes superiores, aldehídos, cetonas, ácidos, ésteres y alcanforos o ceras.” (BRAVERMEN, 2010)

“Para una mejor clasificación de los componentes de los aceites esenciales, estos componentes se los separará en hidrocarburos y compuestos oxigenados. Los primeros son los que se encuentran en mayor cantidad pero su función principal es la de servir como soporte para los segundos que son, usualmente, los portadores de olor característico de las esencias de cada variedad de planta. En la tabla 3 podemos encontrar todos los compuestos conocidos de los distintos aceites esenciales, clasificados de acuerdo con su grupo químico, denotando con una X la presencia del mismo en diferentes esencias.” (BRAVERMEN, 2010)

2.7.4. HIDROCARBUROS.

“Como ya se mencionó con anterioridad, los hidrocarburos presentes en general en cualquier esencia son los de mayor presencia en cuanto a cantidad se refiere, pero su función simplemente está limitada a la de servir como soporte para otros compuestos que dan aroma característico a cada planta o fruto. Los hidrocarburos que se encuentran presentes en las esencias de los agrios son los terpenos y los sesquiterpenos.” (BRAVERMEN, 2010)

➤ TERPENOS.

“Los terpenos de formula general $C_{10}H_{16}$ o $(C_5H_8)_2$, son hidrocarburos no saturados con dos dobles enlaces y poseen una extraordinaria semejanza entre ellos tanto su fórmula como en su forma estructural.” (BRAVERMEN, 2010)

“Dentro de este grupo podemos citar al limoneno, terpineno, felandreno, pineno y canfeno, de los que solamente algunos se encuentran en el aceite esencial presente en la cáscara de naranja: d-limoneno. Es el principal constituyente de los aceites esenciales de los cítricos, su punto de ebullición oscila entre 175°C y 176°C , su peso específico medido a 15°C es de 0,850 y cuando se encuentra en estado puro posee un agradable aroma a limón. En la esencia de la naranja constituye aproximadamente el 90% del total de la misma.” (BRAVERMEN, 2010)

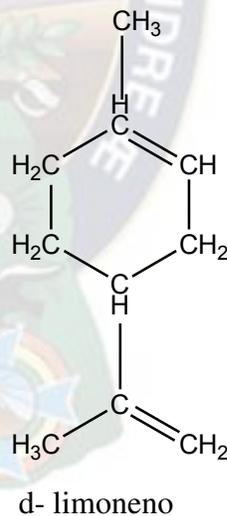


TABLA 3- COMPONENTES CONOCIDOS PRESENTES EN DISTINTOS ACEITES ESENCIALES DE ALGUNAS FRUTAS CÍTRICAS.

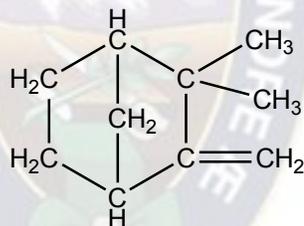
Grupo químico	Componentes	Aceite esencial							
		Punto de ebullición °C	Peso específico	Limón	Naranja	Bergamota	Mandarina	Toronja	Lima
Terpenos	d-limoneno	175	0,85	X	X	X	X	X	X
	Dipenteno	175	0,844			X			
	α -pineno	155	0,858	X		X			
	β -pineno	164	0,865	X					
	Canfeno	160	0,85	X	X	X			
	β -felandreno		0,852	X					
	γ -terpineno	177	0,848	X					
	Octileno		0,7275	X					
Sesquiterpenos	Bisaboleno		0,881	X		X			X
	Limeno								
	Cadineno	271	0,921	X				X	
Alcoholes	Geraniol	230	0,889					X	
	Nerol	226	0,881			X			
	d-linalol	197	0,869		X				
	l-linalol					X			
	Nerolidol	276	0,88						
	Fenil-etanol	220	1,024						
	d-terpineol	218	0,935	X	X	X			
	Dihidrocuménico	226	0,951			X			
	n-nonílico	213	0,842		X				
	d-citronelol		0,856	X					
	Octílico	196	0,828		X			X	
	Fenoles								
	Aldehidos	Citral	228	0,897	X				X
l-citronelal		205	0,857	X					
n-octílico			0,821	X				X	
n-nonílico			0,828	X					
n-decílico		207	0,828		X			X	
Cetonas	Metilheptona	173	0,859	X					
Ácidos y estéres	Acetato de linalilo	220	0,913	X	X	X			
	Acetato de geraniol	242	0,917	X				X	
	Ester del ac n-caprílico				X				
	Antranilato de metilo		1,168					X	X

	Ester metil-antranil-metílico		1,12	X	X		X		
	Acetato de octilo				X			X	
	Acetato de nerilo								

FUENTE: (RETAMAR, 2008)

➤ CANFENO.

De todos los terpenos es el único que se puede encontrar en la naturaleza en forma sólida y posee dos modificaciones ópticamente activas de las cuales solamente el d-canfeno se encuentra en la esencia de los capullos de la naranja dulce, y junto con el l-canfeno en la esencia de limón. (RETAMAR, 2008)



d-canfeno.

➤ SESQUITERPENOS

“Hidrocarburos de fórmula general $C_{15}H_{24}$, son los causantes de los elevados puntos de ebullición (250 °C a 280°C) de los aceites que los contienen. Los sesquiterpenos se hallan distribuidos ampliamente pero la investigación sobre estos compuestos es muy limitada; tienen una densidad relativa aproximada de 0,90. Tienen una coloración ligeramente colorada, su viscosidad es mayor que la de los terpenos y poseen un aroma suave. Dentro de los sesquiterpenos cíclicos que se encuentran en las esencias de los agrios podemos citar el bisaboleno, que es el miembro más importante dentro de los sesquiterpenos mono cíclicos, y el cadineno. Ninguno de estos compuestos es encontrado en la naranja.” (BRAVERMEN, 2010)

2.7.5. COMPUESTOS OXIGENADOS.

“Como se mencionó con anterioridad estos compuestos son los responsables del olor de los aceites esenciales. Con compuestos oxigenados nos referimos más propiamente a alcoholes, aldehídos, cetonas, y ácidos como también sus ésteres.” (BRAVERMEN, 2010)

➤ ALCOHOLES.

“Dentro de los aceites esenciales, los alcoholes se encuentran combinados con ácidos formados ésteres, los más importantes son: el nonil alcohol, linanol, geraniol, nerol, citronelol, terpineol y el neronidol, de los cuales solo el primero es un alcohol alifático no saturado. De todos estos alcoholes los que se encuentran en el aceite esencial de naranja son: el n-nonil-alcohol, linalol y terpineol, aunque también se encontró pequeñas cantidades de citronelol.” (BRAVERMEN, 2010)

“N-nonil-alcohol. Es el único alcohol alifático saturado que se encuentra en la esencia de la naranja dulce como un ester del ácido caprílico. Su punto de ebullición es 213°C a presión atmosférica y de 98 °C a 101°C a presiones de 12 mm y su peso específico es de 0,842 medido a 15°C.” (BRAVERMEN, 2010)



n-nonil-alcohol

➤ LINANOL.

“Este alcohol posee un átomo de carbono asimétrico, por lo que posee dos formas ópticamente activas de las cuales solamente su forma dextrógira se encuentra en la esencia de la naranja dulce.” (BRAVERMEN, 2010)

acetatos de geranilo y linalilo, además del éster metílico del ácido antranílico, encontrado en prácticamente todas las esencias de los agrios, y el éster del ácido caprílico. Estos tres últimos compuestos se encuentran en el aceite esencial de la naranja, aunque también se han encontrado trazas de acetato de octilo.” (RETAMAR, 2008)

➤ ESTEAROPTENOS.

“Los aceites esenciales de casi todas las frutas cítricas contienen una considerable cantidad de residuo no volátil, además de sustancias ceras similares a las esencias en estado prolongado de reposo. Estos residuos son denominados estearoptenos que son masas blandas, ceras y de consistencia más o menos pastosa. En pocos casos se ha logrado dedicar profundos estudios a estas sustancias como en el caso del citropteno, aislado de la esencia de limón, el bergapteno, de la esencia de bergamota, y el alcanflor de neroli, que se encuentra en los capullos de naranja o esencia de neroli.” (BRAVERMEN, 2010)

“Existen también otros estearoptenos que no han sido estudiados con mucha profundidad, tal es el caso del estearopteno de la esencia de la naranja cuya fórmula empírica corresponde aproximadamente al ácido cerótico ($C_{26}H_{52}O_2$).” (BRAVERMEN, 2010)

2.8. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESENCIA DE NARANJA.

2.8.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA ESENCIA.

“Se ha visto ya que en esta clase de esencias, no son individuos químicamente simples, sino que están compuestos por varios elementos con propiedades físico-químicas diferentes. Estas propiedades le comunican a la esencia determinadas características que definen su calidad y valor comercial.” (BRAVERMEN, 2010)

“La esencia de naranja dulce es un líquido de color amarillo a pardo rojizo con un aroma característico de naranja. Químicamente esta esencia está constituida, en su mayoría por un terpeno, el limoneno dextrógiro, en proporciones de 90 a 97% de su peso total. En anteriores publicaciones se menciona a este compuesto como el único hidrocarburo presente en la esencia, pero recientes estudios encontraron otro hidrocarburo en los capullos de la naranja dulce, este compuesto es el d-canfeno.” (BRAVERMEN, 2010)

“La esencia contiene también diversas sustancias oxigenadas que influyen en la calidad y aroma, cuya proporción varía entre 1 y 1,5%. Por último contiene también una masa amorfa, blanca, poco conocida, que comprende del 1,5 hasta 4%.

En la tabla 4 se muestra la fracción correspondiente de los principales componentes oxigenados que forman parte de la esencia de naranja.” (BRAVERMEN, 2010)

TABLA 4-PRINCIPALES COMPONENTES OXIGENADOS DEL ACEITE ESENCIAL DE NARANJA.

Compuesto oxigenado	Fracción en %
Linanol	40
Terpineol	30
Aldehído decílico	5
Éster caprílico	8
Alcohol nonílico	8
Aldehído decílico	7
Otros	Trazas

FUENTE: (BRAVERMEN, 2010)

El principal componente odorífero es el aldehído n-decílico aunque recientemente se han identificado trazas de capraldehído y citral. Los alcoholes d-linanol y n-nonílico se encuentran en la esencia de la naranja en estado libre y en forma de ésteres de los ácidos fórmico, acético, caprílico y caprílico.

Las propiedades físicas tomadas como norma del aceite esencial de naranja se muestran a continuación en la tabla 5, mientras que las propiedades físicas de la esencia proveniente de los países con mayor producción de la misma se muestran en la tabla 6.

TABLA 5-PROPIEDADES FÍSICAS DE LA ESENCIA DE NARANJA.

Características Físicas de la esencia de naranja	Valor
Densidad a 15°	0,8419 a 0,852
Poder rotatorio a 20°	92° a 99
Índice de refracción a 20°	1,4710 a 1,4750
Residuo fijo	1,5% a 4%

FUENTE: (RETAMAR, 2008)

TABLA 6- PROPIEDADES FÍSICAS DE LA ESENCIA DE NARANJA DE DISTINTOS ORÍGENES.

Origen	Procesos de extracción	Peso específico	Índice de refracción	Rotación óptica
Italia	Prensado a mano	0,848-0,853	1,473-1,475	95°31´-98°
Jamaica	Prensado a mano	0,8481-0,8491	1,446984	97°43´- 98°2´
Rep. Dominicana	Prensado a mano	0.8486		98°21´
California	Prensado a mano	0,8413-0,8482	1,4730-1,4742	96°-99°
Florida	Prensado a mano	0,84-0,85	1,4737- 1,4747	94°50´- 96°50´
Palestina	Prensado a mano	0,8425	1,4734	95°50´

FUENTE: (BRAVERMEN, 2010)

Un complemento para la apreciación comercial, aunque no constituye una prueba concluyente, es que la esencia de naranjas se disuelve muy bien en 7 a 8 volúmenes de alcohol 90°.

2.8.2. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD Y RENDIMIENTO.

La calidad de la esencia está influenciada por un sin fin de motivos.

“El grado de madurez del fruto es uno de estos motivos; un fruto fresco, con el grado de madurez que en Estados Unidos se denomina ”dark green”, presenta una corteza poco elástica de fácil rotura y más apta para la expulsión de la esencia. Cuando el proceso de maduración avanza, la corteza pierde rigidez, se hace más flexible, la corteza pierde rigidez, se hace más flexible y tiende a adquirir una dureza que impide la fácil rotura de las glándulas.” (BRAVERMEN, 2010)

“El tiempo transcurrido entre la cosecha y su posterior manipulación y elaboración, influye también sobre los rendimientos. Los más elevados se obtendrán siempre de frutos frescos, recién recogidos y que hayan experimentado el mínimo de golpes o magulladuras. La acción de insectos u otras plagas que inician su acción en la corteza del fruto, disminuye la superficie glandular del mismo, y se refleja en rendimientos.” (BRAVERMEN, 2010)

“Los métodos de extracción y maquinaria usados, que se describirán posteriormente, como así misma la pericia de la mano de obra en general, representan factores no depreciables de la producción.” (BRAVERMEN, 2010)

“Por último, los métodos empleados para la separación de los coloides contenidos en la esencia al final de la extracción, afectan de manera muy significativa tanto como en el rendimiento como en la calidad de la misma. El proceso de separación por coagulación puede provocar el deterioro de la esencia. La elevada temperatura a que puede ser sometida la esencia cuando se lo somete al proceso de destilación puede alterar el aroma de la misma. El proceso de centrifugación ocasiona el perjuicio de una excesiva aeración del producto y su consecuente resinificación por acción del oxígeno del aire. El uso de esponjas o tejidos especiales, que es uno de los procedimientos más recomendados, presenta el inconveniente de elevar el costo de producción en función de la mayor mano de obra que necesita. En fin, la utilización de cualquiera de estos procedimientos está determinada por las características particulares de la industria sus alcances y posibilidades económicas. Estos procedimientos de separación se estudiarán más adelante.” (BRAVERMEN, 2010)

2.8.3. OFERTA MUNDIAL.

“La producción mundial de aceites esenciales cítricos está estimada (UNCTAD/GATT, 2017) en algo menos de 20.000 TM, de las cuales 15.000 TM corresponden al aceite de naranja dulce, siendo los principales productores los países con mayor producción de naranja a nivel mundial, es decir Brasil y Estados Unidos.” (DNPS-SNAG, 2017)

La producción mundial anual de aceite esencial de limón se estima en 2.500 TM, y sus principales productores en el mundo son Estados Unidos, Argentina, Italia y Costa de Marfil, respectivamente.

La producción mundial de aceite de lima se estima en menos de 100 TM anuales, siendo sus principales productores México, Perú y varios países del Caribe y de África.

“En cuanto a pomelo se refiere, los principales productores de este aceite con Estados Unidos, Argentina, Brasil e Israel, no se dispone de cifras diferenciadas sobre las cantidades producidas pero estas pueden estimarse probablemente en algunos cientos de toneladas. La producción mundial de aceite de naranja amarga no alcanza las 30 toneladas y la de bergamota es inferior a 250 toneladas. El aceite de bergamota es producido principalmente en Italia y Costa de Marfil, y el de naranja en Brasil, Italia y varios países del Caribe.” (FAO, 2018)

2.8.4. DEMANDA MUNDIAL.

“Los principales consumidores mundiales de los aceites esenciales de cítricos son la comunidad de Estados Europeos, en primer lugar, y luego Estados Unidos. En la tabla 7. Se detallan las compras de los mayores importadores europeos hasta el año 2017 y en la tabla 8la de los Estados Unidos.” (DNPS-SNAG, 2017)

TABLA 7- IMPORTACIONES DE LOS TRES PRINCIPALES ACEITES ESENCIALES EUROPEOS EN TM.

PAÍS	ACEITE DENARANJA	ACEITE DE LIMA	ACEITE DE LIMON
Bélgica/Luxemburgo	45-50	5	20
Francia	875-900	10-20	30-40
Alemania	1.800-1.850	20-30	140-150
Italia	250-275	<10	50
Holanda	1.200-1.250	30-40	50-60
España	250	<10	30-40
Suiza	400	10	60-70
Reino Unido	800-825	60-70	300-325

FUENTE: (DNPS-SNAG, 2017).

TABLA 8-ESTADOS UNIDOS: IMPORTACIÓN DE ACEITES ESENCIALES DE ALGUNOS CÍTRICOS (CIFRAS EN TM).

AÑO	NARANJA	LIMÓN	LIMA
2013	2.254	861	641
2014	2.113	320	531
2015	1.877	446	324
2016	4.372	746	614
2017	3.167	620	539

FUENTE: (DNPS-SNAG, 2017).

“Los totales alcanzados en el último año registrado fueron de 6.200 TM para los países europeos y de 3.167 TM para EEUU. Se pueden observar, en este último caso, que los volúmenes se han prácticamente duplicado en un periodo de diez años. Dentro de los países asiáticos, el que mayor importancia ha demostrado dentro del campo de la importación de aceites es Japón. En la tabla 9 se detallan los volúmenes importados hasta 2018.” (DNPS-SNAG, 2017)

TABLA 9-JAPÓN: IMPORTACIONES DE ACEITES ESENCIALES DE ALGUNOS CÍTRICOS (CIFRAS EN TM).

AÑO	NARANJA	LIMÓN	LIMA
2014	3.849	163	69
2015	3.409	150	58
2016	2.606	159	65
2017	4.466	202	78
2018	3.067	228	95

FUENTE: (DNPS-SNAG, 2017).

En lo que se refiere al mercado Sudamericano, la industria chilena se ha convertido en un mercado potencial para la comercialización de los aceites esenciales, esto sin obviar el creciente mercado peruano y chileno.

2.8.5. PRECIOS.

Los precios de cada tipo de aceite tienen importantes diferencias según su composición particular y su procedencia. Es importante tener en cuenta que dada la complejidad de estos productos y la importancia fundamentalmente cualitativa de los mismos, es habitual que la cotización dependa inclusive del conocimiento, por una parte, del comprador y por la otra de la firma fabricante en el rubro.

El precio del aceite esencial de naranja dulce en el mercado mundial es muy variable, dependiendo principalmente de su origen, tipo y método de extracción. En la tabla 10 Podemos observar la variación de los precios de la esencia de naranja procedente de los principales estados productores en los Estados Unidos.

TABLA 10- ACEITE DE NARANJA DULCE (Precios medios anuales en \$u\$/Kg, FOB).

Origen/tipo	Año	Precio medio anual
Florida	2015	1,75
	2016	1,74
	2017	1,6
	2018	1,6
California Por expresión	2015	2,73
	2016	3,03
	2017	2,75

	2018	2,75
California Por destilado	2015	1,88
	2016	1,88
	2017	1,88
	2018	1,88
Arizona Por expresión	2015	1,95
	2016	1,62
	2017	2,59
	2018	3,27

FUENTE: (REPORTER, 2018).

“Datos mas aceptables y actuales (Abril 2017) para efectos del presente proyecto, son los proporcionados por CASA GAIA, que se constituye en una de las empresas de industrialización de frutas cítricas más grandes de Argentina, esta industria tiene a la venta aceite esencial de naranja dulce obtenido por expresión y centrifugación a valor de 3,4 \$u\$ por 20 cc.” (REPORTER, 2018)

2.9. MÉTODOS EMPLEADOS PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES DE CÍTRICOS.

2.9.1. NORMAS GENERALES PARA LA EXTRACCIÓN.

“Como anteriormente se ha mencionado, la esencia o aceite esencial de los cítricos se encuentra en las cavidades de origen lisogénico situadas en el epicarpio o flavedo. La ubicación de dichas cavidades en esta parte del. La ubicación de dichas cavidades en esta parte del fruto, no responde a un plano definido encontrándose a distintas profundidades. A ello se agrega la circunstancia de estar rodeadas de un tejido esponjoso, el mesocarpio, apto para embeberse de la esencia cuando, por cualquier circunstancia, se produzca la rotura de las cavidades que la contienen. También la esencia cuando, por cualquier circunstancia se produzca la rotura de las cavidades que la contienen. La esencia no se encuentra en la glándula en estado puro, si no que junto con ella se encuentran mezclados jugo celular, restos de desintegración de las células secretoras, partículas de pectina y algunas partículas solidas, formando una especie de emulsión que puede dar lugar a procesos coloidales de adsorción y retención de esencia por dichas partículas solidas.” (DRA A. DE IGLESIAS, 2009)

“Así, cuando sale al exterior la esencia va acompañada de muchos constituyentes celulares, los cuales deben separarse mediante la posterior purificación del producto.” (DRA A. DE IGLESIAS, 2009)

“Todos los procedimientos industriales de extracción, producen una esencia que presenta los inconvenientes descritos. Se necesita entonces separar de ella las partículas coloidales que en forma semipastosa y rica en esencia están emulsionadas con ella. Para tal efecto se emplean los procedimientos de coagulación, destilación a presión reducida, por centrifugación o por acción de esponjas o tejidos especiales que retengan las partículas coloidales y dejen en libertad (bajo posterior presión) a la esencia y el agua que la acompaña.” (DRA A. DE IGLESIAS, 2009)

2.9.2. EXTRACCIÓN POR EXPRECIÓN O PRENSADO.

“El método de extracción del aceite esencial de naranja por expreción o prensado, se basa fundamentalmente en el hecho de que cuando la fruta está fresca, el aceite contenido en las glándulas del flavedo (epicarpio), se mantiene bajo una cierta presión, y cuando se rompen las paredes de estas glándulas, el aceite esencial es expulsado con la fuerza y a una distancia considerable en forma de chorro. El aceite esencial así obtenido es colectado por medio de una lluvia de agua que mantiene húmeda a la superficie de la corteza evitando que esta vuelva a reabsorber el aceite. El agua también cumple otras funciones muy importantes dentro de este método como ser: el de formar la emulsión con el aceite, evitar que se pierda el aceite al salpicar y aumentar la presión de las glándulas por aumento de la presión osmótica.” (RETAMAR, 2008)

“El método de extracción por prensado puede ser aplicado sobre la fruta entera, antes de la extracción del jugo; o directamente sobre la misma cáscara, una vez que ha sido pelado el fruto. El método puede ser clasificado en: procedimientos manuales, aquellos en los cuales el trabajo es efectuado directamente por el hombre, y mecánicos, en que la extracción se efectúa por medio de maquinas mas o menos perfeccionadas.” (RETAMAR, 2008)

2.9.3. PROCEDIMIENTO DE LA ESPONJA.

“Es el sistema más antiguo y no de los más utilizados en Silicia para la extracción de la esencia de limones y naranjas.” (RETAMAR, 2008)

“El fruto se divide en dos mitades por un corte transversal y se le extrae la pulpa por medio de un cuchillo especial de forma cóncava, con sus dos bordes afilados. Luego las

cortezas se remojan en agua durante varias horas, facilitando así la mayor turgencia de las glándulas secretoras.” (RETAMAR, 2008)

“La corteza así preparada, se comprime sobre una esponja se ha saturado de agua, esencia y partículas solidas, se exprime sobre otro recipiente y se deja decantar el líquido extraído. La esencia separada, luego de la decantación, es de color amarillo verdoso, muy aromático y de muy buena calidad.” (RETAMAR, 2008)

“El inconveniente de este sistema de extracción es el escaso rendimiento y la considerable utilización de mano de obra.” (RETAMAR, 2008)

2.9.4. PROCEDIMIENTOS DE LA PEQUEÑA PRENSA DE MANO.

Es una variación del de la esponja, en el cual exprimido de la corteza se hace por medio de una pequeña prensa accionada a mano con una palanca. La prensa consta de dos platos, uno superior móvil, y otro inferior fijo, entre los cuales se coloca la corteza.

“La calidad y rendimiento obtenidos por este procedimiento, son semejantes a los del método de la esponja.” (RETAMAR, 2008)

2.9.5. PROCEDIMIENTOS MECÁNICOS.

Entre los procedimientos mecánicos, es decir, en los que se emplean maquinarias para la extracción de la esencia, tenemos:

➤ RASPADO Y PRENSADO EN FRÍO.

“Este procedimiento consiste en el raspado de la corteza del fruto por medio de platos circulares, en cuya superficie existen muchas puntas o aristas vivas que al rozar sobre ellas la naranja, llevada por la mano del operario, va depositando el serrín obtenido en el fondo del cárter que le sirve de protección, al girar estos discos a gran velocidad.” (DRA A. DE IGLESIAS, 2009)

“Este serrín, colocado en esportines sobre el plato de una prensa hidráulica a presiones del orden de los 100 Kg/cm^2 de esportín, produce un líquido acuoso de color amarillento que por decantación separa el aceite esencial y el agua. Al someter el serrín a esta presión la temperatura aumenta, factor que coadyuva a la formación de coágulos producidos por la emulsión del aceite y otros componentes extraídos junto con el, factor que disminuye los rendimientos y dificulta su extracción, razón por la que el serrín debe mantenerse a temperatura baja.” (DRA A. DE IGLESIAS, 2009)

“El aceite así obtenido es muy oscuro y de muy buena calidad. El residuo sacado de los esportines puede destilarse en un calderín a vapor simple, dando un aceite transparente,

incolore y de muy baja calidad. Estas dos operaciones se complementan, obteniendo con ello hasta un 99.8% del aceite contenido en la corteza de la naranja.” (DRA A. DE IGLESIAS, 2009)

➤ **MÁQUINAS ESTILETES.**

“Este procedimiento, que fue muy utilizado en la región levantina (Levante- España), especialmente en Castellón, es muy caro en lo referente a la mano de obra. El aceite obtenido es muy bueno, pero falto de olor, cualidad muy buscada actualmente, por lo que, a excepción del limón, no se emplea para otra fruta.” (DRA A. DE IGLESIAS, 2009)

“Consiste en colocar cada naranja entre los puntos de un pequeño torno, haciéndola girar, mientras un pequeño estilete afilado, en forma de triedro, hiere su superficie, rayándola en hojas muy finas y apretadas, al mismo tiempo que por la fuerza centrífuga originada por el giro del fruto se expulsa un líquido casi igual al del procedimiento anterior, recogándose por una tolva de chapa inoxidable, que lo vierte en una botella especial, de cuello ancho. Esta botella, una vez llena (se llenan unas tres a cuatro en ocho horas), es recogida por la sección de filtrado, donde, en primer lugar, se separa por decantación el aceite de primera, que es de color ambarino. El resto se deja reposar y se vuelve a decantar, obteniéndose otra clase de aceite de color más oscuro, debido a la oxidación, quedando, finalmente una especie de serrín, que es recogido con unos trapitos afelpados de algodón, de un tamaño aproximado de 20 cm de lado, y así se van apilando sobre el platillo de una pequeña prensa hidráulica, que a 200 atm expulsa el resto del aceite.” (DRA A. DE IGLESIAS, 2009)

➤ **MÁQUINA AVENA.**

“El aceite que se obtiene con esta máquina es de segunda calidad pero, se logra un rendimiento aceptable; es de gran producción, y su mantenimiento y mano de obra resultan casi nulos.” (DRA A. DE IGLESIAS, 2009)

“Su forma de funcionamiento es la siguiente: la naranja es depositada en una tolva, que constituye en elemento integrante de la maquina, la cual dividida en varias partes, alimenta los diversos pisos o platos horizontales solidarios sobre un eje vertical que gira en el interior de un cilindro fijo en cuya pared interior existe un gran número de puntas afiladas, sobre las que giran las naranjas empujadas por su fuerza centrífuga, hiriéndose completamente su superficie y lacerando las células que contienen el aceite esencial, el cual, arrastrado por un chorro de agua, vierte por un conducto distinto al que da salida al fruto ya trabajado.” (DRA A. DE IGLESIAS, 2009)

“Este líquido, obtenido por decantaciones y filtrados, se pasa a una centrifugadora, que separa perfectamente el aceite y posteriormente es envasado en botellones de vidrio, procurando que estos no queden expuestos a la luz y dejando en su parte superior una pequeña cámara vacía; de no hacerlo así, se corre peligro de que se rompa el recipiente al aumentar el volumen del líquido. También es recomendable emplear depósitos de hierro bien galvanizados en su interior, por que en otro caso se corre el peligro de que el aceite ataque el hierro, tomando un color demasiado oscuro.” (DRA A. DE IGLESIAS, 2009)

➤ **EXTRACTOR AMERICANO DE TAMBOR.**

“Esta máquina utiliza la fuerza centrífuga en corriente continua y consta esencialmente de un tambor cilíndrico hueco, de acero inoxidable, cuyo diámetro es aproximadamente de 1 metro y cuya longitud oscila entre 6 y 9 metros. La superficie de todo el tambor es rugosa, teniendo pequeños salientes que se proyectan hacia el interior. Dentro del tambor, una guía continua en espiral, al dar dirección al fruto, hace posible que este tenga que recorrer un camino mas largo.” (DRA A. DE IGLESIAS, 2009)

“El tambor gira bien sobre un eje central, bien sobre rieles externos guiados por cilindros orlados. Junto al tambor rotatorio cae una lluvia de agua continua. La fruta entra por un extremo del tambor, gira y choca contra los clavos salientes y, siguiendo las guías de la espiral, abandona aquel por el otro extremo. Las raspaduras, junto con la emulsión de esencia, se expulsan por los agujeros del tambor situados en los salientes.” (DRA A. DE IGLESIAS, 2009)

“Esta sencilla disposición, aunque completamente inflexible, permite la industrialización de grandes cantidades de fruta. Sin embargo, el rendimiento en esencia es bastante pequeño.” (RETAMAR, 2008)

➤ **MÁQUINA CIANCIOLO.**

“Esta máquina fue patentada por el agrónomo del mismo nombre, y tiene como objetivo principal eliminar la poca capacidad de producción en la industria y la excesiva mano de obra utilizada. La máquina consta de dos rodillos horizontales de ejes paralelos que giran en sentido contrario.” (DERGAL, 1998)

“Uno de estos rodillos es liso, mientras que el otro está provisto de estrías longitudinales algo cortantes.” (DERGAL, 1998)

“Las cortezas preparadas en forma análoga al procedimiento de la esponja, se introducen entre dos cilindros, en forma tal que el cilindro rugoso tome contacto con la superficie exterior de la corteza y el cilindro liso con la superficie interior. La comprensión y las incisiones que produce en la corteza el cilindro estriado, provoca la salida de la esencia. Cuando salen por debajo las cortezas, un chorro de agua cae sobre las mismas, y por acción de arrastre separa las partes de desecho. El agua y la esencia pasan a través de una plancha porosa que hace las veces de filtro, y se recogen en depósitos de decantación.” (DERGAL, 1998)

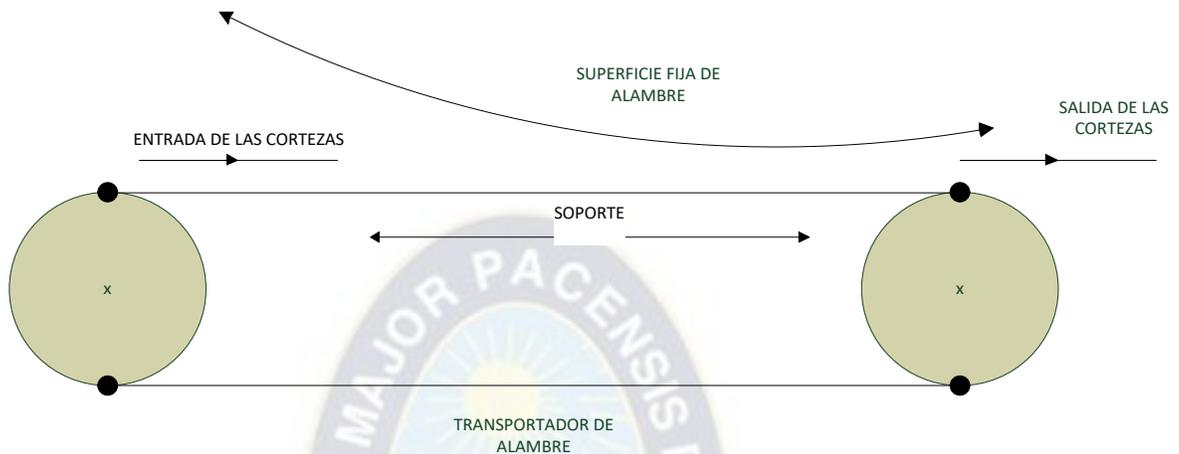
➤ **MÁQUINA SFUMATRICI SPECIALE.**

“Al contrario de las máquinas que raspan el fruto entero la sfumatrici hace uso de la presión de turgencia natural de la esencia, doblando la corteza en muchas direcciones, pero sin emplear la esponja como medio absorbente. En su lugar, la esencia extraída se arrastra con corrientes de agua, creando así una emulsión, como se hacía en las máquinas raspadoras.” (DERGAL, 1998)

“Las cortezas contenidas en una tolva se conducen por una correa sin fin provista de pestañas metálicas resistentes, a un espacio estrecho comprendido entre la correa y otra pieza fija igualmente provista de pestañas o salientes. Las cortezas se doblan y comprimen entre ambas superficies. La distancia que queda entre las superficies de dos salientes se puede regular mediante tornillos y se va haciendo tanto más pequeña cuanto más se aproxima al final del corrido. Dentro de la cámara de trabajo y en puntos situados a la entrada y a la salida de la mercancía, hay chorros de agua cuya misión es la de arrastrar la esencia extraída.” (DERGAL, 1998)

“Esta sfumatrici es completamente automática y requiere de un motor de un 1Hp; es capaz de exprimir la esencia de las cortezas de 1.5 TM de fruta aproximadamente en una hora.” (DERGAL, 1998)

GRÁFICO 4- SIMPLIFICACIÓN DE LA MÁQUINA SFUMATRICE PROPUESTO POR BRABERMEN.



FUENTE: (DRA A. DE IGLESIAS, 2009)

“Braberman sugirió una simplificación del principio de estas máquinas para la extracción del aceite esencial de naranja. “Consiste en un transportador sin fin de alambre sobre el que se coloca otra tela metálica fija de manera que varíe la distancia entre ambos desde el comienzo hasta el final (véase Gráfico 4). Las cortezas que penetran por uno de los extremos del transportador se estiran, doblan y estrujan hasta que se descargan por el otro extremo. La tela metálica del transportador deberá apoyarse por debajo en robustas guías lisas. Esta sencilla disposición debe ser capaz de trabajar continuamente en cantidades mucho mayores de corteza que el anterior modelo. Además sería posible una longitud de trabajo mucho más larga.” (PALACIOS, Citrucultura Moderna, 2011)

➤ **SISTEMA POLICITRUS.**

“Este sistema de extracción es uno de los más recientes y más empleado en la industria de extracción de zumos cítricos, además de ser un sistema perfectamente apto para todo tipo de fruta cítrica.” (PALACIOS, Citrucultura Moderna, 2011)

“El sistema consiste en canales formados por rolos cubiertos con chapa rapa por los cuales un transportador de paletas desplaza la materia prima. Tanto la velocidad de los rodillos como el desplazamiento del transportador son perfectamente regulables, por lo que, además de no ser necesario realizar un previo análisis de tamaño, se puede trabajar con materia prima de distinta consistencia. Sobre estos canales se encuentran los picos aspersores de agua emulsionada que arrastran los aceites esenciales, las cáscaras y las

resinas hacia los FINISHERS. Estos son de doble tapa: en la primera eliminan las partículas gruesas, y en la segunda, separan la emulsión libre de impurezas. Esta emulsión se envía a las centrifugas concentradoras y terminadoras. La descarga de la centrífuga concentradora se bombea a un sistema de vasos comunicantes que en el último compartimiento tiene un filtro de malla que sirve para evitar la obstrucción de los picos del sistema de aspersión, cerrando de esta forma el circuito de obtención de aceites esenciales. La fruta ya raspada pasa a la expresora propiamente dicha, la que consta de dos cilindros recubiertos de chapa rapa que giran en sentido contrario, estos están separados por una cuchilla que se desplaza a lo largo de todos los cilindros y corta la fruta en dos mitades que están obligadas a pasar por una malla perforadora la cual sigue la curvatura de los cilindros, cuyo acercamiento o alejamiento produce una mayor o menor expresión en la materia prima.” (PALACIOS, Citrucultura Moderna, 2011).

A la salida del extractor, la concentración de la emulsión oscila alrededor de 0,6%, ingresando un caudal de agua de alimentación de 2.500 litros por hora.

➤ MÁQUINA FMC.

“Al igual que la anterior maquinaria, ese extractor, tanto de jugo como de aceite esencial, es el normalmente están impuestos dentro de los mercados internacionales.” (PALACIOS, Citrucultura Moderna, 2011)

“Estos extractores aplican su funcionamiento al fruto entero. Por la parte de atrás del extractor pasa un caño colector de acero inoxidable, que recibe el jugo y lo envía directamente al tamizador, que por la parte inferior de este se descarga jugo natural y por la parte frontal de la malla se elimina la pulpa que cae directamente al FINISHER. Por la parte inferior del extractor se encuentran unos transportadores sin fin que se encarga de recibir la emulsión enriquecida juntamente con trozos de cáscara. Esta transportadora descarga en un finisher que separa los sólidos que se encuentran en suspensión en esta emulsión, la cual se bombea a los tanques pulmón ubicados inmediatamente arriba de la centrifugadora concentradora. La alimentación de esta se realiza por gravedad, previa homogeneización de la emulsión, y se agita a muy bajas revoluciones para evitar la incorporación de aire, pues es importante conseguir valores constantes de concentración para un trabajo más eficaz de las centrífugas. Normalmente a la salida. La emulsión concentrada es impulsada por la propia centrífuga terminadora a fin de obtener el producto que, finalmente, se lleva a la sección de envasado. El envasado se realiza en

tambores galvanizados o estañados de 200 litros.” (PALACIOS, Citrucultura Moderna, 2011)

“A la salida del extractor, la concentración de la emulsión oscila alrededor de 1 al 1,2% necesitando para este efecto una alimentación de caudal de agua de 800 a 900 litros por hora.” (PALACIOS, Citrucultura Moderna, 2011)

2.9.6. PROCEDIMIENTOS DE SEPARACIÓN DE LA EMULSIÓN.

Con excepción del método de la esponja en todos los procedimientos de extracción de la esencia se debe separar ésta de la emulsión y de las partículas que la acompañan.

“En primer lugar, y con el objetivo de separar las partículas groseras, raspaduras de corteza, tierra que siempre queda por causas de un mal lavado, entre otros de la fase líquida, resulta esencial realizar un tamizado eficaz.” (PALACIOS, Citrucultura Moderna, 2011)

“Este trabajo se lo puede realizar mediante unos tamices o cribas finas de cobre, o bien, mediante mallas muy finas adaptadas con una prensa que se encarga de estrujar las raspaduras quedando estas secas y prácticamente sin esencia. Un método primitivo y suficientemente sencillo, empleado aun en Italia y por pequeños industriales, consiste en recoger la emulsión en una serie de vasos florentinos y permitir que la esencia, junto con las partículas residuales, se separe en la porción superior. A continuación, se utiliza cierta cantidad de lana que se impregna con la fase oleaginosa y , por último, se comprime en una prensa ordinaria de tornillo que destruye la emulsión, apareciendo en primer lugar el agua y al final la esencia, mientras que las partículas quedan retenidas en la lana.” (PALACIOS, Citrucultura Moderna, 2011)

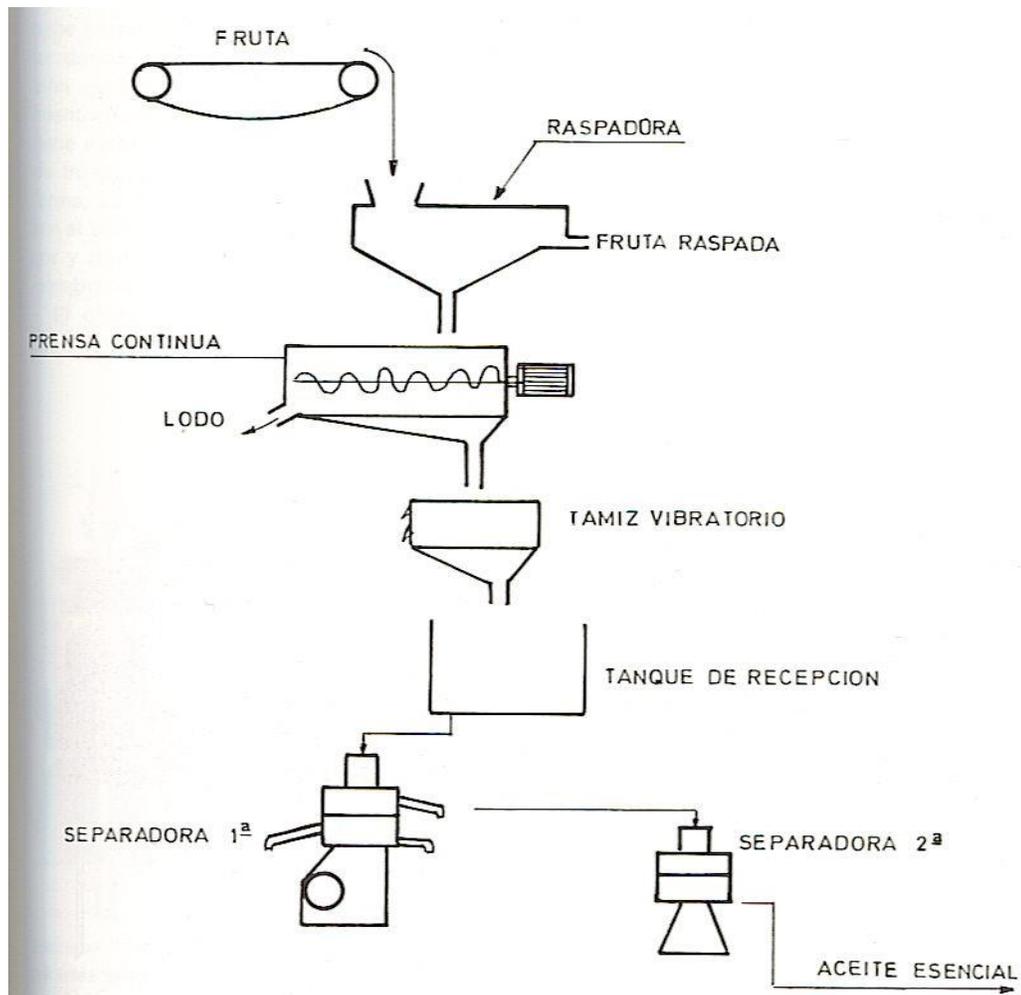
“Otro método moderno de separación de estas partículas sólidas consiste en usar centrífugas continuas especiales que permitan que estos sólidos se puedan descargar sin interrupción.” (PALACIOS, Citrucultura Moderna, 2011)

“Otro método patentado por Bennett (1931), consiste en la adición de pequeñas proporciones de bicarbonato sódico (2%) y algo de sulfato del mismo catión, en el agua utilizada para arrastre de la esencia en los distintos métodos de extracción por prensado. Son varios los principios que originan la adición de estas sales: como estas sales son fácilmente solubles, el peso específico del agua se eleva, creándose de este modo una mayor diferencia entre las densidades del agua y de la esencia, ya que la de esta última está bastante cerca de la unidad (aproximadamente 0,850). Lo mismo se puede decir con respecto a las tensiones superficiales de los componentes de la emulsión.” (PALACIOS, Citrucultura Moderna, 2011)

“También podemos acotar que el sulfato sódico o las sales análogas a él, tienden a neutralizar las cargas eléctricas de las micelas coloidales así como el bicarbonato sódico neutraliza la acidez de la parte fluida de las cortezas evitando cualquier efecto adverso posible del medio ácido sobre la calidad de la esencia en suspensión. Además, la actividad de varias enzimas que se hallan presentes en la emulsión, y que son normalmente activos en medio ácido, se inhibe a un pH mas elevado. En cualquier método a desarrollar, siempre está presente algo de pectina, proveniente de la corteza de la naranja, que es un emulgente muy fuerte, la acción del bicarbonato sódico se puede explicar cómo rompedora del efecto emulgente de la pectina al formar pectatos de sodio, cuya naturaleza es menos gelatinosa.” (PALACIOS, Citrucultura Moderna, 2011)

“Una vez realizada la adición de estos componentes al agua de arrastre, la esencia queda lista para ser separada de la emulsión por cualquiera de los métodos anteriormente descritos. Las esencias de los agrios recuperadas por el procedimiento de Bennett son totalmente iguales en calidad a las obtenidas mediante el método de la esponja, las cuales son consideradas como las más próximas al estado natural en que se encuentran segregadas en la corteza. Para finalizar con los métodos de extracción por prensado, en el gráfico 5 se puede observar el esquema de una instalación para la extracción de aceite esencial de cítricos.” (PALACIOS, Citrucultura Moderna, 2011)

GRÁFICO 5-ESQUEMA REPRESENTATIVO DE UNA INSTALACIÓN PARA LA EXTRACCIÓN DE LA ESENCIA DE AGRIOS.



FUENTE: (PALACIOS, Citrucultura Moderna, 2011).

2.9.7. EXTRACCIÓN POR DESTILACIÓN.

“Este método se basa en una propiedad característica de los aceites esenciales, que es la de destilar con vapor. El punto de ebullición de los aceites es superior a los 100°C, aunque algunas veces se logra destilar a presiones atmosféricas, casi siempre se lo hace a presiones de vacío. En lo que se refiere a la utilización de este método para la extracción de aceites esenciales de frutos cítricos debemos destacar que el mismo no es muy empleado, debido a que, si bien se obtiene un mayor rendimiento, la calidad del aceite

obtenido no se compara con la del aceite obtenido por prensado. Cabe señalar también, que el mayor rendimiento, del que se hace mención con anterioridad, obtenido por destilación no es muy significativo con respecto al rendimiento obtenido con el método de prensado.” (PALACIOS, Citrucultura Moderna, 2011)

“El método es bastante sencillo, y generalmente se lo aplica a nivel laboratorio para determinar la cantidad de esencia contenida en el epicarpio de los frutos cítricos. El fruto debes ser en primer lugar pelado uniformemente, la cáscara obtenida de manera uniforme es sometida a una trituración, la masa de serrín, empapada de aceite, se somete a una destilación por arrastre de vapor, a presión reducida (vacío) y manteniendo una temperatura de 50 a 60°C.” (PALACIOS, Citrucultura Moderna, 2011)

“La calidad del aceite esencial obtenido, depende también de la temperatura empleada para la destilación, a menor temperatura empleada (lo que implica mayor vacío) mejor será la calidad del aceite obtenido. El aceite obtenido mediante este método mantiene siempre su olor y sabor característico, pero en cuanto a olor respecta es incoloro y falto de material al ser sometido a una evaporación. El contenido de aldehídos y ésteres es mucho más bajo que en el obtenido por prensado, variando de esta manera las características odoríferas del aceite. Otro factor que incide de forma negativa en la aplicación de este método, es el económico y costoso que este resulta en comparación con el método de prensado. Este método es usado generalmente para la extracción de aceite esencial de hojas y flores.” (PALACIOS, Citrucultura Moderna, 2011)

2.9.8. EXTRACCIÓN POR DISOLVENTES.

“Para la recuperación de los aceites esenciales de la corteza de los agrios, se encuentra en la literatura una gran cantidad de métodos propuestos que utilizan para tal efecto diversos tipos de disolventes, tales como alcohol, éter de petróleo, entre otros. Estos métodos no han tenido mayor repercusión en el mercado debido a que los mismos presentan varios inconvenientes desfavorables en cuanto se refiere a la calidad de la esencia. Los disolventes orgánicos extraen de la corteza una gran cantidad de impurezas junto con la esencia. Por la otra parte, es extremadamente difícil la separación completa del disolvente de la esencia ya que el disolvente residual hace que la esencia no tenga valor como sustancia aromatizante.” (RETAMAR, 2008)

En Estados Unidos se han fabricado algunas esencias, bajo los conceptos de este método, conocidas con el nombre de oleorresinas, que son utilizadas en la elaboración de jabones perfumados.” (RETAMAR, 2008)

“El método de extracción por disolventes, más que utilizados para la extracción del aceite esencial de la corteza de los cítricos, tiene mayor aplicación en la recuperación de la esencia de neroli a partir de capullos de naranja. La extracción de esta esencia se la realiza por enflurage o por extracción en contracorriente.” (RETAMAR, 2008)

➤ **MÉTODO DE EXTRACCIÓN POR ENFLEURAJE.**

“El uso de grasas sólidas, a temperatura ambiente, para la absorción de la esencia de las flores se conoce como proceso de enflourage. Estas flores producen valiosos perfumes o esencias hasta después de algún tiempo de haber sido cortadas de las plantas, y sus aceites son afectados desfavorablemente aún por el calor más moderado.” (RETAMAR, 2008)

“Este proceso de extracción, necesita el empleo de un gran número de personal, por lo que su uso necesariamente se limita a la producción de aceite de gran valor comercial. Sobre bandejas de vidrio, llamadas chasis, se extienden capas de manteca de cerdo purificada de otra grasa pura, colocando encima de esta capa de grasa los capullos y manteniéndolos constantemente en contacto durante un determinado lapso de tiempo. Mas tarde, se retiran los capullos y se reemplazan por capullos frescos hasta que la grasa queda completamente saturada de esencia. La grasa enriquecida se vende como tal para componer pomadas u otras preparaciones en perfumería; también se acostumbra tratarla con alcohol para extraer la esencia.” (RETAMAR, 2008)

➤ **EXTRACCIÓN CON DISOLVENTE EN CONTRACORRIENTE.**

“Este método emplea una batería de extractores en los que se sumergen unas cestas de alambre que contienen las flores. A través de éstas circula éter de petróleo previamente purificado (de peso específico 0,650) en contracorriente, es decir, de modo que el disolvente puro se encuentra con las flores casi agotadas. Cada carga de flores se extrae usualmente tres o más veces, dependiendo de la naturaleza de aquellas. El número correcto de extracciones, así como el número de veces que se puede usar el mismo disolvente, debe quedar establecido por la mejor experiencia. En algunas fábricas, esta clase de extracción se lleva a cabo con disolventes calientes. El disolvente saturado se separa de la esencia por destilación. Por lo general, la mayor parte de disolvente se destila con un gran alambique a la presión atmosférica; cuando la temperatura alcanza valores que pueden ser perjudiciales para la fragancia de la esencia, el disolvente que queda se destila al vacío en un alambique más pequeño.” (RETAMAR, 2008)

2Las últimas trazas de disolvente se quitan pasando pequeñas cantidades de alcohol por la cera fundida, produciéndose así una violenta ebullición. Tales extractores de capullos

de naranja se conocen en el comercio con el nombre de concretos (concretos).” (RETAMAR, 2008)

2.9.9. EXTRACCIÓN POR PRESIÓN Y CENTRIFUGACIÓN DEL JUGO.

“Este método fue diseñado con el fin de reducir el excesivo empleo de mano de obra con el que se trabaja en todos los métodos anteriormente estudiados, pero la única dificultad es de que sólo debe emplearse para extracciones en gran escala, de caso contrario no sería rentable desde ningún punto de vista.” (RETAMAR, 2008)

“Como su nombre lo menciona, el método se basa en obtener, al mismo tiempo, la esencia y el zumo para luego separarlos mediante centrifugación. “La fruta lavada se pasa por un triturador que consta de tres cilindros de fundición recubiertos por la cara y por los lados de una capa de metal de 0,16 cm de grosor. La fruta cae sobre cilindros y pasa entre ellos; la distancia que separa un cilindro de otro es de 1,27 cm. La mercancía se aplasta y una mitad aproximadamente del zumo se expulsa.” (RETAMAR, 2008)

“Después, pasa aquella entre la parte superior del segundo cilindro y fondo del tercero (la separación es aproximadamente de 0,32 cm), siendo exprimido el resto del zumo. Debido al trabajo realizado por el triturador, la mayor parte de la esencia, junto con todos los componentes líquidos de los tejidos, queda expulsada de la corteza al mismo tiempo que se exprime el zumo que la fruta contiene. La mezcla de pulpa, esencia y zumo, se tamiza después; al principio, este tamizado es grosero, realizándose sobre una malla de 0,32 cm de paso, ligeramente inclinado y rotatorio; a continuación, sufre la mezcla un segundo tamizado por mallas muy finas, dispuestas de un modo semejante. Después que la pulpa se ha quitado en su mayor parte, se centrifuga la mezcla de zumo y esencia. En este caso la separación de este último producto no es completa; hay siempre una fase que presenta gran dificultad a la separación. Además, en esta operación, la esencia que sale de las centrífugas no es limpia y debe clarificarse otra vez. Finalmente, los zumos así obtenidos contienen usualmente considerables cantidades de esencia que, con el tiempo, causan alteraciones en el sabor de aquellos.” (RETAMAR, 2008)

2.10. APLICACIONES DEL ACEITE ESENCIAL DE NARANJA.

“Los aceites esenciales extraídos de la piel de los frutos cítricos tienen gran importancia comercial. Dentro de ellos los de algunas especies y variedades (la bergamota del sur de Italia, el limón, la lima sutil o mexicana, la naranja en Argentina y Brasil, entre otros), tienen elevados precios al punto que el valor comercial de algunas de estas frutas ha estado especialmente basado en este producto. En muchas regiones del mundo la industrialización de las frutas cítricas comenzó por la obtención de sus aceites esenciales

y evolucionó luego a sistemas integrales de aprovechamiento de la materia prima disponible.” (RETAMAR, 2008)

“En general, la utilización de estos aceites esenciales de frutas cítricas, está relacionada principalmente con su sabor y aroma, aprovechados en confitería, en la preparación de bebidas gaseosas o naturales, productos de perfumería y en una variedad de especialidades farmacéuticas. Se trata de productos en los que la calificación cualitativa tiene gran importancia en su demanda comercial, por lo que se debe prestar especial importancia al control de la calidad de procesos y del producto.” (RETAMAR, 2008)

“El aceite esencial de naranja puede ser utilizado en lugar del d-limoneno o en combinación con este, debido a que el mayor componente del aceite esencial es este compuesto. El uso de d-Limoneno se ha expandido mucho durante la última década. Una gran parte del producto se usa en la producción de pinturas, también se usa para darle fragancia de naranjas a muchos productos de uso doméstico, y se usa como un fluido refrigerante secundario. Pero la aplicación más grande es en el uso de d-Limoneno en la producción de limpiadores (limpiadores de propósitos generales, limpiadores de superficie, pulimentos de mobiliarios, jabones y champús en general, entre otros).” (PALACIOS, Citrucultura Moderna, 2011)

CAPÍTULO III

3. APLICACIÓN METODOLÓGICA EN LA EMPRESA S.I.M.S.A.

3.1.SISTEMA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA- DEFINICIÓN DE EMPRESA.

Simón Francisco Bedoya a la edad de 15 años, deja Arequipa su ciudad natal y parte rumbo al lago Titicaca en el lado boliviano, con el propósito de trabajar en el puerto Guaqui como ayudante en una agencia despachadora de aduana.

Poco a poco fue conociendo el tipo de mercancías y el volumen que pasaba por el puerto, noto que la variedad era grande, desde casimires ingleses hasta harina de trigo. Fue entonces que decidió ingresar al comercio en forma independiente.

Con la ayuda de un cuaderno, empezó a registrar toda la información, nombres, cantidades y marcas de todos los productos, especialmente de las distintas harinas de trigo.

Ya en la ciudad de La Paz diversifico los rubros, abrió una farmacia, vendió ropa, e ingreso a otras actividades que muy pronto lo convirtieron en un próspero empresario.

Pese a avanzar decididamente en todos sus negocios, Simón Francisco Bedoya nunca pudo dejar su meta de comercializar harina de trigo, es por eso que en 1931 compra en la Argentina un pequeño molino y funda la Sociedad Industrial Molinera S.A.

Posteriormente en 1935 adquiere de la firma alemana Schulz, maquinaria para el montaje de una planta procesadora de avena; así nace la Avena Princesa, con su propia planta que se establece en la zona de Pura Pura, para posteriormente establecerse en la zona de Achachicala, con la planta de extruidos, planta de molino y la planta avena que se unifico en esta zona de Achachicala.

“La empresa pertenece a la clasificación internacional industrial uniforme CIIU 3116, concentrando su actividad en la molienda y comercialización de productos alimenticios industriales y de consumo masivo, bajo la denominación de la marca PRINCESA. (S.I.M.S.A, 2017)

GENERACIÓN TRAS GENERACIÓN

“Desde los años hasta nuestros días, el molino pasó por tres generaciones de la familia Bedoya; actualmente la industria está dirigida desde la presidencia por Ignacio Bedoya, nieto de Simón, quien continúa con la tradición familiar molinera.” (S.I.M.S.A, 2017)

COMPROMISO CON EL PAÍS

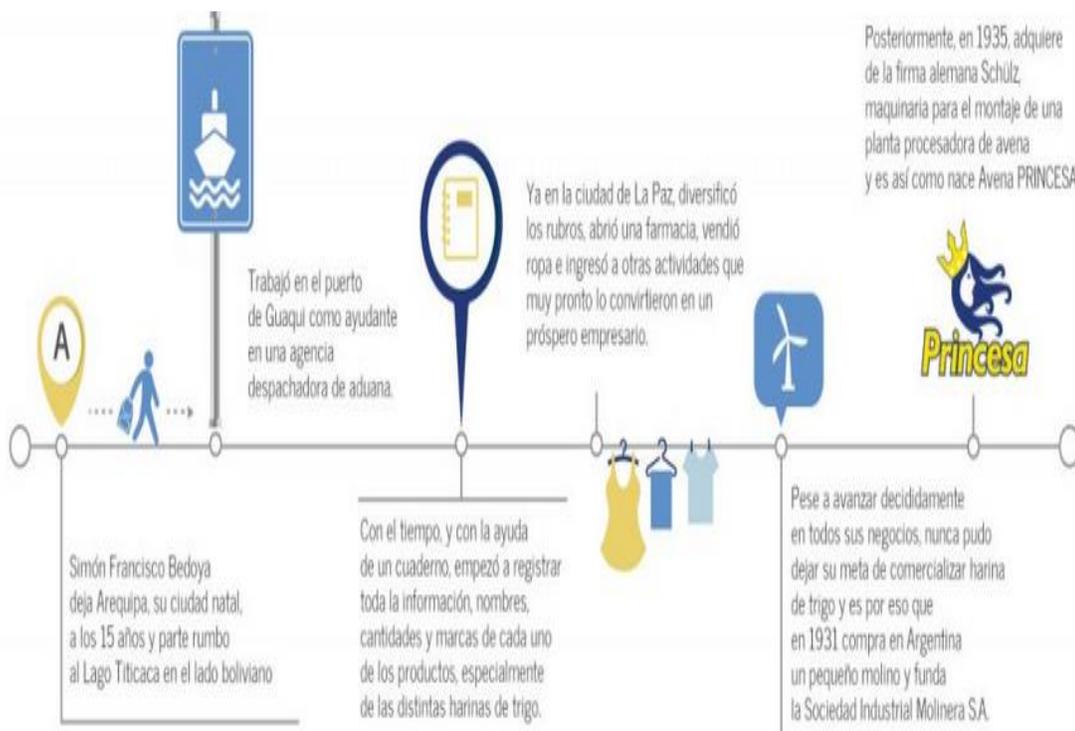
“Durante 80 años esta pujante industria viene contribuyendo al país, con la calidad de sus productos, con el pago de impuestos, y sobre todo siendo una fuente de empleo

estable con una muy baja rotación de personal, lo que le ha permitido formar una verdadera familia.” (S.I.M.S.A, 2017)

“Sin embargo en este transcurrir S.I.M.S.A. ha pasado por épocas buenas y malas. Actualmente tampoco se cuenta con el mejor escenario para seguir con las actividades. La harina subvencionada en el mercado, por ejemplo, pone en riesgo la estabilidad laboral de muchos trabajadores, pero con la visión clara y su compromiso, continuará adelante por el bien del país y de los bolivianos.” (S.I.M.S.A, 2017)

“La Sociedad Industrial Molinera actualmente trabaja en un sistema integrado de Responsabilidad Social Empresarial RSE, basado en el acercamiento con los grupos de interés; la comunidad, los trabajadores, los clientes y los dueños, sobre los cuales SIMSA realiza su planificación estratégica y define sus objetivos. Dentro de la inversión en este programa en la gestión 2010-2011, SIMSA ha destinado el 67% a acciones que benefician a su comunidad particularmente con fines sociales.” (S.I.M.S.A, 2017)

GRÁFICO 6- DIAGRAMA HISTÓRICO DE LA EMPRESA



FUENTE: (S.I.M.S.A, 2017)

3.1.1. MISIÓN DE LA EMPRESA.

“Somos una empresa con tradición de calidad, innovación tecnológica y mejora continua en la elaboración y comercialización de productos alimenticios, que promueve y mantiene relaciones de lealtad y compromiso con los clientes, proveedores, personal y la comunidad a la que nos debemos, en el marco de nuestro sistema de gestión integrado, cimentado en los valores corporativos y acorde con las normas legales aplicables”.

FUENTE: (S.I.M.S.A, 2017).

3.1.2. VISIÓN DE LA EMPRESA

“S.I.M.S.A. Es una empresa consecuente con la comunidad, solvente, reconocida por la calidad de sus productos y servicios, con procesos de alto valor agregado y una cultura de excelencia donde se promueve el aprendizaje, que se traducen en el liderazgo en el ámbito alimenticio en el mercado nacional e internacional”

FUENTE: (S.I.M.S.A, 2017).

3.2.SISTEMA DE PRODUCCIÓN

3.2.1. PRODUCTOS

“La sociedad Industrial Molinera S.A. cuenta con más de 50 productos dentro de sus líneas de productos; harinas, avenas, cereales de desayuno, cereales integrales, muslos, salvados entre otras; todos bajo la marca PRINCESA.” (S.I.M.S.A, 2017)

“Gracias a su elevado nivel de calidad y competitividad en el mercado es líder en todas las líneas. En el mercado de avena la Princesa ha marcado un fuerte liderazgo por contar con varios productos como son la avena laminada, avena saborizada, avena mujer, harina de avena y su producto estrella la chiavena. En el mercado de harina, Princesa sigue siendo pionera en innovaciones por ser la empresa con la mayor diversificación; harina superior, harina especial, harina integral, harina bellafior con leudante y otras.” (S.I.M.S.A, 2017)

“S.I.M.S.A. cuenta con una línea completa de productos de exportación, su mayor logro fue ingresar a mercados con normativa bastante exigente, como son los europeos y americanos. Actualmente está en proceso de franco crecimiento, buscando desarrollar nuevos mercados internacionales que desean productos de elevada calidad.” (S.I.M.S.A, 2017)

Para fines del presente proyecto analizaremos el área de extruidos como también el área de barras que son las áreas de la empresa que se va a utilizar el aceite esencial de naranja, en la línea de los cereales como en los Divertiloops y los productos de la línea BAR, en el gráfico 7 se identifican los productos.

GRÁFICO 7- LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA S.I.M.S.A.



FUENTE: (S.I.M.S.A, 2017).

También cabe resaltar que la empresa fabrica productos para el subsidio y el desayuno escolar.

3.2.2. INSUMOS

La empresa adquiere diversos insumos para la elaboración de sus productos, los cuales se puede observar en el gráfico 8 y en la tabla 11 se detalla cada insumo que adquiere la empresa, uno de los cuales es la esencia natural de naranja.

GRÁFICO 8- INSUMOS DE LA EMPRESA S.I.M.S.A.



FUENTE: (S.I.M.S.A, 2017)

TABLA 11-“SIMSA” INSUMOS REQUERIDOS-PLANTA DE EXTRUIDOS.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN ITEM	UNIDAD
0-30101	Harina de Maíz	KG
0-30102	Harina de Avena	KG
0-30103	Azúcar para Alim.Exp.	KG
0-30104	Harina de Trigo	KG

0-30105	Harina de Arroz	KG
0-30106	Extracto de Malta kg	KG
0-30107	Bicarbonato de sodio kg	KG
0-30108	Sal kg	KG
0-30109	Aceite de Girasol 200 l	KG
0-30110	Lecitina de Soya kg	LTR
0-30111	Leche en Polvo kg	KG
0-30112	Cacao en Polvo kg	KG
0-30113	Manteca de Cacao kg	KG
0-30114	Miel de Abeja kg	KG
0-30115	Glucosa de maíz kg Jarabe	KG
0-30116	Granovit Extrusión kg	KG
0-30117	Granovit Cobertura kg	KG
0-30118	Acido Cítrico kg	KG
0-30119	Colorante Caramelo kg	KG
0-30120	Colorante Amarillo 5	KG
0-30121	Colorante Amarillo 6	KG
0-30122	Colorante Azul 1	KG
0-30123	Colorante Rojo 40	KG
0-30124	Colorante Verde	KG
0-30125	Saborizantes Plátano LQ185	KG
0-30127	Saborizantes chocolate LQ91973	KG
0-30128	Saborizantes frutilla LQ91966	KG
0-30129	Saborizantes mora LQ9-458	KG
0-30130	Saborizantes limón LQ9-1965	KG
0-30131	Saborizantes Miel LQ-1970	KG
0-30132	Saborizantes Naranja LQ-1961	KG
0-30133	Saborizantes Piña LQ-1962	KG
0-30135	Colorante Chocolate Oscuro	KG
0-30136	Saborizante vainilla 6197	KG
0-30137	Saborizante Frambuesa	KG
0-30141	Estevia	KG
0-30143	Concentrado de Soya	KG
0-30144	Hna. Integral de Trigo	KG
0-30147	Aceite esencial naranja	LT
0-30148	Colorante Morado	KG
0-30149	Fosfato Tricalcico	KG
0-30150	Saborizante Leche Condensada	KG
0-30151	Aromcolor Chocolate ML-188	KG
0-30152	Aromcolor Frutilla ML-191	KG
0-30153	Aromcolor Vainilla ML-192	KG
0-30154	Colorante Selva Negra	KG

0-30603	Hna. Especial SCS	SCS
0-30605	Materia Prima Sémola	SCS
0-30801	Avena Pelada 50 kg	SCS
0-30803	Saborizantes Tiramisu	KG
0-30804	Saborizante Banana	KG
0-30805	Saborizante Chirimoya	KG
0-30806	Saborizante Frutilla	KG
0-30807	Saborizante Frutitas	KG
0-30808	Saborizante Dulce de Leche	KG
0-30809	Saborizante Mango	KG
0-30810	Saborizante Manzana Canela	KG
0-30905	Pasas	KLS
0-30906	CornFlakes	KG
0-30907	Azúcar (Musli)	KG
0-30908	Quinoa Insuflada	KLS
0-30910	Piña	KG
0-31001	Hilo Crudo	KG
0-31002	Vitamina C	KG
0-31003	Tarjetas Control Calidad	PZA
0-31006	Fortif.Hna. (Vitamix)	KG
0-31009	Granovit Avena Mujer	Kg
0-31013	Levamix 2P (Granovix 2P)	KG
0-31014	Leblang	KG
0-31016	Franjas de Seguridad	KG
0-31017	Enzimix	KG
0-31019	Granoenzyme PX	KG

FUENTE: (S.I.M.S.A, 2017).

3.2.3. PROCESO DE TRANSFORMACIÓN.

El proceso de elaboración del área de barras y extruidos de los diferentes productos varía en función a la familia de productos, como ser cereales y barras orgánicas todas siguen un proceso base con alguna variación en el gráfico 10.1 se observa el proceso, la empresa utiliza la esencia de naranja de la empresa FLORAMATIC S.A. la cual provee vía importación desde Chile, las características que se verán en los productos de las dos líneas son información confidencial de S.I.M.S.A. el cual se las detalla solo con fines de estudio para el proyecto.

En el proceso debemos identificar el proceso de mezclado es allí donde se dosifica el aceite esencial de naranja.

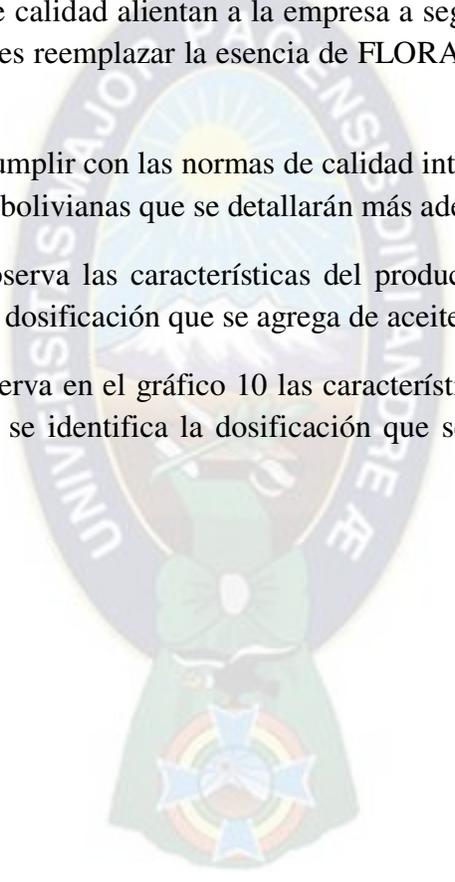
En el proceso de mezclado debemos tomar en cuenta que hay un personal de control de calidad que es responsable de evaluar las características de los aditivos utilizados entre los cuales está el aceite esencial el cual se lo evalúa sensorialmente, como también supervisar la dosificación del mismo.

Lo cual demuestra que la empresa cumple con la normas de BPM'S (Buenas prácticas de manufactura), la cual señala la correcta utilización de insumos químicos como naturales, solo con personal calificado para el proceso, la certificación de los diferentes sistemas de gestión de calidad alientan a la empresa a seguir mejorando continuamente, con el cual el desafío es reemplazar la esencia de FLORAMATIC con la esencia natural hecha por la empresa.

La misma tiene que cumplir con las normas de calidad internacionales como es la IRAM y las distintas normas bolivianas que se detallarán más adelante.

En el gráfico 9 se observa las características del producto de la línea de barras en el mismo se identifica la dosificación que se agrega de aceite esencial de naranja.

Como también se observa en el gráfico 10 las características del producto Divertiloops, en el mismo también se identifica la dosificación que se agrega de aceite esencial de naranja.



**GRÁFICO 9- PRODUCTOS DE S.I.M.S.A. QUE CONTIENEN ACEITES
ESENCIALES**

	<p>Producto: QUINUA BAR Descripción: BARRAS ENERGÉTICAS DE QUINUA Dosificación: 1% por cada 50 gramos Características: Barras energéticas, producto natural con valiosos nutrientes y fibras naturales, las cuales brindan energía y mantienen activos todo el día al que la consume. Componente Principal: Quinoa y Chía Presentación: Envolturas de plástico polipropileno Conservación: Conservar en lugar fresco y seco (20° y 60% HR)</p>																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">VALOR NUTRICIONAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Calorias</td> <td>77,89</td> <td>kcal</td> </tr> <tr> <td>Proteínas</td> <td>1,67</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Grasas</td> <td>0,73</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Carbohidratos</td> <td>16,24</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Fibra</td> <td>0,62</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Calcio</td> <td>15,20</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Fosforo</td> <td>53,48</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Hierro</td> <td>0,84</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Zinc</td> <td>0,09</td> <td>mg</td> </tr> </tbody> </table>	VALOR NUTRICIONAL			Calorias	77,89	kcal	Proteínas	1,67	g	Grasas	0,73	g	Carbohidratos	16,24	g	Fibra	0,62	g	Calcio	15,20	mg	Fosforo	53,48	mg	Hierro	0,84	mg	Zinc	0,09	mg	<table border="1"> <thead> <tr> <th>INGREDIENTES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Quinoa, maíz, granos de chía, jarabe de glucosa, azúcar</td> </tr> </tbody> </table>	INGREDIENTES	Quinoa, maíz, granos de chía, jarabe de glucosa, azúcar
VALOR NUTRICIONAL																																	
Calorias	77,89	kcal																															
Proteínas	1,67	g																															
Grasas	0,73	g																															
Carbohidratos	16,24	g																															
Fibra	0,62	g																															
Calcio	15,20	mg																															
Fosforo	53,48	mg																															
Hierro	0,84	mg																															
Zinc	0,09	mg																															
INGREDIENTES																																	
Quinoa, maíz, granos de chía, jarabe de glucosa, azúcar																																	

FUENTE: (S.I.M.S.A, 2017).

GRÁFICO 10- PRODUCTO DE S.I.M.S.A. QUE CONTIENE ACEITE ESENCIAL.



Producto: DIVERTILOOPS 800 g.

Descripción: cereal en base a cereales sabor a frutas.

Marca: Princesa

Características: Cereales con sabor a frutas, producto natural con valiosos nutrientes y fibras naturales, las cuales brindan energía y mantienen activos todo el día al que la consume.

Componente Principal: AVENA ARROZ Y MAIZ,

Presentación: Envolturas de plástico polipropileno

Conservación: Conservar en lugar fresco y seco (20° y 60% HR)

Producto que contiene esencias de naranja al 0.1 % por 3.2 g

FUENTE: (S.I.M.S.A, 2017).

GRÁFICO 10.1-PROCESO DE PRODUCCIÓN DE EXTRUIDOS Y BARRAS.



FUENTE: (S.I.M.S.A, 2017).

3.3.MARCO METODOLÓGICO APLICADO EN S.I.M.S.A.

La metodología a emplear en el presente proyecto, como ya se mencionó con anterioridad, consiste en un estudio experimental, de las condiciones más favorables para la extracción del aceite esencial de naranja por el método prensado frío, maquinaria que cuenta la empresa en la ex fábrica planta avena ubicada en la zona de Pura Pura. Dicha metodología fue adecuada a las condiciones de laboratorio existentes y a la disponibilidad de equipos.

En los próximos puntos serán descritas todas las operaciones utilizadas en el proceso de extracción de aceite esencial durante el desarrollo del presente proyecto.

3.4.ESTUDIOS PRELIMINARES.

Los estudios preliminares tuvieron como objetivo principal el determinar factores específicos que intervienen en el proceso, mismos que pueden afectar en el desarrollo del método experimental así como en los resultados. Estos estudios se los realizaron experimentalmente y los factores preliminares determinados fueron:

- Cantidad de naranja y de cáscara a emplear: La cantidad de naranja a utilizar es de 50 unidades (de forma y peso homogéneo) por experimento, de las que se pueden obtener entre 1200 a 1300 g. de cáscara. Este tamaño de muestra fue determinado basándose en la cantidad de aceite esencial que se deseaba obtener en función a los datos teóricos estudiados en el acápite anterior (1.5 g de esencia por Kg de cáscara), de tal manera que la cantidad a obtener sea lo suficientemente significativa para el correspondiente estudio en este proyecto. Otros factores que también se tomaron en cuenta para la determinación del tamaño de la muestra fueron la cantidad y volumen de cáscara que se puede obtener de la misma, y el factor económico que representa la compra de varios lotes de naranja.
- Variaciones del proceso: En el método de extracción teórico no se incluye el proceso de trituración de la cáscara, mismo que en el diseño del proceso experimental se hace indispensable para facilitar la extracción del aceite. Las pérdidas de aceite en este proceso son prácticamente insignificantes.
- Numero de extracciones a realizar: El numero de extracciones a realizar no tuvo mayor relevancia y se determinó tomar como factor relevante el tiempo de prensado. Con tal objetivo se determinó tomar para los experimentos un tiempo mínimo y uno máximo de estudio de 15 a 75 minutos respectivamente.

- Cantidad y forma de aplicación de hielo en el proceso: La cantidad de hielo picado que se adicionó fue variado y se necesitó varios experimentos para determinar la cantidad suficiente de hielo para llegar a obtener tres parámetros de temperatura, uno bajo entre 7°C y 10°C, uno intermedio entre 12 °C y 15° C, y uno elevado entre 17 °C y 20 °C.

TABLA 12-CANTIDAD DE HIELO (g).

TIEMPO (MIN)	TEMPERATURA (°C)		
	7°-10°	12°-15°	17°-20°
15	100	40	0
45	200	80	0
75	270	120	70

FUENTE: Elaboración propia.

- Equipos y materiales adecuados: El proceso de extracción del aceite de naranja hasta el momento fue estudiado de forma teórica y para fines del presente estudio fueron adaptados algunos equipos como ser una prensa que se utiliza para el prensado de quesos, misma que se empleo para el prensado de serrín y otro tipo de adaptaciones en el proceso teórico que se describen más adelante.
- Se pudo obtener algunos rendimientos aproximados mismos que no tienen mayor relevancia pero si presentan un parámetro muy importante para el diseño experimental.

TABLA 13- RENDIMIENTOS APROXIMADOS (g).

Número de experimentos	Rendimiento de cáscara	Rendimiento de aceite esencial
9	13.73%	0.05%

FUENTE: Elaboración propia.

Una vez analizados estos factores específicos, se procedió al diseño específico del proceso a ser utilizado en el experimento.

3.5.CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA.

La materia prima utilizada en el proceso de extracción es la cáscara de naranja de la variedad criolla.

El presente proyecto plantea la utilización de la cáscara que se desecha en las plantas industrializadoras de esta fruta y la que se podría aprovechar de una gran cantidad existente de los vendedores ambulantes de jugo de naranja en la ciudad de La Paz. La materia prima como tal es un desecho y no es utilizada en ninguno de los dos casos anteriores por lo que la obtención de la misma no reviste mayor problema.

En cuanto se refiere a la fruta utilizada en las plantas industrializadoras:

- Casi la totalidad de la variedad de fruta utilizada corresponde a la *variedad criolla*.
- Existe el proceso de lavado, y hasta de un prelavado, por lo que su cáscara se encuentra limpia y exenta de suciedades como ser tierra.
- La cáscara obtenida de estas plantas de industrialización, es la más óptima para el proceso de extracción del aceite ya que no se necesita ningún tratamiento previo.

En cuanto se refiere a la obtención de la cáscara de vendedores ambulantes de jugo de naranja:

- La fruta utilizada por este sector no sufre ningún tipo de tratamiento previo más que un prelavado muy superficial, por lo que la cáscara obtenida del pelado todavía contiene restos de impurezas como tierra.
- La cáscara obtenida de este sector debe ser sometida necesariamente a un lavado muy cuidadoso ya que al encontrarse cortada en tiras, se dificulta su lavado.

En cuanto a la cáscara a ser utilizada para fines del presente proyecto:

- La naranja que se utilizará para la obtención de la materia prima (cáscara) será de *variedad criolla*.
- La fruta será adquirida de centros de abastecimiento populares ya que en estos mercados el precio es considerablemente bajo.
- La fruta como tal, seguirá los primeros pasos de la industrialización (recepción, selección, pesado, lavado, escurrido, pesado y pelado) de frutos cítricos hasta el proceso de pelado. Posterior a este proceso comienza el de extracción de aceite esencial de la cáscara de naranja.

3.6.ETAPAS DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE NARANJA.

3.6.1. SELECCIÓN.

Para la selección de la materia prima se tomaron en cuenta dos aspectos importantes:

- Selección del lugar donde se realizará la compra de la fruta.

La primera fase consistió en la ubicación de lugares de expendio de naranja al por mayor, con el objetivo de encontrar mejores precios y que la selección de la fruta sea permitida. Para esta selección se tomaron en cuenta exclusivamente mercados locales, ya que la cantidad requerida es mínima y nivel experimental (50 naranjas por experimento); y la investigación de mercados externos, como el de la región yungueña o de la ciudad de Cochabamba, se hace innecesaria para el presente proyecto.

- Selección de la fruta.

La segunda fase, consistió en la selección de la fruta como tal. Esta etapa tuvo como objeto primordial, el escoger la fruta de tal manera de contar con una cantidad homogénea; en cuanto se refiere a la forma, tamaño y peso de la misma.

Ambas etapas tienen un objetivo en común, el de facilitar la obtención de resultados o rendimientos, ya sea en cantidad de cáscara presente en la naranja o al aceite esencial obtenido de la misma.

3.6.2. LAVADO.

El proceso de lavado se lo realizó en una tina de inmersión con agua potable y una escobilla de cerdas suaves. Tuvo como objeto el de eliminar todas las impurezas adheridas a la cáscara del fruto ya que las mismas afectan de manera directa en la calidad del aceite obtenido.

3.6.3. ESCURRIDO.

Este proceso fue realizado con el propósito de eliminar el excedente de agua de la superficie y de esta manera no aumentar la humedad de la materia prima.

3.6.4. PESADO.

El pesaje de la fruta, realizado en una balanza electrónica, tuvo el fin de cuantificar la cantidad de naranja empleada, para posteriormente realizar una comparación tanto con la cantidad de la cáscara obtenida como con la cantidad de aceite extraído de esta.

3.6.5. PELADO.

Este proceso fue realizado en un torno, similar al de una carpintería pero mucho más pequeño, de funcionamiento manual accionado por una manivela. Este torno además consta de un pequeño estilete fijo en forma de triedro afilado, encargado de rasgar y separar la cáscara de la fruta.

La naranja es colocada entre los dos puntos del pequeño torno manual, posteriormente se introduce o hiere la superficie de la cáscara con el estilete, luego se hace girar la fruta rasgando la cáscara y obteniendo largas y delgadas fibras, aproximadamente de 0.5 cm a 1 cm de grosor.

En este proceso existe una pérdida de aceite esencial, debido a que en el momento de rasgar la fruta los glóbulos contenedores de aceite, mismo que es expulsado por la fuerza centrífuga generada al rotar la naranja en el torno.

Esta pérdida puede ser controlada y no representa mayor problema en la determinación de rendimientos, este control se lo realiza simplemente regulando el grosor del estilete; mientras más gruesas sean las fibras de cáscara obtenidas, menor será el número de glóbulos dañados y por tanto disminuye la cantidad de aceite perdido.

Posterior a este proceso la fruta sigue el proceso de industrialización para la obtención de jugos cítricos, mientras que la cáscara obtenida se transforma en la materia prima para la obtención del aceite esencial.

3.6.6. PESADO.

Una vez realizada la separación de la cáscara, se realizó un segundo pesaje con el objeto de cuantificar la cantidad de cáscara obtenida y de esta manera realizar la comparación con el peso de fruta utilizada.

3.6.7. TRITURADO DE LA CÁSCARA.

El triturado de la cáscara de naranja tuvo como objetivo el fracturar o romper los glóbulos contenedores del aceite esencial, mismo que es reabsorbido por el serrín y posteriormente liberado por la acción del prensado.

Este triturado se lo realiza en una máquina manual que generalmente se la utiliza para el molido o triturado de semillas. Esta máquina consta de un embudo en el que se deposita la cáscara que es arrastrada por un tornillo sin fin conectado a la manivela manual, por un extremo, y a una especie de tapa estriada por el otro. Estos tres últimos componentes giran al mismo tiempo siendo el último el encargado de triturar o lacerar la cáscara.

Una vez realizado el triturado, el aceite se encuentra libre y adsorbido por la masa de serrín que se genera.

3.6.8. ADICIÓN DE HIELO.

La adición de hielo tuvo como objetivo principal el reducir la temperatura del serrín, ya que al efectuar el prensado esta se eleva y contribuye de una emulsión entre el aceite y el contenido de agua de la cáscara, formándose también una especie de burbujas de la materia serosa dentro del volumen de aceite. Estos dos factores son molestos y difíciles de separar con un enfriado posterior.

El hielo es introducido a la masa de serrín en forma de escarcha, de tal manera que se reparta lo más homogéneamente posible, y la proporción de hielo que se empleó se detalla en la tabla 12.

3.6.9. PRENSADO

Posterior a la adición de hielo se procedió al prensado, proceso con el que exprimíó el aceite esencial de naranja absorbido por la masa de serrín formado luego de la trituración de la cáscara.

Este prensado o exprimido se lo realizó con una pequeña prensa tornillo accionado de forma manual, y empleada generalmente para el prensado de quesos. Esta prensa consta de una lámina cilíndrica agujereada a su alrededor, en la cual es depositado el serrín , y de dos platos, uno superior móvil que viene sujeto al tornillo, y otro plato inferior fijo con bordes superiores en forma de bandeja de agujereada en un solo sector de manera que no permitan que el líquido obtenido se pierda por rebalse.

La presión ejercida por esta prensa alcanza los 100 Kg/cm², y como resultado final de este proceso queda una torta prensada de cáscara de naranja. Luego de un determinado tiempo de prensado, esta torta contiene aún aceite, razón por la que el tiempo de prensado se convierte en una variable importante en la determinación de los parámetros óptimos para la extracción del aceite.

3.6.10. DECANTADO.

Como se indica en el anterior acápite, el aceite de naranja no se encuentra puro, si no que con él se encuentra mezclado de jugo celular, restos de células secretoras, partículas sólidas, formando una especie de emulsión.

Todos los procedimientos industriales de extracción, producen una esencia que presenta los inconvenientes ya descritos. Se necesita entonces separar de ella las partículas coloidales que en forma semi pastosa y rica en esencia están emulsionadas con ella. Para tal efecto se emplean los procedimientos de coagulación, destilación a presión reducida, por centrifugación o por acción de esponjas o tejidos especiales que retengan las partículas coloidales y dejen en libertad (bajo posterior presión) a la esencia y al agua que la acompaña.

El proceso de decantación consistió en dejar en reposo la emulsión durante cinco horas, para que sus componentes comiencen a separarse por la diferencia de densidades existentes entre cada uno de estos.

Al nivel de laboratorio, el decantado se realizó en embudos de separación o decantación. La emulsión extraída del prensado fué depositado en los embudos, dejándola reposar hasta que por diferencia de densidades los componentes de esta emulsión se separen obteniendo tres fases:

- En la parte inferior del embudo se obtiene un líquido de color verdusco conformado por el agua proveniente de hielo y la propia humedad de la cáscara, y por algunas partículas de color verde que imparten el color al líquido general.
- En la parte media se obtiene un líquido viscoso y de menor densidad, conformado en su mayoría por partículas de pectina y material ceroso propios de la cáscara.
- En la parte superior se encuentra el aceite esencial de naranja de color anaranjado-verduzco y translúcido.

3.6.11. SEPARACIÓN DEL ACEITE.

Una vez que las diferentes fases se encuentran separadas por completo se procede a la extracción del aceite ubicado en la parte superior de las tres fases.

Al empezar al vaciado del embudo de decantación, se obtiene en primer lugar el líquido verduzco, ubicado en la parte inferior, luego el material ceroso deja restos en las paredes del embudo que se mezcla nuevamente con el aceite, que se encuentra descendiendo, formando una nueva emulsión muy difícil de romperla.

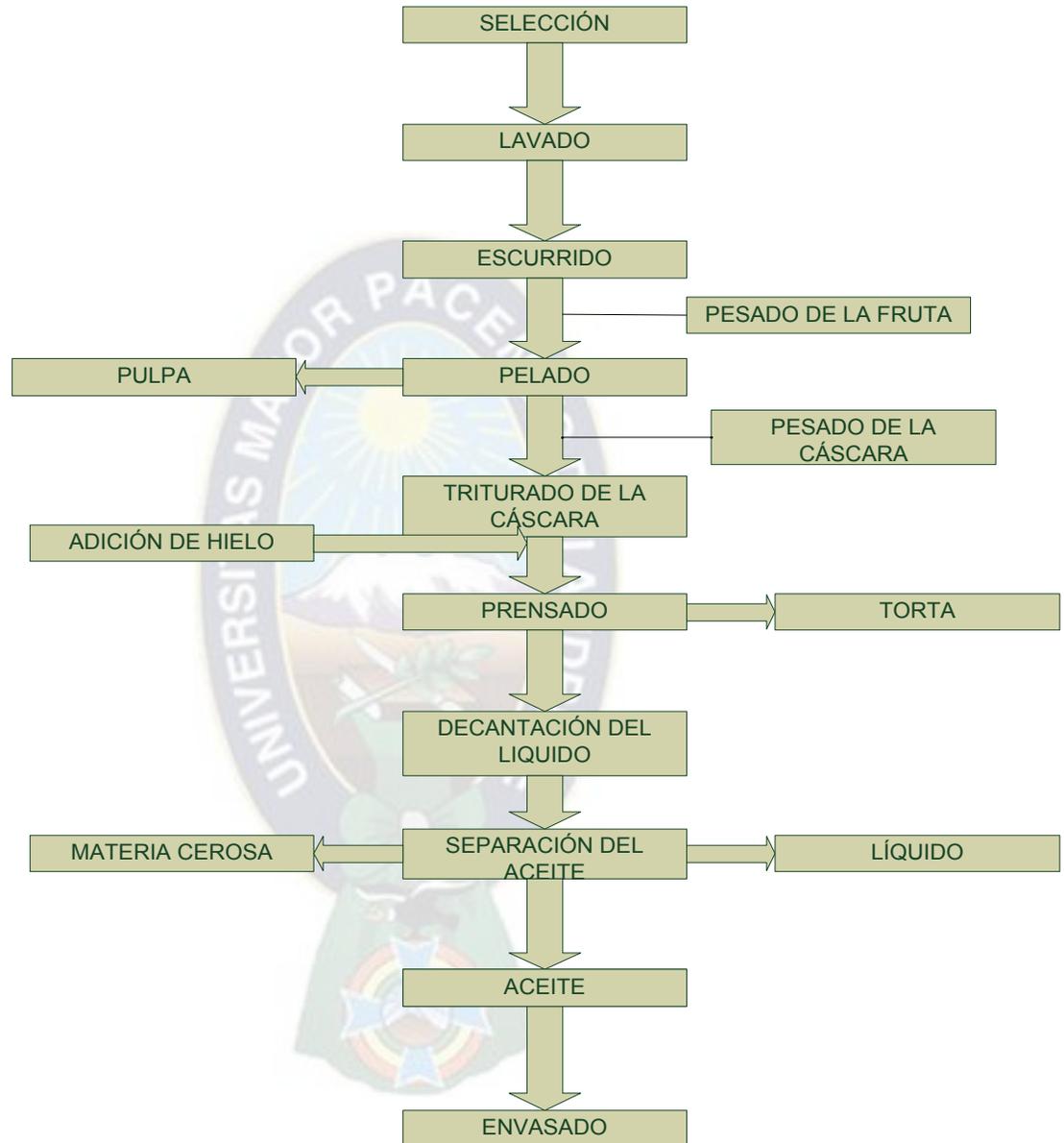
Es por esta razón que el proceso de separación en el presente estudio, se lo realizó de forma inversa. En primer lugar se recuperó el aceite mediante la succión con una pipeta graduada que al mismo tiempo se utilizó para medir la cantidad de aceite obtenido. Con respecto al resto de las fases, estas no revisten mayor importancia para efectos de estudio, la separación se la realiza normalmente y con las mediciones correspondientes.

3.6.12. ENVASADO.

El envasado se lo realizó en envases de plásticos el cual se lo cambio a frasco de vidrio color ámbar lo mas herméticamente cerrado posible, con el objeto de evitar degradaciones por causas de la luz y pérdidas de aroma por evaporación de los componentes volátiles.



GRÁFICO 11- FLUJO DEL PROCESO.



FUENTE: Elaboración propia.

3.7.DETERMINACIÓN DE LAS ETAPAS DE ESTUDIO.

3.7.1. DISEÑO EXPERIMENTAL.

El modelo seleccionado para el tratamiento del experimento es el diseño factorial, mismo que es empleado para estudiar las posibles combinaciones de los niveles de los factores en cada ensayo completo. La información que ofrece este diseño es más amplia debido a que es obtenida de la respuesta al efecto de los factores en estudio, del cambio de nivel de estos y de la respuesta a la interacción de los mismos. (MEZA, 2010)

TABLA 14-VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL DISEÑO FACTORIAL.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none">➤ Permite el estudio de efectos principales.➤ Permite el estudio de efectos de interacción y efectos simples entre variables.➤ No existe pérdida de información➤ Cuando todos los factores son independientes en sus efectos, el experimento significa ahorro de tiempo y material.➤ Cada efecto principal se estima con la misma precisión que si todo el experimento se hubiera dedicado a ese factor.	<ul style="list-style-type: none">➤ Con un gran número de condiciones de tratamientos, la selección de unidades homogéneas es más difícil.➤ Conforme aumenta el número de combinaciones de tratamientos, el error experimental aumenta.

FUENTE: (MEZA, 2010).

3.7.1.1. DETERMINACIÓN DEL OBJETIVO E HIPÓTESIS DE ESTUDIO.

El objetivo principal de este diseño factorial fue el de estudiar los efectos de la temperatura y el tiempo de prensado sobre el rendimiento final de extracción de aceite esencial de naranja obtenido por el método de prensado frío.

En este sentido, el planteamiento de la hipótesis que el presente diseño factorial pretende refutar o aceptar es el siguiente:

“El rendimiento final de aceite esencial de naranja, obtenido por el método de prensado frío, se ve afectado por el tiempo de prensado y la temperatura”.

Esta hipótesis será aceptada siempre y cuando se cumpla el siguiente parámetro:

Aceptar H_0 si $F_c \geq F_t$

H_0 = Hipótesis planteada para el diseño factorial.

F_c = F calculado en el análisis de varianza.

F_t = F calculado de tablas.

Todos los experimentos realizados a nivel laboratorio son realizados a un nivel de significancia o nivel de error de 0.005 mismo que deja un margen de error de 5% para las pruebas realizadas a este nivel. Es por esta razón que la variabilidad del material experimental fue reducida mediante parámetros de aceptación para las frutas, ya que esta diferencia constituye la fuente de error más común en este tipo de investigaciones.

3.7.1.2. DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES.

La determinación de las variables de estudio estuvo completamente relacionada con la cantidad de aceite esencial extraído ya que el objetivo del presente estudio es el de determinar las mejores condiciones de extracción para obtener un mayor rendimiento en cuanto a la cantidad de aceite esencial. Es por esta razón que se eligieron como variables de estudio las siguientes:

TABLA 15- VARIABLES DE ESTUDIO.

Variable dependiente	Cantidad de aceite extraído
Variables independientes	Temperatura y tiempo de prensado

FUENTE: (S.I.M.S.A, 2017).

3.7.1.3.DETERMINACIÓN DE NIVELES

En la tabla 16 puede apreciarse los niveles fijados para las diferentes variables seleccionadas en el anterior punto:

TABLA 16- NIVELES PARA LAS VARIABLES DE ESTUDIO.

Símbolo	Factor	Niveles			Unidades
		Bajo	Medio	Alto	
A	Temperatura	7-10	12-15	17-20	°C
B	Tiempo	15	45	75	Minutos

FUENTE: Elaboración propia.

Estos niveles fueron determinados según los estudios preliminares descritos en el anterior acápite.

- La temperatura de prensado es una variable que influye directamente en la cantidad de aceite extraído, ya que debido a temperaturas elevadas se forma una emulsión factor que disminuye el rendimiento del mismo.
- El tiempo de prensado también se convierte en factor determinante en el rendimiento debido a que el mismo influye en el incremento de la temperatura.

3.7.1.4. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE EXPERIMENTOS.

El número de experimentos establecidos para el presente proyecto, de acuerdo con el diseño factorial y en función de los niveles determinados para cada variable de estudio, se lo determinó considerando dos factores (temperatura y tiempo de prensado) cada uno de ellos con tres niveles de estudio (bajo, medio y alto), por lo tanto se trata de un diseño factorial 3^2 , obteniendo un total de 9 experimentos.

Con la finalidad de evitar cualquier falsa estimación del error experimental se realizaron un total de tres repeticiones para cada una de las condiciones experimentales, por lo que el número total de experimentos realizados fue de 27.

TABLA 17- COMBINACIONES DE FACTORES Y NIVELES DE EXPERIMENTOS.

B	A1			A2			A3		
	a_1	a_2	a_3	a_1	a_2	a_3	a_1	a_2	a_3
B1	a_1b_1	a_2b_1	a_3b_1	a_1b_1	a_2b_1	a_3b_1	a_1b_1	a_2b_1	a_3b_1
B2	a_1b_2	a_2b_2	a_3b_2	a_1b_2	a_2b_2	a_3b_2	a_1b_2	a_2b_2	a_3b_2
B3	a_1b_3	a_2b_3	a_3b_3	a_1b_3	a_2b_3	a_3b_3	a_1b_3	a_2b_3	a_3b_3

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA 18- COMBINACIONES DE FACTORES Y NIVELES DE EXPERIMENTOS.

B	A1			A2			A3		
	a_1	a_2	a_3	a_1	a_2	a_3	a_1	a_2	a_3
B1	-1 -1	-1 0	-1 1	-1 -1	-1 0	-1 1	-1 -1	-1 0	-1 1
B2	0 -1	0 0	0 1	0 -1	0 0	0 1	0 -1	0 0	0 1
B3	1 -1	1 0	1 1	1 -1	1 0	1 1	1 -1	1 0	1 1

FUENTE: Elaboración propia.

3.7.1.5. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE VARIABLES.

La evaluación de los resultados obtenidos fue realizada mediante el modelo de análisis de la varianza el cual se llevo a cabo de acuerdo al modelo aditivo lineal que se describe a continuación:

$$Y_{ABr} = \mu + \alpha_A + \beta_\mu + (\alpha\beta)_{AB} + \varepsilon_{r(AB)}$$

Donde:

A= 3 niveles de temperatura

B= 3 niveles de tiempo

r= 3 repeticiones

Y_{ABr} = Unidad experimental que recibe la A -ésima temperatura y el B -ésimo tiempo.

μ = Media general del experimento.

α_A = Efecto de la A -ésima temperatura

β_B = Efecto del B -ésimo tiempo

$(\alpha\beta)_{AB}$ = Interacción de la A -ésima temperatura y el B -ésimo tiempo.

$\varepsilon_{r(AB)}$ = Error experimental.

El análisis de la varianza se lo realizó de la siguiente manera.:

Nomenclatura:

FC= Factor de corrección.

SCT= Suma de cuadrados total.

SC_A = Suma de cuadrados de temperatura.

SC_B = Suma de cuadrados de tiempo.

SC_{A*B} = Suma de cuadrados de temperatura por tiempo.

SCE= Suma de cuadrados del error.

CM_A = Cuadrado medio de temperatura

CM_B = Cuadrado medio de tiempo.

CM_{A*B} = Cuadrado medio de temperatura por tiempo.

GL_A = Grados de libertad de temperatura.

GL_B = Grados de libertad de tiempo.

GLE= Grados de libertad de error.

Fc_A = Factor de corrección de temperatura.

Fc_B = Factor de corrección de tiempo.

$F_{C_{A*B}}$ = Factor de corrección de temperatura por tiempo.

F_{t_A} = Factor de tabulación de temperatura

F_{t_B} = Factor de tabulación de tiempo.

$F_{t_{A*B}}$ = Factor de tabulación temperatura por tiempo.

Fórmulas:

$$FC = \frac{Y^2}{A*B*r}$$

$$SCT = \sum \sum Y_{AB}^2 - FC$$

$$SC_A = \frac{\sum Y_A^2}{A * r} - FC$$

$$SC_B = \frac{\sum Y_B^2}{B * r} - FC$$

$$SC_{A*B} = \frac{\sum Y_{AB}^2}{r} - SC_A - SC_B - FC$$

$$SCE = SCT - SC_A - SC_B - SC_{AB}$$

$$CM_A = \frac{SC_A}{GL_A}$$

$$CM_B = \frac{SC_B}{GL_B}$$

$$CM_{A*B} = \frac{SC_{A*B}}{GL_{A*B}}$$

$$CME = \frac{SCE}{GLE}$$

$$FC_A = \frac{CM_A}{CME}$$

$$FC_B = \frac{CM_B}{CME}$$



$$F_{c_{A*B}} = \frac{CM_{A*B}}{CME}$$

Para determinar si las variables son o no significativas o importantes para el estudio, se comparó el F calculado con el F de tablas o factor de tabulación. Este factor de tabulación se lo determina tomando en cuenta los grados de libertad de las variables y del error, así como el nivel de significancia asignado para el estudio que es 0,05 correspondiente al utilizado a nivel laboratorio.

3.7.1.6.DISTRIBUCIÓN DE LOS GRADOS DE LIBERTAD.

Dentro de una serie de datos experimentales puede establecerse un número definido de diferencias independientes igual al número de datos menos uno. Para efectos del presente proyecto de grado se determinó la realización de un total de 9 experimentos con tres repeticiones llegando a un total de 27 experimentos (diseño factorial de 3² por 3, entre las cuales puede establecerse 26 diferencias independientes que se distribuyen entre los niveles de los factores considerados y sus interacciones.

TABLA 19- DISTRIBUCIÓN DE LOS GRADOS DE LIBERTAD.

Fuente de variación	Grados de libertad
Tres temperaturas	2
Tres tiempos	2
Interacción del tiempo	4
Error	18
Total	26

FUENTE: Elaboración propia.

3.7.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.

Luego de haber obtenido todos los resultados de los experimentos realizados en el laboratorio, se realizó un análisis estadístico de los resultados obtenidos en cada una de las combinaciones con la ayuda del paquete Minitab V17. Este paquete tiene como objetivo el determinar un modelo polinomial para el análisis de varianza o ANOVA, empleando superficies de respuesta en el caso del presente estudio.

Para este efecto tan solo fue necesario introducir todos los datos de las variables y las respuestas con las unidades que las caracterizan y proceder a la evaluación correspondiente.

3.7.3. ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS.

En la actualidad nuestro país no cuenta con normas que establezcan las características del aceite esencial de naranja, por lo que se tuvo que recurrir otras normas. Estas normas establecen los requisitos fisicoquímicos que debe cumplir el mencionado aceite a través del análisis y parámetros de densidad relativa, índice de refracción, poder rotatorio, peróxidos orgánicos, solubilidad en alcohol etílico, grupos carbonilos, valoración olfatoria y residuos por evaporación.

Las técnicas con las que se efectuaron las distintas determinaciones se establecen en las siguientes normas:

TABLA 20- NORMAS PARA ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS.

Análisis	Norma
Densidad relativa	IRAM 18 504
Índice de refracción	IRAM 18 505
Peróxidos orgánicos	IRAM 18 506
Poder rotatorio	IRAM 18 507
Solubilidad en alcohol etílico	IRAM 18 510
Grupos carbonilos	IRAM 18 515
Valoración olfatoria	IRAM- SAIPA N 186-01
Residuo por evaporación	IRAM- SAIPA N 187-12

FUENTE: (IBNORCA, 2017).

3.7.4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.

Con respecto a las características microbiológicas requeridas para el aceite esencial de naranja extraído del epicarpio fresco del Citrus Simensis, en ninguna de las normas investigadas se establece los requisitos o los parámetros que el mismo debe cumplir,

pero para efectos del presente estudio se realizaron análisis microbiológicos sobre recuento total de bacterias aerobias, coliformes, levaduras y mohos; con la finalidad de evaluar la cantidad microbiológica de producto obtenido.

Las técnicas con los que fueron realizados los distintos recuentos mencionados anteriormente se encuentran conforme a lo establecido en las siguientes Normas Bolivianas.

TABLA 21- NORMAS PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.

Análisis	Norma
Recuento total bacterias aerobias	NB-655
Recuento total bacterias coliformes	NB-657
Recuento total mohos y levaduras	NB-658.

FUENTE: (IBNORCA, 2017).

3.7.5. BALANCE MÁSIKO.

El balance másico del proceso de extracción del aceite esencial tuvo como objetivo esencial la cuantificación del rendimiento de los insumos del proceso como el fruto y el hielo adicionado, y a su vez la cuantificación de los residuos del mismo como ser: pulpa, torta de serrín, materia cerosa, líquido y aceite.

Para la realización de este balance se tomó en cuenta la suma global de los resultados obtenidos en cada combinación y repetición experimental.

Para tal efecto se tomaron en cuenta la medición de los siguientes datos:

- Pesado de la fruta del lavado
- Pesado de la pulpa del fruto destinado a la producción del jugo de naranja.
- Pesado de la cáscara después del pelado.
- Pesado del serrín luego del triturado.
- Pesado del hielo a ser adicionado antes del prensado.
- Pesado de la torta después del prensado.
- Pesado del aceite esencial obtenido luego de la decantación.
- Pesado del líquido amarillo verdusco obtenido luego del decantado.
- Pesado del líquido ceroso obtenido luego del decantado.

En el siguiente diagrama podemos observar cada uno de los pasos seguidos durante el proceso de extracción así como la delimitación de la frontera de estudio para el balance. También se puede observar cada uno de los puntos de estudio tanto de entrada de insumos así como la salida de materia de desperdicio.

El diagrama muestra de manera clara la entrada de la fruta A al proceso de lavado y escurrido respectivamente para luego pasar a la etapa de pelado de donde se obtendrá la pulpa, destinada a la extracción de jugo, y la cáscara C y D, denominada materia prima del proceso. Es en este punto donde comienza el aprovechamiento de este desperdicio.

Posteriormente la cáscara es sometida a un proceso de triturado para convertirla en serrín E y F al que se le adicionará hielo G para regular la temperatura de prensado y del líquido que se obtiene durante este proceso, que al culminar dejará como residuo, una torta de prensada serrín H.

El líquido obtenido pasará finalmente al proceso estacionario de decantación de donde se obtendrá el tal deseado aceite I como los productos restantes que se constituyen en desecho, o sea, un líquido de coloración anaranjado verduzco muy opaco K y el material ceroso J, ambos obtenidos y separados por la diferencia de densidades entre ellos.

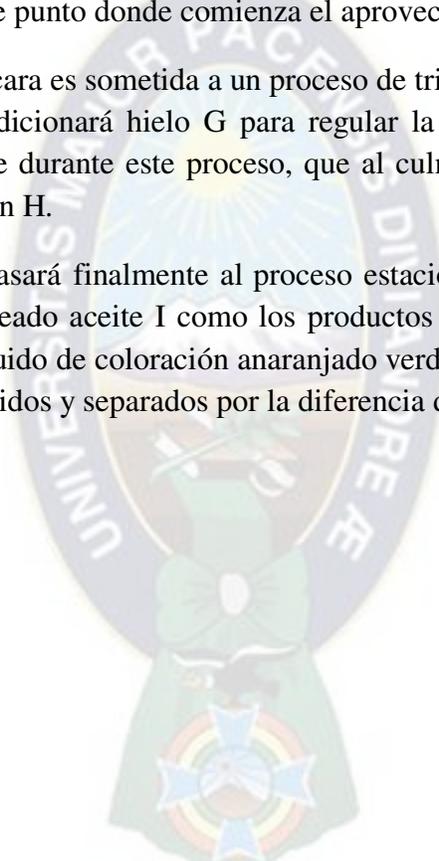
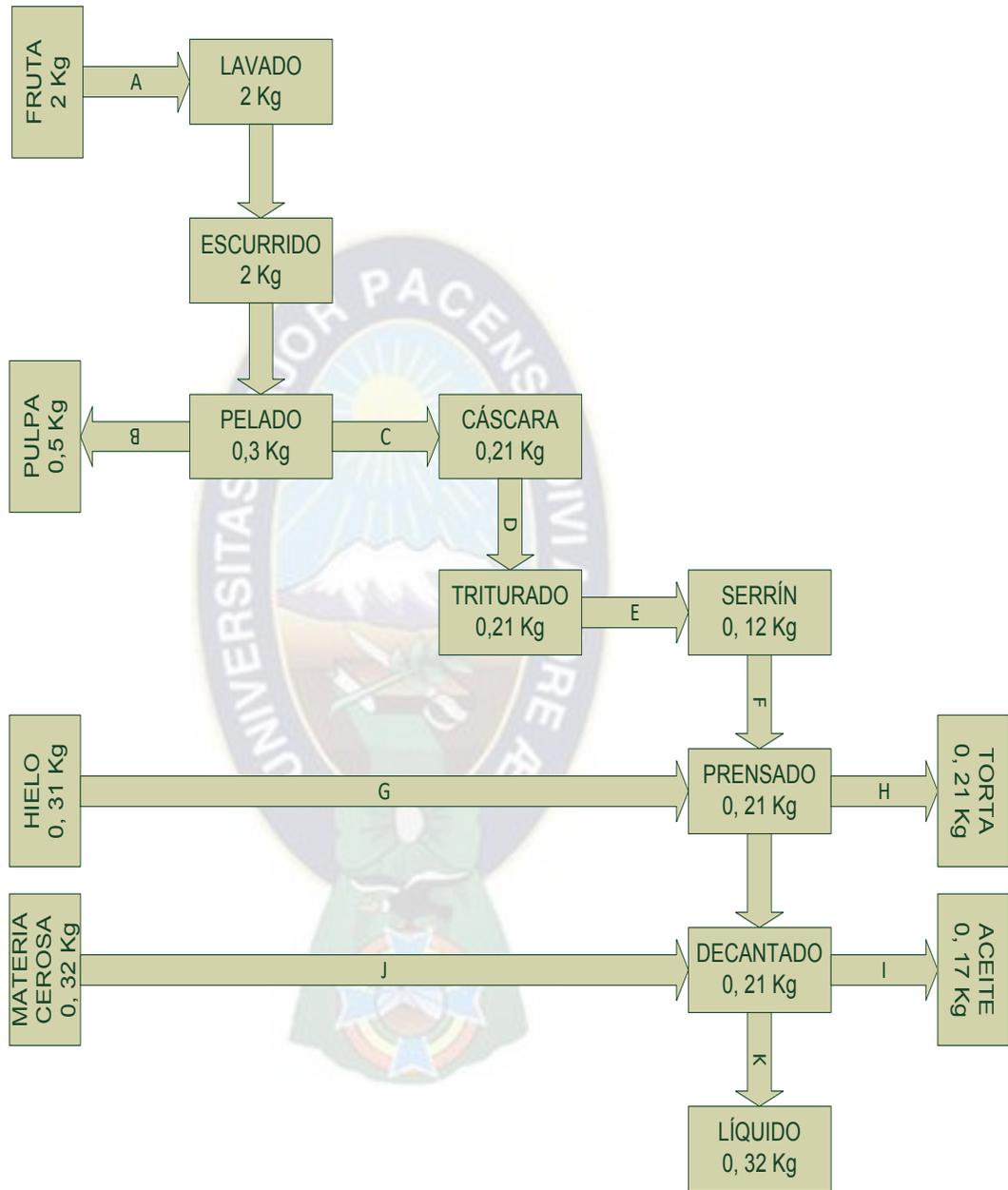


TABLA 22- DIAGRAMA PARA EL BALANCE MÁSICO.



FUENTE: (S.I.M.S.A, 2017).

CAPITULO IV

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.RESULTADOS DEL PROCESO.

Los resultados descritos en este primer punto, son fruto de los estudios preliminares realizados durante la duración del proyecto, valores y características que luego de ser evaluados fueron empleados en la parte fundamental del presente estudio.

4.1.1. CARACTERÍSTICAS DEL FRUTO EMPLEADO EN EL PROCESO.

Anterior al empleo de los frutos en el proceso de extracción de aceite esencial de naranja, se realizó una caracterización de la materia prima con el fin de conocer algunos parámetros de los mismos y poder determinar las cualidades y características indispensables que deben cumplir las frutas a ser tratadas en el presente estudio, todo esto con el fin de homogenizar desde un comienzo tales parámetros y obtener resultados aproximados entre las diferentes pruebas por realizar mas adelante, optimizando y facilitando el análisis de los mismos. Para tal efecto se realizó en primer lugar un análisis organoléptico y dimensional de los frutos quedando de esta manera el color, textura, forma, aroma y sabor, así como las dimensiones en cuanto a diámetro y peso, de los frutos que serán elegidos para el estudio previo proceso de preselección y selección respectivamente.

TABLA 23- REGISTRO DE RECEPCIÓN DEL FRUTO.

Componente	Descripción
Nombre del producto	Naranja criolla
Procedencia	Yungas- La Paz
Tamaño del lote recepcionado	50
Número de lotes registrados	3
Método de muestreo	Al azar
Tipo de muestra	Sólida- Esférica
Forma de almacenaje	Temperatura ambiente (<20°C)

FUENTE: (S.I.M.S.A, 2017).

TABLA 24- CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES DEL FRUTO.

Componente	Unidad	Valor
Diámetro	Cm	9-11
Peso	G	165-170

FUENTE: Elaboración propia..

TABLA 25- RESULTADOS DEL ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO.

Componente	Descripción
Forma	Esférica
Aroma	Característico del fruto
Color	Naranja- verduzco
Sabor	Ácido
Textura	Suave- porosa

FUENTE: Elaboración propia.

Los resultados presentados en las tablas anteriores representan un estimado de las características requeridas por el estudio, es por esta razón que en el caso del diámetro y del peso se trata simplemente de un rango de aceptabilidad que el fruto debe cumplir para ingresar en el proceso de extracción, todo esto con la finalidad de homogeneizar y estandarizar el mismo.

4.2.RESULTADOS DEL DISEÑO FACTORIAL.

Una vez establecidas las características que deben cumplir los frutos para efectuar el análisis, se procedió a realizar el proceso de extracción de aceite esencial de acuerdo a lo estipulado en el marco metodológico.

Para tal efecto se tomó como dato final de cada experimento el peso del aceite obtenido, luego de ser sometido a los diferentes niveles de tiempo de extracción y temperatura de prensado, sin olvidar que para cada experimento y combinación se realizaron 3 repeticiones.

A continuación se observan los resultados obtenidos en cada una de las repeticiones de los experimentos de extracción.

**TABLA 26- ACEITE ESENCIAL OBTENIDO EN LA PRIMERA REPETICIÓN
EN GRAMOS.**

Tiempo (min)	Temperatura (°C)		
	7-10	12-15	17-20
15	4,929	4,929	4,504
45	7,224	6,969	6,289
75	7,734	7,554	6,4459

FUENTE: Elaboración propia.

**TABLA 27- ACEITE ESENCIAL OBTENIDO EN LA SEGUNDA REPETICIÓN
EN GRAMOS.**

Tiempo (min)	Temperatura (°C)		
	7-10	12-15	17-20
15	5,014	4,844	4,844
45	7,309	7,309	6,034
75	7,649	7,479	6,459

FUENTE: Elaboración propia.

**TABLA 28- ACEITE ESENCIAL OBTENIDO EN LA TERCERA REPETICIÓN
EN GRAMOS.**

Tiempo (min)	Temperatura (°C)		
	7-10	12-15	17-20
15	5,269	4,844	4,589
45	7,564	6,969	6,374
75	7,903	7,309	6,884

FUENTE: Elaboración propia.

**TABLA 29- GENERAL DE COMBINACIONES DE FACTORES Y NIVELES
(CANTIDAD DE ACEITE ESENCIAL EN GRAMOS).**

Tiempo (min)	Temperatura (°C)								
	r1			r2			r3		
	7-10	12-15	17-20	7-10	12-15	17-20	7-10	12-15	17-20
15	4,929	4,929	4,504	5,014	4,844	4,844	5,269	4,844	4,589
45	7,224	6,969	6,289	7,309	7,309	6,034	7,564	6,969	6,374
75	7,734	7,554	6,4459	7,649	7,479	6,459	7,903	7,309	6,884

FUENTE: Elaboración propia.

Los datos mostrados en esta última tabla, son el resultado de combinaciones a diferentes niveles de temperatura y tiempo de prensado así como de la cantidad de aceite obtenido en cada una de estas combinaciones, que para evitar falsa estimación fueron realizados por triplicado. Estos valores obtenidos en cada combinación fueron sumados para la obtención de un solo resultado, mismos que son mostrados en la tabla 30:

TABLA 30- CANTIDAD DE ACEITE ESENCIAL EN GRAMOS.

Tiempo (min)	Temperatura (°C)			TOTAL
	7-10	12-15	17-20	
15	15,212	14,618	13,938	43,768
45	22,096	21,247	18,697	62,04
75	23,286	22,351	19,802	65,439
TOTAL	60,594	58,216	52,437	171,247

FUENTE: Elaboración propia.

4.2.1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA.

El análisis de varianza tuvo como principal objetivo el determinar el grado de interrelación entre las variables y sus distintos niveles seleccionados para el estudio, así como la relevancia de cada una de ellas, por separado y en conjunto, dentro del experimento.

El análisis de la varianza y valuación de variables fue realizado tomando en cuenta las fórmulas estudiadas anteriormente en el marco metodológico y los resultados se muestran en la tabla 31.

TABLA 31- VALORES OBTENIDOS DE LA EVOLUCIÓN DE VARIABLES.

Factor	Símbolo	Valor
Factor de corrección	FC	1086,128
Suma de cuadrados total	SCT	35,234
Suma de cuadrados de temperaturas	SC_A	3,912
Suma de cuadrados de tiempos	SC_B	30,188
Suma de cuadrados de temperatura por tiempo	SC_{A*B}	0,614

Suma de cuadrados del error	<i>SCE</i>	0,520
-----------------------------	------------	-------

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

TABLA 32- ANÁLISIS DE LA VARIANZA.

Variable	GL	SC	CM	Fc	Ft(0.05)	Fc>Ft
Temperatura (A)	2	3,912	1,956	67,704	3,550	Significativa
Tiempo (B)	2	30,188	15,094	522,454	3,550	Significativa
A*B	4	0,614	0,154	5,315	2,930	Significativa
Error	18	0,520	0,029	1		
Total	26	35,234	17,232			

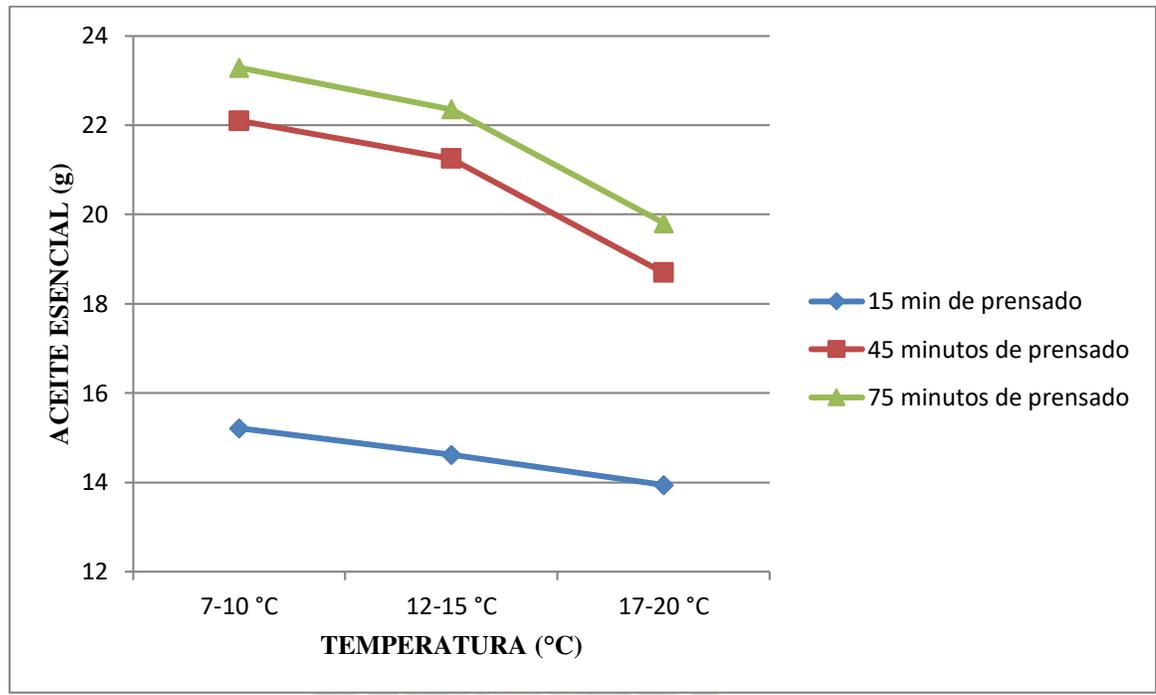
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Como se puede observar en el análisis de la varianza, las variables tomadas en cuenta en el presente estudio influyen de forma significativa en la cantidad de aceite esencial de naranja o en el rendimiento final del mismo. A su vez podemos observar que el tiempo de extracción es la variable que tiene mayor influencia sobre el mencionado rendimiento. La temperatura de prensado también tiene una importante participación y la interacción de ambas representa una participación menos significativa.

Con el gráfico 12, se puede comprobar los resultados obtenidos en el análisis de la varianza. En el mismo dejamos como constante el tiempo de prensado combinándolo con cada uno de los niveles de temperatura, obteniendo de esta manera tres funciones para cada uno de los niveles de tiempo de prensado.

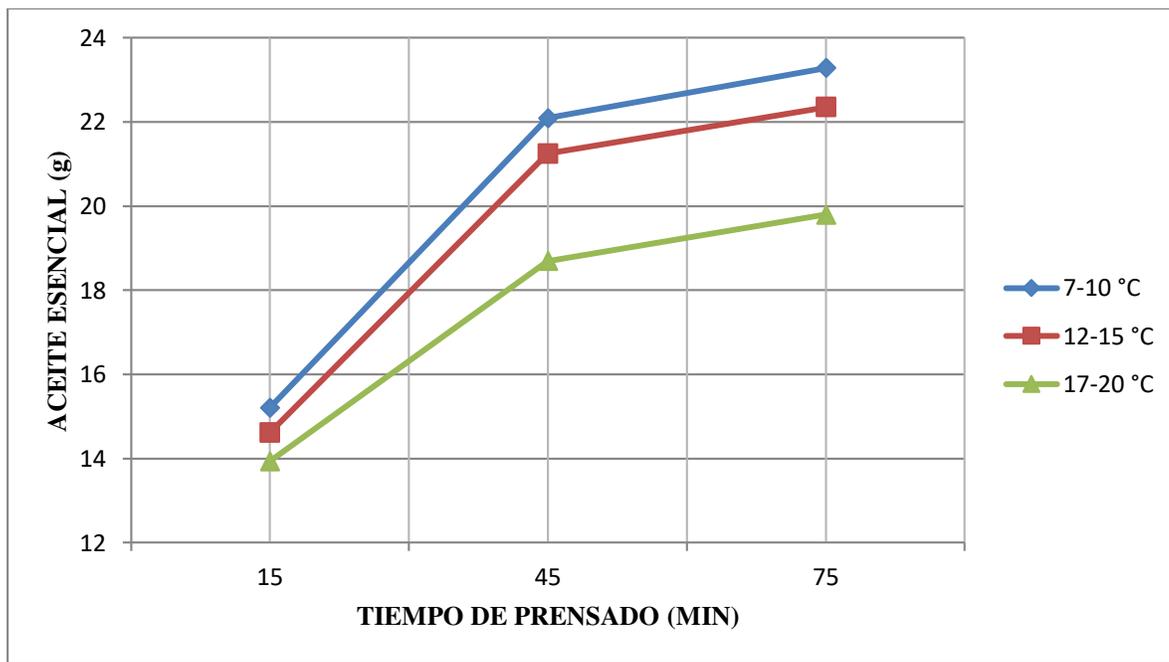
De igual manera, en el gráfico 12, podemos observar el mismo procedimiento, pero en esta ocasión dejando como constante la temperatura de prensado y combinándola con cada uno de los niveles de tiempo de prensado, obteniendo también tres funciones para cada uno de los niveles de temperatura.

GRÁFICO 12- INTERACCIÓN ENTRE VARIABLES PARA NIVELES DE TIEMPO DE PENSADO CONSTANTES.



FUENTE: Elaboración propia.

GRÁFICO 13- INTERACCIÓN ENTRE VARIABLES PARA NIVELES DE TEMPERATURA DE PENSADO CONSTANTES.



FUENTE: Elaboración propia.

Como se puede observar las funciones se encuentran independientes y no presentan ninguna intersección entre ellas. Con esta afirmación se comprueba la interacción entre variables estudiadas con respecto al rendimiento de aceite de naranja, así como la correcta aplicación de las pruebas realizadas durante el transcurso de los experimentos.

4.2.2. ANÁLISIS CUALITATIVO.

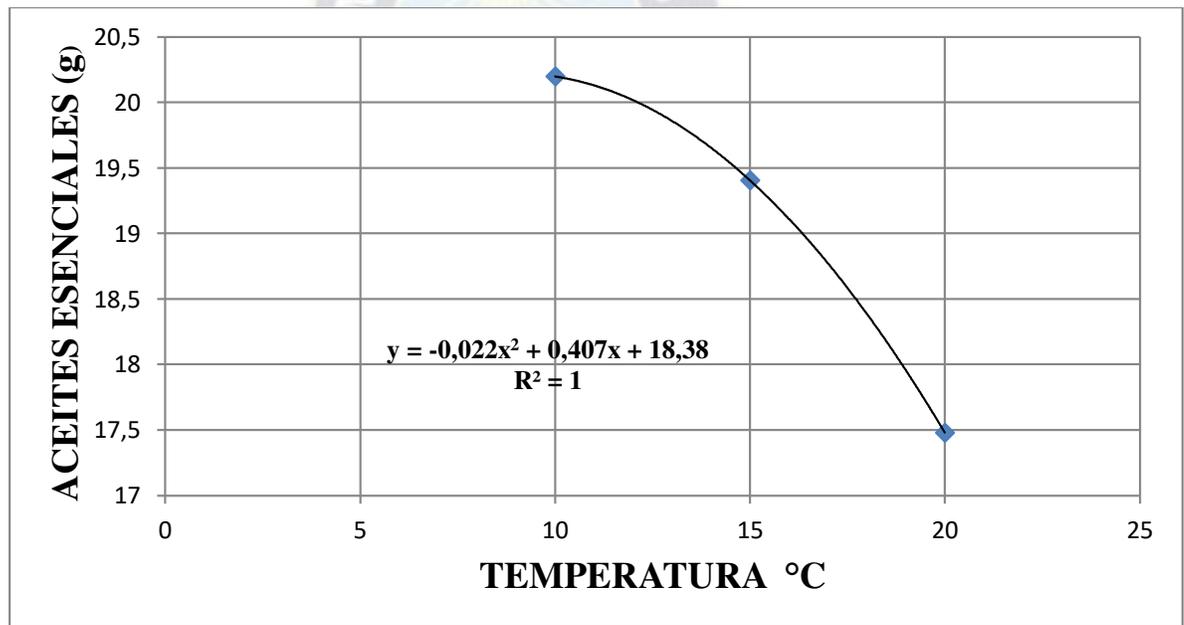
El análisis cualitativo, presentado a continuación nos permite ver la dispersión de los datos obtenidos durante la experimentación, la realización del ajuste respectivo, y por tanto la obtención de un factor de correlación así como la función representativa del experimento para ambas variables, haciendo mucho más fácil el estudio y la interpretación de los resultados obtenidos en el análisis estadístico.

TABLA 33- MEDIAS DE LAS CANTIDADES DE ACEITE ESENCIAL EN GRAMOS.

Tiempo (min)	Temperatura (°C)			MEDIA
	7-10 °C	12-15 °C	17-20 °C	
15	15,212	14,618	13,938	14,589
45	22,096	21,247	18,697	20,680
75	23,286	22,351	19,802	21,813
MEDIA	20,198	19,405	17,479	

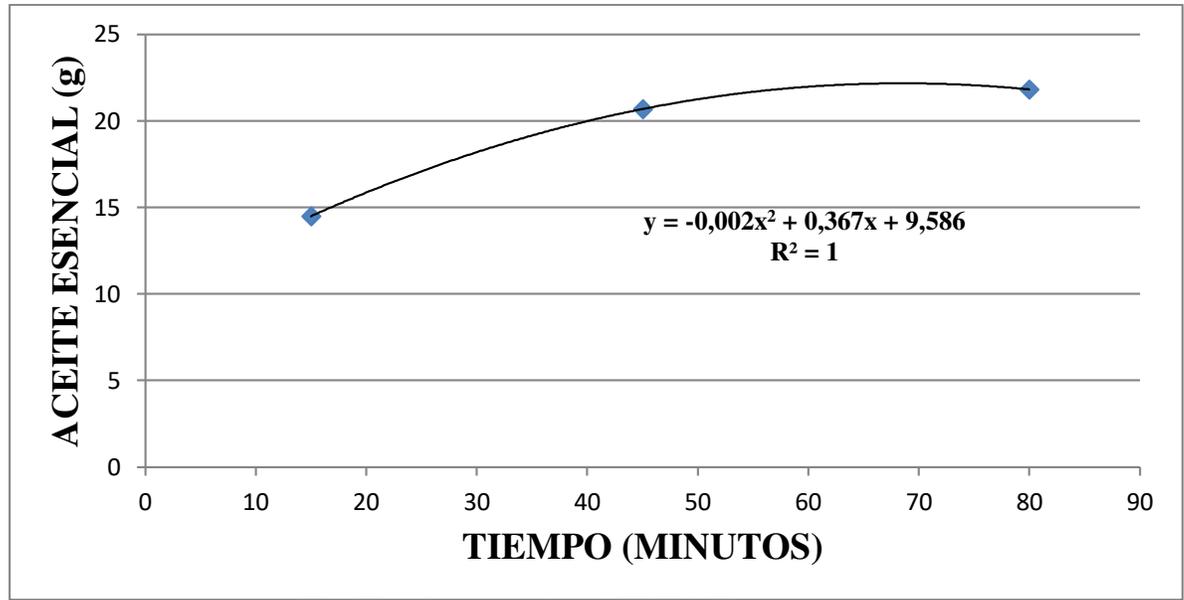
FUENTE: Elaboración propia.

GRÁFICO 14- VALORES MEDIOS PARA LOS TRES NIVELES DE TEMPERATURA.



FUENTE: Elaboración propia.

GRÁFICO 15- VALORES MEDIOS PARA LOS TRES NIVELES DE TIEMPO.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Como se puede observar en los dos anteriores gráficos 15 y 14, el ajuste realizado a la dispersión de los valores medios de los datos obtenidos es exacto, y ambas funciones obtenidas representan a cabalidad el fenómeno de extracción del aceite esencial tomando como base tres niveles de temperatura y prensado.

Las funciones se muestran a continuación:

$$ACEITE ESENCIAL = 18.38530 + (0,40793 * TEMPERATURA) - (0,02266 * TEMPERATURA^2)$$

$$ACEITE ESENCIAL = 9,68486 + (0,36827 * TIEMPO) - (0,00275 * TIEMPO^2)$$

Maximizando estas funciones podemos determinar los parámetros óptimos para cada una de las variables estudiadas en el presente proyecto, además de la cantidad de aceite esencial que se puede obtener trabajando bajo estas condiciones. A continuación se muestra los resultados obtenidos de esta maximización.

TEMPERATURA ÓPTIMA DEL PROCESO= 9 °C.

CANTIDAD DE ACEITE ESENCIAL= 20,22 g.

TIEMPO ÓPTIMO DE PROCESO= 66,96 min.

CANTIDAD DE ACEITE ESENCIAL= 22,01 g.

ECUACIÓN QUE MODELA EL COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO FACTORIAL.

Regression Equation

$$\begin{aligned} \text{Aceite esencial} = & 19,03 + 1,171 \text{ TEMPERATURA} + 0,3779 \text{ TEMPERATURA} - \\ & 1,548 \text{ TEMPERATURA} \\ & - 4,438 \text{ TIEMPO} + 1,653 \text{ TIEMPO} + 2,786 \text{ TIEMPO} \\ & - 0,5479 \text{ TEMPERATURA} * \text{TIEMPO}_{10 \ 15} \\ + & 0,2454 \text{ TEMPERATURA} * \text{TIEMPO} \\ & + 0,3024 \text{ TEMPERATURA} * \text{TIEMPO} - \\ & 0,3492 \text{ TEMPERATURA} * \text{TIEMPO} \\ + & 0,1891 \text{ TEMPERATURA} * \text{TIEMPO} \ 0,1601 \text{ TEMPERATURA} * \text{TIEMPO} \\ & + 0,8971 \text{ TEMPERATURA} * \text{TIEMPO}_{20 \ 15} - \\ & 0,4346 \text{ TEMPERATURA} * \text{TIEMPO}_{20 \ 45} \\ & - 0,4626 \text{ TEMPERATURA} * \text{TIEMPO}_{20 \ 75} \end{aligned}$$

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

TABLA 34- CONDICIONES ÓPTIMAS CON MINITAB PARA LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE NARANJA POR EL MÉTODO Prensado Frío.

VARIABLE	UNIDAD	VALOR
Temperatura de prensado	°C	7,89
Tiempo de prensado	Minutos	70,57
Aceite esencial de naranja	Gramos	23,61

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

4.3.RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS.

En las tablas 35, 36, 37, 38, 39 y 40 se muestran los resultados obtenidos de los diferentes análisis físicoquímicos y microbiológicos realizados en la empresa S.I.M.SA (Departamento de Investigación y Desarrollo) los cuales podemos observar en el ANEXO II.

TABLA 35- PARÁMETROS DE ACEPTABILIDAD.

Requisitos	Unidad	Min	Máx
------------	--------	-----	-----

Densidad relativa a 20°C	-	0,842	0,851
Índice de refracción	-	1,47	1,475
Poder rotatorio a 20°C	Grados	+94	+98
Peróxidos Orgánicos	-	Negativo	Negativo

FUENTE: (IBNORCA, 2017).

TABLA 36- DENSIDAD RELATIVA A 20°C.

Producto	Unidad	Resultado
<i>Aceite a₁b₁</i>	-	0,8498633
<i>Aceite a₁b₂</i>	-	0,8498640
<i>Aceite a₁b₃</i>	-	0,8498632
<i>Aceite a₂b₁</i>	-	0,8498639
<i>Aceite a₂b₂</i>	-	0,8498631
<i>Aceite a₂b₃</i>	-	0,8498632
<i>Aceite a₃b₁</i>	-	0,8498638
<i>Aceite a₃b₂</i>	-	0,8498632
<i>Aceite a₃b₃</i>	-	0,8498631

FUENTE: (S.I.M.S.A, 2017) ANEXO I.

TABLA 37- ÍNDICE DE REFRACCIÓN A 20°C.

Producto	Unidad	Resultado
<i>Aceite a₁b₁</i>	-	1,4732
<i>Aceite a₁b₂</i>	-	1,4758
<i>Aceite a₁b₃</i>	-	1,4692
<i>Aceite a₂b₁</i>	-	1,4735
<i>Aceite a₂b₂</i>	-	1,4732
<i>Aceite a₂b₃</i>	-	1,4732
<i>Aceite a₃b₁</i>	-	1,4741
<i>Aceite a₃b₂</i>	-	1,4732
<i>Aceite a₃b₃</i>	-	1,4731

FUENTE: (S.I.M.S.A, 2017) ANEXO I.

TABLA 38- PODER ROTATORIO A 20°C.

Producto	Unidad	Resultado
<i>Aceite a₁b₁</i>	GRADOS	+94
<i>Aceite a₁b₂</i>	GRADOS	+94
<i>Aceite a₁b₃</i>	GRADOS	+94
<i>Aceite a₂b₁</i>	GRADOS	+94
<i>Aceite a₂b₂</i>	GRADOS	+94
<i>Aceite a₂b₃</i>	GRADOS	+94
<i>Aceite a₃b₁</i>	GRADOS	+94
<i>Aceite a₃b₂</i>	GRADOS	+94
<i>Aceite a₃b₃</i>	GRADOS	+94

FUENTE: (S.I.M.S.A, 2017) ANEXO I.

TABLA 39- PERÓXIDOS ORGÁNICOS.

Producto	Resultado	Interpretación
<i>Aceite a₁b₁</i>	Sin cambio de color	Ausencia de peróxidos
<i>Aceite a₁b₂</i>	Sin cambio de color	Ausencia de peróxidos
<i>Aceite a₁b₃</i>	Sin cambio de color	Ausencia de peróxidos
<i>Aceite a₂b₁</i>	Sin cambio de color	Ausencia de peróxidos
<i>Aceite a₂b₂</i>	Sin cambio de color	Ausencia de peróxidos
<i>Aceite a₂b₃</i>	Sin cambio de color	Ausencia de peróxidos
<i>Aceite a₃b₁</i>	Sin cambio de color	Ausencia de peróxidos
<i>Aceite a₃b₂</i>	Sin cambio de color	Ausencia de peróxidos
<i>Aceite a₃b₃</i>	Sin cambio de color	Ausencia de peróxidos

FUENTE: (S.I.M.S.A, 2017) ANEXO I.

4.4.RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.

Los análisis microbiológicos fueron realizados con la finalidad de determinar el contenido de microorganismos existentes en cada una de las muestras obtenidas. Estos análisis fueron realizados por duplicado para evitar cualquier falsa estimación.

Los parámetros de aceptación en los tres niveles según la Norma Boliviana 655, 658 y 657 bajo este criterio de recuento de colonias no deben ser mayores a 10^2 UFC por cc, debiendo tender a cero los coliformes totales.

TABLA 40- RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.

Producto	Bacterias mesófilas aerobias viables	Mohos y levaduras	Coliformes totales
<i>Aceite a₁b₁</i>	30 UFC por cc de muestra, 48 hrs, 35°C.	10 UFC por cc de muestra, 72 hrs, 21°C.	AUSENCIA

<i>Aceite a₁b₂</i>	15 UFC por cc de muestra, 48 hrs, 35°C.	AUSENCIA	AUSENCIA
<i>Aceite a₁b₃</i>	20 UFC por cc de muestra, 48 hrs, 35°C.	AUSENCIA	AUSENCIA
<i>Aceite a₂b₁</i>	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
<i>Aceite a₂b₂</i>	10 UFC por cc de muestra, 48 hrs, 35°C.	AUSENCIA	AUSENCIA
<i>Aceite a₂b₃</i>	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
<i>Aceite a₃b₁</i>	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
<i>Aceite a₃b₂</i>	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
<i>Aceite a₃b₃</i>	20 UFC por cc de muestra, 48 hrs, 35°C.	AUSENCIA	AUSENCIA

FUENTE: (S.I.M.S.A, 2017) ANEXO I.

4.5.RESULTADOS DEL BALANCE MÁSSICO.

El balance másico tiene como objeto principal el determinar los rendimientos de cada uno de los insumos así como los residuos de todo el proceso de extracción. Para la realización del presente balance másico se tomaron en cuenta la sumatoria de todos los datos obtenidos en cada uno de las combinaciones.

TABLA 41- RESULTADOS DEL BALANCE MÁSSICO.

Simbología	Descripción	Cantidad (Kg)			Rendimiento (fruta)%	Rendimiento (cáscara)%
		Entrada	Salida	Pérdidas		
A	Fruta	224,815			100	
B	Pulpa		191,6		85,03	
C	Cáscara		33,44	0,215	14,874	
D	Cáscara	33,44				100
E	Serrín		33,128	0,312	14,736	
F	Serrín	33,128				99,067
G	Hielo	2,64			1,174	7,895
H	Torta de serrín		21,156	0,644	9,41	63,266
I	Aceite esencial		0,171		0,076	0,511

J	Materia cerosa		4,235		1,884	12,664
K	Líquido		9,562		4,253	28,594
TOTALES		294.023	292,852	1,171		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.6.VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO

Bajo el análisis microbiológico y fisicoquímico realizado se consultó a la Doctora Ana C. Torrejón de laboratorio farmacéutico de la carrera de bioquímica de la U.M.S.A. el cual nos indicó lo siguiente:

TABLA 42- VIDA ÚTIL DEL ACEITE BAJO TABLAS QUÍMICAS DE LABORATORIO.

Variable Fisicoquímico	Valor	Vida útil en años
Poder Rotatorio	+94°	1,2
Densidad 20°C	0,84	1,7
Índice de Refracción	1,47	1,5

FUENTE: (Ana C. Torrejón, 2019)

“Fisicoquímicamente en tablas tu aceite esencial tiene una duración en promedio de 1,46 años”. (Ana C. Torrejón, 2019)

“También podemos observar en el ANEXO II, los trámites a llevarse a cabo para la obtención del registro sanitario en Bolivia.” (SENASAG, 2019)

CAPÍTULO V.

5. ANÁLISIS ECONÓMICO.

5.1.DETERMINACIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN.

En este acápite se realizará un análisis de la factibilidad del proyecto, para los cálculos correspondientes se tomará en cuenta el costo del producto de FLORAMATIC que asciende a 3,4 dólares americanos, dicha empresa pertenece al hermano país de Chile que hace llegar esta esencia a la empresa S.I.M.S.A.

En la tabla 43 se puede observar los costos que involucró realizar el proyecto y en la tabla 44 los costos a tres meses de operación para determinar el costo unitario del proyecto. (S.I.M.S.A, 2017)

TABLA 43- COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN.

COSTO DE PRODUCCIÓN	
Detalles de producción, para tres meses	Monto total (en Bs)
Materia Prima (150 naranjas)	48
Sueldos y salarios (Salario Básico por día)	68,67
Materiales (2 Kg de hielo)	10
Energía Eléctrica (Utilizada)	5,3
Agua Potable (Utilizada)	1,67
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN	133,64

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA 44- COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN A TRES MESES.

COSTO DE PRODUCCIÓN	
Detalles de producción, para tres meses	Monto total (en Bs)
Materia Prima	4.320
Sueldos y salarios	6.180
Materiales Hielo	900
Energía Eléctrica	477
Agua Potable	150
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN	12.027

FUENTE: Elaboración propia.

5.1.1. DETERMINACIÓN DEL COSTO UNITARIO.

Datos del proceso:

Producto: Aceite esencial de naranja por prensado frío.

Volumen de producción: 171,247 g (Cantidad obtenida total de esencia con las 150 naranjas), por la densidad mínima obtenida por definición de densidad obtenemos el volumen que es 203,381 cc.

Periodo de tiempo: un jornal de 8 horas.

Para tres meses (90 días) el volumen de producción será: 18.304,29 cc.

$$COSTO\ UNITARIO = \frac{Costo\ total\ de\ producción}{Volúmen\ de\ producción} = \frac{12027\ Bs}{18304,29\ cc} = 0,65\ \frac{Bs}{cc}$$

5.1.2. UNIDADES DE PRODUCCIÓN.

Las unidades de producción por cada unidad de 20 cc de aceite esencial de naranja en tres meses de trabajo serán:

$$\#PRODUCTOS = \frac{Volúmen\ de\ producción}{Volúmen\ del\ envase} = \frac{18304,29\ cc}{20\ cc} = 915\ unidades$$

5.1.3. DETERMINACIÓN DEL PRECIO BRUTO.

Para la determinación del precio bruto se tomó en cuenta el costo unitario calculado anteriormente por el producto de 20 cc, lo que lleva el producto en un frasco

$$PRECIO\ BRUTO = COSTO\ UNITARIO * PRODUCTO = 20cc * \frac{0,65Bs}{cc} = 13Bs.$$

Costo Unitario del producto: 13 Bs/20 cc.

En la tabla 45 podemos observar con el costo unitario del producto obtenido anteriormente el ahorro económico que se beneficiaría la empresa al producirlo por 20 cc, a diferencia de adquirirlo por la empresa FLORAMATIC el cual es 3,4 \$, el cual se detalla a continuación.

TABLA 45- ANÁLISIS DE PRECIO POR EMPRESA.

EMPRESA	COSTO Bs/20 cc	DIFERENCIA Bs/20 cc
S.I.M.S.A.	13	10.66
FLORAMATIC SPA	23.66	

FUENTE: Elaboración propia.

5.1.4. SEGMENTACIÓN DE CLIENTES.

Ya que la producción es elevada, se vió por conveniente comercializar el mismo, por lo que por medio de la empresa S.I.M.S.A. se contactaron a empresas del rubro alimenticio y farmacéutico, cuya información se encuentra resumida en la tabla 46

TABLA 46- EMPRESAS ALIMENTICIAS.

INDUSTRIA ALIMENTICIA (cc/mes)	
SOALPRO	2.000
COMPAÑÍA DE ALIMENTOS S.A.	3.200
WINDSOR	1.650

FUENTE: (S.I.M.S.A, 2017) ANEXO III.

TABLA 47- EMPRESAS FARMACÉUTICAS.

INDUSTRIA FARMACIA (CC)	
LAFAR	3000
COFAR	5200
DELTA	680
ALFA	2000

FUENTE: (S.I.M.S.A, 2017) ANEXO III.

Haciendo un análisis de capacidad de la empresa podemos determinar que la empresa mensualmente produciría 18000 cc por mes y el requerimiento total es 17730 cc lo cual cubriría los requerimientos de las distintas empresas mencionadas anteriormente, los volúmenes proyectados obtenidos sirven de base piloto para un plan maestro de producción en operaciones.

5.1.5. DETERMINACIÓN DEL VAR Y EL TIR.

Realizando un análisis del proceso de obtención del aceite esencial de naranja bajo la capacidad de la maquinaria aumentando la eficiencia de producción y los distintos costos se determinó lo siguiente:

TABLA 48- CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN POR AÑO DE FRASCOS DE 20 ML.

AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
7200	10800	14400	18000	21600

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Para realizar la determinación del VAN y TIR, se realizó un análisis de flujo de caja como se observa en la tabla 49 y 50 bajo los siguientes costos e ingresos:

- INGRESOS POR EL PRODUCTO.
- COSTOS FIJOS.
- COSTOS VARIABLES.
- DEPRECIACIÓN DE MAQUINARIA.
- IMPUESTOS POR UTILIDADES.

Los mismos se pueden observar en el ANEXO IV, ya que los mismos datos son recabados en la empresa S.I.M.S.A. como presupuestos con el cual cuenta la empresa.

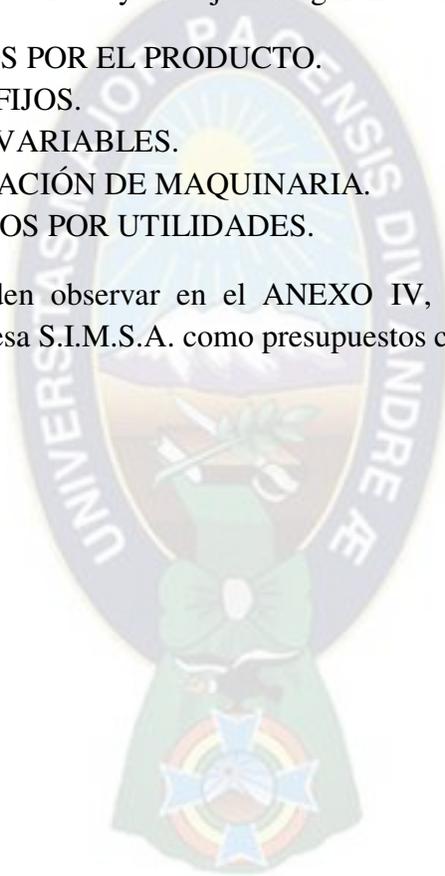


TABLA 49- FLUJO DE CAJA.

FLUJO FINANCIERO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
TOTAL INGRESOS		144.000	218.160	293.760	370.800	449.280
INGRESOS		144.000	218.160	293.760	370.800	449.280
TOTAL COSTOS		199.041	200.481	201.921	203.361	204.801
COSTOS FIJOS		165.204	165.204	165.204	165.204	165.204
COSTOS VARIABLES		32.837,4	34.277,4	35.717,4	37.157,4	38.597,4
DEPRECIACIÓN		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
<i>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS</i>		-55.041	17.679	91.839	167.439	244.479
IMPUESTOS		-13.760	4.420	22.960	41.860	61.120
<i>UTILIDAD DESPÚES DE IMPUESTOS</i>		-41.281	13.259	68.879	125.579	183.359
FLUJO NETO	-120000	-40.281	14.259	69.879	126.579	184.359

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

TABLA 50- DETERMINACIÓN DEL VAN TIR.

PARAMETROS DE SALIDA		
	VALOR	CONDICIÓN
VNA	\$b 128.910,56	Rentable
TIR	26%	Rentable

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

CAPITULO VI.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1.CONCLUSIONES.

- En cuanto se refiere a la determinación del grado de aprovechamiento que se puede alcanzar de la cáscara de naranja, se llega a la conclusión de que el mismo es muy ventajoso ya que prácticamente se parte de un costo de materia prima cero debido a que casi en su totalidad la misma es tomada en cuenta simplemente como desperdicio.
- Con respecto a las condiciones mas favorables de extracción del aceite, el diseño factorial planteaba como objetivo principal el estudio de los efectos de la temperatura y tiempo en el proceso de prensado, sobre el rendimiento en la cantidad de aceite extraído, estudio que derivó como resultado, en la aceptación de la hipótesis planteada para el diseño factorial.

“El rendimiento final del aceite esencial de naranja, obtenido por el método prensado frío, se ve afectado por el tiempo de prensado y la temperatura de prensado”.

- Las variables más influyentes en el proyecto son tiempo y temperatura.
- Mediante pruebas de laboratorio se determinaron las características fisicoquímicas del aceite esencial obtenido en el presente proyecto.
- Los resultados tanto de la densidad relativa, índice de refracción y poder rotatorio, se mantienen constantes para cada uno de las combinaciones por lo que se concluye que los efectos de temperatura y tiempo de prensado no tienen ningún tipo de incidencia sobre las características fisicoquímicas del aceite esencial.
- Los resultados de los análisis microbiológicos presentan un recuento muy bajo, factor que puede ser atribuido a varios factores, entre ellos la baja actividad de agua que presentan los aceites.
- La empresa es factible económicamente para producir y hasta vender el mismo con una diferencial de costo de Bs 10,66.
- El proyecto es factible al obtener un VAN de Bs. 128.910,56 y un TIR de 26% , tomando como tiempo de estudio de cinco años.

6.2.RECOMENDACIONES.

- ✓ En la actualidad no existe disponibilidad de información específica de las variedades de naranja cultivadas en nuestro territorio, ni tampoco de las cantidades que las mismas representan. Por lo que se recomienda realizar un estudio profundo acerca de las variedades y las clasificaciones de naranjas cultivadas en nuestro territorio, estudio que deberá incluir levantamientos estadísticos sobre volúmenes de producción de esta fruta que se ha venido dejando de lado y restando importancia en su industrialización.
- ✓ El análisis de la composición estructural del aceite esencial de naranja es de vital importancia para la determinación de la calidad del aceite esencial, por lo que se recomienda plantear en posteriores estudios el análisis estructural y cuantitativo de estos componentes.
- ✓ Los terpenos constituyen uno de los principales componentes de los aceites esenciales de los cítricos mismos que son muy valorados en mercados internacionales. Por tanto recomiendo realizar un estudio acerca de los procesos de desterpenización de estos aceites.
- ✓ El método más empleado para la obtención de aceites esenciales de frutos cítricos es el de destilación por arrastre de vapor a presiones reducidas, método que en la actualidad no ha sido muy considerado en nuestro medio, por lo que se recomienda realizar un estudio sobre la extracción por medio de este procedimiento.

Bibliografía

- AGRICULTURA, S. N. (2017). *"EL AGRO BOLIVIANO"*. LA PAZ.
- ALIMENTOS, I. D. (1993). *Frutas Tropicales*. Campinas, Brasil.
- Ana C. Torrejón, U. F. (2019). *Vida Útil del aceite esencial de naranja por presado frío*. LA PAZ- BOLIVIA.
- BRAVERMEN, J. (2010). *Los Agrios y sus derivados*. Madrid- España: Campos Mendoza.
- DERGAL, S. B. (1998). *Diccionario de Tecnología de los alimentos*. Addison Wesley Longman .
- DNPS-SNAG, D. D. (2017). *PRODUCCIÓN DE NARANJA EN BOLIVIA*. LA PAZ, BOLIVIA.
- DRA A. DE IGLESIAS, J. A. (2009). *Carvona a partir de limoneno de aceites esenciales de cítricos*, . San Miguel de Tucumán- Argentina.
- FAO. (2018). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*.
- FELIU, R. (2005). *Esencia de la corteza del fruto de los agrios*. Buenos Aires- Argentina.
- IBNORCA. (2017). *NORMAS INTERNACIONALES Y NACIONALES*. La Paz, Bolivia.
- MEZA, M. M. (2010). *Inferencia Estadística*. Lima, Perú.
- PALACIOS, J. (2010). *Citricultura Moderna*. Buenos Aires, Argentina.
- PALACIOS, J. (2011). *Citricultura Moderna*. Buenos Aires- Argentina.
- Pando, V. G. (2015). *Gestión de La Producción y Operaciones I*. La Paz.
- REPORTER, C. M. (2018). *PRECIOS DE ACEITES DE NARANJA*. NUEVA YORK.
- RETAMAR, J. A. (2008). *Aceites Esenciales de especies vegetales Diversos y sus Transformaciones Químicas VOL II*. Tucumán- Argentina.
- S.I.M.S.A. (2017). *INFORMACIÓN PARA PROYECTO*. LA PAZ, BOLIVIA.
- SENASAG. (2019). *REQUISITOS PARA NUEVO PRODUCTO*. LA PAZ, BOLIVIA.

ANEXOS.

ANEXO I RESULTADOS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LA EMPRESA S.I.M.S.A.

 <small>Sociedad Industrial Molinera S.A.</small>	DPTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	CODIGO: ASI710/05 REVISIÓN: 11
	RESULTADOS DE LABORATORIO- ACEITE ESENCIAL DE NARANJA EN PLANTA AVENA PLAN PILOTO NRO	Página 1 de 4

1. OBJETIVO

Documentar las especificaciones definidas internamente para el aceite esencial obtenido en planta anexa en la zona de Pura Pura tanto microbiológicos y fisicoquímicos.

2. ALCANCE

Se aplica solamente a este aceite de naranja para ver especificaciones de calidad en laboratorio de S.I.M.S.A, dando resultados a GO.

3. DESCRIPCIÓN

Ver página 2

4. REFERENCIA A OTROS DOCUMENTOS APLICABLES

- Ninguna

5. RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO.

A. CARACTERÍSTICAS DEL FRUTO.

Componente	Descripción
Nombre del producto	Naranja criolla
Procedencia	Yungas- La Paz
Tamaño del lote recepcionado	50
Número de lotes registrados	27
Método de muestreo	Al azar
Tipo de muestra	Sólida- Esférica
Forma de almacenaje	Temperatura ambiente (<20°C)

Componente	Unidad	Valor
Díámetro	Cm	9-11
Peso	G	165-170

B. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO

Componente	Descripción
Forma	Esférica
Aroma	Característico del fruto
Color	Naranja- verduzco
Sabor	Ácido
Textura	Suave- porosa

 SIMSA Sociedad Industrial Molinero S.A.	DPTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	CODIGO: ASI710/05 REVISIÓN: 11
	RESULTADOS DE LABORATORIO- ACEITE ESENCIAL DE NARANJA EN PLANTA AVENA PLAN PILOTO NRO	Página 2 de 4

C. ANALISIS FISOCOQUÍMICO SEGÚN NORMA IRAM 18504, IRAM 18505, IRAM 506, IRAM 18507.

a) Densidad relativa a 20°C de nueve pruebas (parámetro de aceptabilidad 0.842-0.851 según IRAM 18504).

Resultado (g/ml)
0.8498633
0.8498640
0.8498632
0.8498639
0.8498631
0.8498632
0.8498638
0.8498632
0.8498631

b) Índice de refracción a 20°C de nueve pruebas (parámetro de aceptabilidad 1.470-1.475 según IRAM 18505).

Resultado
1.4732
1.4758
1.4692
1.4735
1.4732
1.4732
1.4741
1.4732
1.4731

c) Poder rotatorio a 20°C de nueve pruebas (parámetro de aceptabilidad + 94-+98 según IRAM 18507).

Resultado
+94
+94
+94
+94
+94
+94

 SIMSA Sociedad Industrial Molinera S.A.	DPTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	CODIGO: ASI710/05 REVISIÓN: 11
	RESULTADOS DE LABORATORIO- ACEITE ESENCIAL DE NARANJA EN PLANTA AVENA PLAN PILOTO NRO	Página 3 de 4

+94
+94
+94

d) Peróxidos orgánicos (parámetro de aceptabilidad Negativo según IRAM 18506).

Interpretación
Ausencia de peróxidos

D. RESULTADOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO SEGÚN NB 655, NB 657 NB 658,

Prueba	Bacterias mesófilas aerobias viables	Mohos y levaduras	Coliformes totales
1	30 UFC por cc de muestra, 48 hrs, 35°C.	10 UFC por cc de muestra, 72 hrs, 21°C.	AUSENCIA
2	15 UFC por cc de muestra, 48 hrs, 35°C.	AUSENCIA	AUSENCIA
3	20 UFC por cc de muestra, 48 hrs, 35°C.	AUSENCIA	AUSENCIA
4	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
5	10 UFC por cc de muestra, 48 hrs, 35°C.	AUSENCIA	AUSENCIA
6	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
7	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
8	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
9	20 UFC por cc de muestra, 48 hrs, 35°C.	AUSENCIA	AUSENCIA

 SIMSA Sociedad Industrial Mainera S.A.	DPTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	CODIGO: ASI710/05 REVISION: 11
	RESULTADOS DE LABORATORIO- ACEITE ESENCIAL DE NARANJA EN PLANTA AVENA PLAN PILOTO NRO	Página 4 de 4

ELABORADO	APROBADO
Firma: 	Firma: 
Cargo: Valentina Oberhugga Salinas Alejandro Soliz Pericon Jairo Alejandro Gutierrez Escobar	
INVD-SUP SGC	Cargo: GO
Fecha: 28 - Agosto - 2018	Fecha: 28 - Agosto - 2018

ANEXO II REQUISITOS PARA EL REGISTRO SENASAG.



ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA



SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA E
INOCUIDAD ALIMENTARIA



REQUISITOS PARA LA OBTENCION O RENOVACION DE REGISTRO SANITARIO DE EMPRESAS PROCESADORAS DEL RUBRO ALIMENTICIO

La persona natural o jurídica que deseen obtener o renovar su certificado de "Registro Sanitario", deberá aproximarse a la oficina respectiva de la Jefatura Distrital del SENASAG presentando un expediente que contenga los siguientes documentos:

1. Carta de solicitud (se recomienda utilizar el formato establecido).
 2. Fotocopia del NIT.
 3. Formulario de Solicitud y Formulario de relación de ingredientes y aditivos a utilizar debidamente llenado.
 4. Carta o Certificado de Aprobación de Etiquetas según el formato vigente, si aplicase, por única vez la Carta de Revisión de etiquetas junto con el Formulario de Uso de Stock sobre las etiquetas observadas de los productos.
 5. Flujograma de proceso por grupo de productos.
 6. Croquis de distribución de ambientes de la planta, de acuerdo al formato establecido.
 7. Croquis de ubicación de la planta, de acuerdo al formato establecido.
 8. Memoria Descriptiva del proceso utilizado para el tratamiento del agua. (Solo para empresas dedicadas a la elaboración, transformación y/o embotellado de agua y bebidas).
 9. Copia del Certificado de R.S. SENASAG vigente del proveedor del producto de origen nacional o de importación además de una carta o cualquier otro documento que acredite el aprovisionamiento de la materia prima o productos. (Solo para el caso de que la empresa procesadora fraccione algunos productos).
- En casos excepcionales y dependiendo de la naturaleza y origen del producto (Productos locales de origen agrícola sin procesar) se aceptarán los resultados de los análisis fisicoquímicos y/o microbiológicos de las muestras correspondientes a estos productos a ser fraccionados, que serán tomadas por técnicos del SENASAG; al momento de la inspección, las cuales deberán ser previamente autorizadas por el Responsable del Área.
10. Copia del certificado Sanitario de Origen del producto a importar y/o los resultados de los análisis fisicoquímico y microbiológico del producto (s) a ser importado (s) emitidos por un laboratorio oficial si amerita en el caso de aditivos y auxiliares alimenticios deberá presentar también la ficha técnica de los productos a registrar, en la cual se debe especificar el uso previsto. (Solo para empresa procesadora que importe sus materias primas o insumos).
 11. Copia de la documentación que acredite que la materia prima y la empresa cuentan con la certificación emitida por Organismo de Certificación (De tercera parte o a través de los Sistemas Participativos de Garantía) registrado ante el Sistema Nacional de Control de la Producción Ecológica del SENASAG, que respalde que los productos con tal denominación responden a ese sistema de producción. (Solo para empresas que elaboran productos bajo la denominación de ecológico, orgánico o biológico).
 12. Copia de Certificado de registro Sanitario SENASAG del proveedor de materia prima (carne y alcohol respectivamente) y carta o cualquier otro documento que acredite el aprovisionamiento de la misma. (Solo para empresas procesadoras de cárnicos y derivados y/o de Bebidas Alcohólicas).

Los documentos deberán ser presentados en folder Amarillo rotulado con el nombre de la empresa postulante, persona de contacto y el teléfono, en doble ejemplar.

Tasas Aplicables R.S. Área de Inocuidad Alimentaria

TASA ADMINISTRATIVA DE REGISTRO. Según el anexo de la Ley 830, en el punto 1.2. Inocuidad Alimentaria, N° de servicio 1 se detalla "Registro sanitario de empresas: procesadoras de alimentos, cámaras frigoríficas, cámaras de maduración de productos vegetales y empresas fraccionadoras de alimentos y bebidas. (Evaluación documental, registro en sistema y emisión del certificado de registro: registro sanitario de empresas: procesadoras de alimentos, cámaras frigoríficas, cámaras de maduración de productos vegetales y empresas fraccionadoras de alimentos y bebidas:

- N° Servicio 1.a "Categoría Industrial"
- N° Servicio 1.b "Categoría Semi-Industrial"
- N° Servicio 1.c "Categoría Artesanal"

Dirección : Av. José Natusch Esq. Félix Satorri - Telf: 591-3-4628105 – Fax: 591-3- 4628683
Web: www.senasag.gub.bo Trinidad - Beni – Estado Plurinacional de Bolivia

ANEXO III CONTACTO DE CLIENTES S.I.M.S.A.

 SIMSA <small>Sociedad Industrial Molinera S. A.</small>	VENTAS PILOTO PRODUCTO 05	CODIGO: ASI610/05 REVISIÓN: 11
	CLIENTES QUE ACEPTARON EL PRECIO DE ACEITE ESENCIAL DE NARANJA.	Página 1 de 1

1. INFORME

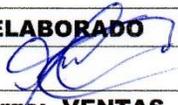
Con el fin de informar a Gerencia de Proyectos se establece que siendo contactadas las empresas se dio el aceite esencial con el precio y las cantidades solicitadas fueron:

- PRECIO.

PRECIO DEL ACEITE UFV 10% (Bs/Frasco)	
AÑO 1	20
AÑO 2	20.2
AÑO 3	20.4
AÑO 4	20.6
AÑO 5	20.8

- EMPRESAS SOLICITANTES EN (cc).

SOALPRO	2000
COMPAÑÍA DE ALIMENTOS S.A.	3200
WINDSOR	1650
LAFAR	3000
COFAR	5200
DELTA	680
ALFA	2000

ELABORADO	APROBADO
Firma: 	Firma:
Cargo: VENTAS Lic. Walter Sillerico	
PRESUPESTO GESTIÓN 2018	Cargo: Ing. Álvaro Pinto GO
Fecha: 28 - Agosto - 2018	Fecha: 28 - Agosto - 2018

ANEXO IV COSTOS E INGRESOS PROPORCIONADO POR S.I.M.S.A.

SIMSA <small>Sociedad Industrial Molinera S.A.</small>	PRESUPUESTO PILOTO PRODUCTO 05	CODIGO: ASI610/05 REVISIÓN: 11
	ESTABLECIMIENTO DE COSTOS Y PRECIO DE ACEITES ESENCIALES.	Página 1 de 1

1. COSTOS E INGRESOS.

Establecer el presupuesto para el proyecto con el cual se evaluará en Gerencia de Operaciones para su aprobación, presupuesto está basado en políticas actuales de la empresa y proveedores de S.I.M.S.A. (ASI 710/005), en un plazo anual para su valoración.

A. MATERIA PRIMA.

MP° CÁSCARA	Bs. 11957.4
-------------	-------------

B. MATERIALES.

HIELO	Bs. 18000
-------	-----------

C. FRASCOS.

FRASCOS LARA BICH	Bs. 8640
-------------------	----------

D. AGUA.

AGUA	Bs. 1800
------	----------

E. LUZ ELÉCTRICA.

LUZ ELECTRICA	Bs. 5724
---------------	----------

F. MANO DE OBRA.

MANO DE OBRA	Bs. 109680
--------------	------------

ELABORADO	APROBADO
Firma:  Cargo: PROYECTOS Y CALIBRACIONES Ing. Ana Lucia Guevara Loy	Firma:
PRESUPUESTO GESTIÓN 2018	Cargo: Ing. Álvaro Pinto GO
Fecha: 28 - Agosto - 2018	Fecha: 28 - Agosto - 2018