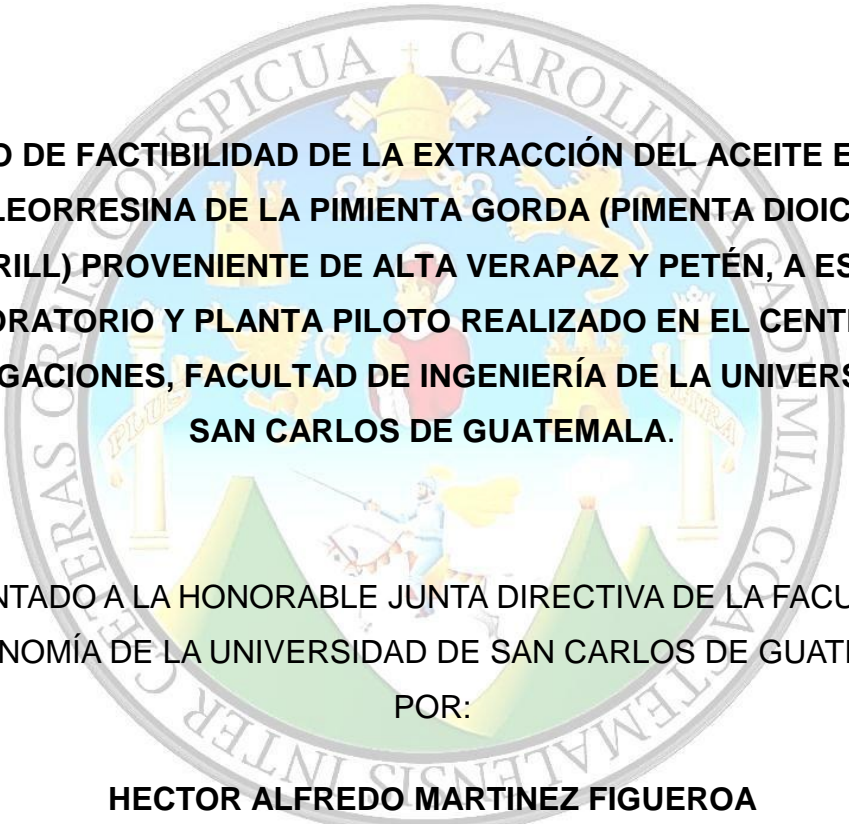


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure, likely a saint or religious figure, holding a staff and a book. The figure is surrounded by a landscape with mountains and a river. The seal is overlaid with the text of the thesis title.

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL  
Y OLEORRESINA DE LA PIMIENTA GORDA (PIMENTA DIOICA (L.)  
MERRILL) PROVENIENTE DE ALTA VERAPAZ Y PETÉN, A ESCALA  
LABORATORIO Y PLANTA PILOTO REALIZADO EN EL CENTRO DE  
INVESTIGACIONES, FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE  
SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

POR:

**HECTOR ALFREDO MARTINEZ FIGUEROA**

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
**INGENIERO EN INDUSTRIAS AGROPECURIAS Y FORESTALES**

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, MAYO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR:

Dr. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. M.A. César Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. MSc. Eberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	P. en Electrónica Carlos Waldemar De León Samayoa
VOCAL QUINTO	P. Cont. Neydi Yasmine Jucaracán Morales
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, MAYO DE 2018

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL Y OLEORRESINA DE LA PIMIENTA GORDA (PIMENTA DIOICA (L.) MERRILL) PROVENIENTE DE ALTA VERAPAZ Y PETÉN, A ESCALA LABORATORIO Y PLANTA PILOTO REALIZADO EN EL CENTRO DE INVESTIGACIONES, FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

Tema que me fue asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 25 de agosto de 2016.



**Hector Alfredo Martinez Figueroa**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 02 de febrero de 2018.  
REF.EPS.DOC.106.02.18

Inga. Christa Classon de Pinto  
Directora  
Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería, Usac

Estimada Inga. Classon de Pinto.

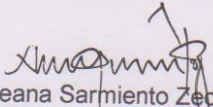
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales, **Héctor Alfredo Martínez Figueroa**, Carné No. **201210640** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL Y OLEORRESINA DE LA PIMIENTA GORDA (PIMENTA DIOICA (L.) MERRILL) PROVENIENTE DE ALTA VERAPAZ Y PETÉN, A ESCALA LABORATORIO Y PLANTA PILOTO REALIZADO EN EL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, FIUSAC.**

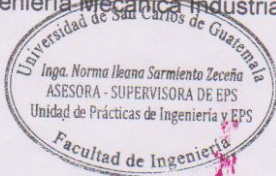
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano  
**Asesora-Supervisora de EPS**  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



NISZdS/ra

Edificio de EPS, Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, zona 12.

Teléfono directo: 2442-3509



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 02 de febrero de 2018.  
REF.EPS.D.38.02.18

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Urquizú Rodas:

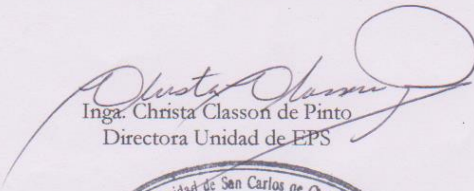
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL Y OLEORRESINA DE LA PIMIENTA GORDA (PIMENTA DIOICA (L.) MERRILL) PROVENIENTE DE ALTA VERAPAZ Y PETÉN, A ESCALA LABORATORIO Y PLANTA PILOTO REALIZADO EN EL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, FIUSAC"** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Héctor Alfredo Martínez Figueroa** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad Directora, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Christa Classon de Pinto  
Directora Unidad de EPS

SJRS/ra



Edificio de EPS, Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, zona 12.

Teléfono directo: 2442-3509

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA

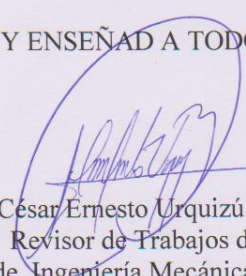


FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.REV.EMI.013.018

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL Y OLEORRESINA DE LA PIMIENTA GORDA (PIMIENTA DIOICA (L.) MERRILL) PROVENIENTE DE ALTA VERAPAZ Y PETÉN, A ESCALA LABORATORIO Y PLANTA PILOTO REALIZADO EN EL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, FIUSAC**, presentado por el estudiante universitario **Hector Alfredo Martínez Figueroa**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2018.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA

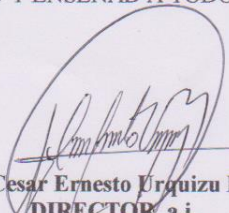


FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.DIR.EMI.043.018

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL Y OLEORRESINA DE LA PIMIENTA GORDA (PIMENTA DIOICA (L.) MERRILL) PROVENIENTE DE ALTA VERAPAZ Y PETÉN, A ESCALA LABORATORIO Y PLANTA PILOTO REALIZADO EN EL CENTRO DE INVESTIGACIONES, FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Hector Alfredo Martínez Figueroa**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas  
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, abril de 2018.



Universidad de San Carlos  
de Guatemala

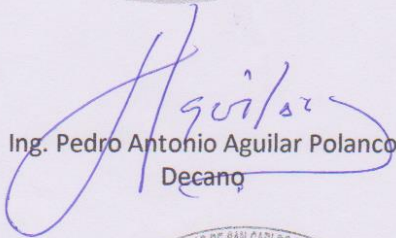


Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 129.2018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL Y OLEORRESINA DE LA PIMIENTA GORDA (PIMENTA DIOICA (L.) MERRILL) PROVENIENTE DE ALTA VERAPAZ Y PETÉN, A ESCALA LABORATORIO Y PLANTA PILOTO REALIZADO EN EL CENTRO DE INVESTIGACIONES, FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Hector Alfredo Martínez Figueroa**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, abril de 2018

/gdech







**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

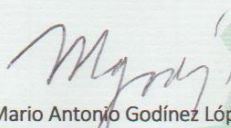
*Acreditada Internacionalmente*



No. 18-2018

Trabajo de Graduación:	“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA EXTRACCIÓN DEL ACIETE ESENCIAL Y OLEORRESINA DE LA PIMIENTA GORDA (PIMENTA DIOICA (L.) MERRILL) PROVENIENTE DE ALTA VERAPAZ Y PETÉN, A ESCALA LABORATORIO Y PLANTA PILOTO REALIZADO EN EL CENTRO DE INVESTIGACIONES, FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”
Estudiante:	Hector Alfredo Martínez Figueroa
Carné:	201210640

“IMPRÍMASE”

  
Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López  
DECANO



## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por ser mi mayor guía. Sin su infinito amor nada hubiera sido posible: darme fortaleza en los momentos más difíciles, sabiduría para tomar decisiones y emprender el camino que me han encomendado en esta vida terrenal. Alabado seas por siempre mi Dios por los siglos de los siglos. Amén.

### **Mi madre**

Claudia Figueroa. No sé cómo describir todo su amor, consejos, apoyo incondicional recibido en estos veintitrés años de mi vida desde que estuve en el seno de su vientre, hasta este momento. Por estar al pendiente de mí y llevarme por el camino correcto y de Dios, y poderme convertir en un profesional. Mami, te amo mucho.

### **Mi padre**

Juan Carlos Martínez por su apoyo indirecto en en mi formación universitaria.

### **Mi hermana**

Vita Martinez. Sabes que eres mi única hermana; gracias por ser mi apoyo y acompañarme siempre en todo momento; por

las peleas que hemos tenido, pero sé que eso nos une más como hermanos.

### **Mis amigos**

Un papel no bastaría para mencionarlos a todos y expresarles mi cariño sincero. Gracias por los buenos recuerdos que han dejado en mí, por el viaje que emprendimos hace tiempo. Les agradezco su apoyo incondicional y sé que siempre contaré con ustedes. En especial a: Salvador Gómez Tepaz, Pedro Pablo Chacón, Iris Carolina Corado, Emely Celeste Ramírez, Javier Fernando Meyer, Brian Steve Orantes (zapato).



## AGRADECIMIENTOS A:

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser mi <i>alma mater</i> , por brindarme la educación, valores con sentido social y la oportunidad de conocer a grandes personas dentro de esta institución. Orgulloso de ser Sancarlista.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por darme la oportunidad de crecer académicamente y formarme como profesional.
<b>Facultad de Agronomía</b>	Por darme la oportunidad de ser estudiante de la Universidad de San Carlos de Guatemala de la carrera de Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales.
<b>Subárea de matemática y física</b>	Por haberme dado la oportunidad de tener mi primer trabajo, desempeñándome como auxiliar de cátedra en el área numérica.
<b>Área fisicomatemática y física</b>	Por haberme dado la oportunidad de tener mi segundo trabajo, desempeñándome como auxiliar de cátedra en el área numérica.
<b>LIEXVE</b>	Por permitirme realizar el EPS.

<b>Ing. Qco. Mario José Mérida e Inga. Qca. Telma Cano</b>	Por sus enseñanzas aprendidas en el LIEXVE.
<b>Inga. Norma Sarmiento</b>	Por ser mi asesora y supervisora en mi trabajo de graduación.
<b>Dr. Ariel Ortiz e Inga. Carmen Juan</b>	Por ser mis evaluadores en mi trabajo de graduación.
<b>Dr. Mynor Raúl Otzoy</b>	Por ser mi mentor en todo momento.
<b>M.F. Victor Sarat</b>	Por brindarme su amistad y sus sabios consejos y brindarme trabajo en la medida posible.
<b>Ing. Fredy Haroldo Gramajo y German Lopez</b>	Por darme su apoyo incondicional en el curso de Inocuidad de los productos agroindustriales. Sin ellos no hubiera sido posible este momento.
<b>Ing. Yanuario Laj, Ing. Kenneth Estrada e Ing. Miguel Angel Zapeta</b>	Por su apoyo incondicional en los cursos de Ingeniería eléctrica 1 y 2. Sin ellos no hubiera sido posible este momento.
<b>Ing. Walter Véliz</b>	Por su apoyo incondicional como vocal IV y V de la J.D. de la Facultad de Ingeniería.
<b>Lic. Efraín Moratalla</b>	Por ser un gran amigo y profesor.

**A mis compañeros**

Wilder Emmanuel por su apoyo incondicional en el curso de Matemática Intermedia 1 y Roberto Mazariegos y Roberto Beteta en los cursos de Idioma técnico.

**Gerson Arias**

Por ser un apoyo incondicional en el curso de Bioquímica.

**Mis maestros de la IIAF**

William Saballos, Gerver Larios y Meickel Matta, por ser mis colegas y consejeros.

**José Manuel López**

Por ser un apoyo incondicional en los cursos del área forestal, gracias por su amistad.







## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN .....	XXIII
1. INFORMACIÓN GENERAL DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA.....	P1
1.1. Información general del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII).....	1
1.2. Descripción del Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE).....	2
1.3. Visión.....	2
1.4. Misión .....	3
1.5. Estructura organizacional del Centro de Investigaciones de Ingeniería.....	3
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL Y OLEORRESINA DE LA PIMIENTA GORDA (PIMIENTA DIOICA (L.) MERRILL) PROVENIENTE DE ALTA VERAPAZ Y PETÉN, A ESCALA LABORATORIO Y PLANTA PILOTO.....	7
2.1. Diagnóstico actual .....	7
2.1.1. Análisis FODA .....	7
2.2. Estudio de mercado.....	13



2.2.1.	Análisis de las cantidades demandadas .....	13
2.2.1.1.	Datos históricos.....	13
2.2.1.1.1.	Selección de variables macroeconómicas .....	17
2.2.1.1.	Proyección de datos.....	16
2.2.2.	Análisis de la oferta .....	24
2.2.2.1.	Número de productores y localización.....	24
2.2.2.2.	Proyección de la oferta.....	26
2.2.3.	Estimación de la demanda potencial insatisfecha ...	29
2.2.4.	Análisis de precios .....	31
2.2.4.1.	Análisis comparativo de precios .....	32
2.2.4.2.	Determinación del precio.....	33
2.2.5.	Comercialización .....	34
2.2.5.1.	Segmentación del mercado.....	35
2.2.5.2.	Plan de marketing .....	36
2.2.5.2.1.	Análisis de las 5'PS .....	36
2.2.5.3.	Canales de distribución .....	39
2.2.5.4.	Destino final del producto .....	39
2.3.	Estudio técnico.....	39
2.3.1.	Aspectos del producto.....	40
2.3.1.1.	Clasificación .....	40
2.3.1.2.	Ficha técnica del producto.....	40
2.3.2.	Determinación del tamaño óptimo de la planta .....	43
2.3.2.1.	Método de escalación .....	43
2.3.3.	Localización óptima del proyecto .....	45
2.3.3.1.	Descripción del proceso de extracción .....	47
2.3.3.1.1.	Escala laboratorio .....	48

	2.3.3.1.2.	Escala planta piloto .....	52
	2.3.3.2.	Diagramas del proceso de producción a escala planta piloto.....	56
	2.3.3.2.1.	Diagrama de flujo del proceso.....	56
	2.3.3.2.2.	Cursograma analítico ...	64
2.3.4.		Diseño de las instalaciones .....	66
	2.3.4.1.	Tipo de edificio.....	66
	2.3.4.2.	Techo.....	66
	2.3.4.3.	Iluminación.....	69
	2.3.4.4.	Ventilación .....	75
	2.3.4.5.	Pisos .....	77
	2.3.4.6.	Paredes .....	78
2.3.5.		Distribución de la planta .....	79
	2.3.5.1.	Método SLP ( <i>Systematic Layout Planning</i> ).....	84
2.3.6.		Costos variables .....	83
	2.3.6.1.	Materia prima.....	84
	2.3.6.2.	Energía eléctrica.....	85
	2.3.6.3.	Agua potable.....	88
	2.3.6.4.	Combustible.....	91
	2.3.6.5.	Cristalería y reactivos .....	92
	2.3.6.6.	Depreciación de los equipos.....	96
	2.3.6.7.	Equipo de protección y limpieza .....	97
	2.3.6.8.	Empaque .....	98
	2.3.6.9.	Resumen de costos de variables.....	100
2.3.7.		Costos fijos .....	102
2.3.8.		Costos totales .....	104
2.4.		Estudio administrativo-legal.....	105

2.4.1.	Aspectos legales .....	105
2.4.1.1.	Inscripción legal de la empresa .....	106
2.4.1.2.	Aspectos sanitarios .....	107
2.4.1.3.	Jornadas laborales .....	109
2.4.1.4.	Prestaciones legales .....	110
2.4.1.5.	Implicaciones de la legislación laboral.....	112
2.4.1.6.	Implicaciones de la legislación tributaria .....	113
2.4.2.	Organigrama de la empresa.....	114
2.5.	Estudio de impacto ambiental .....	117
2.5.1.	Determinación de impactos ambientales.....	117
2.5.1.1.	Impactos ocasionados al aire .....	117
2.5.1.2.	Impactos a los cuerpos de agua.....	118
2.5.1.3.	Impacto ocasionados al suelo .....	118
2.5.1.4.	Impactos ocasionados a la flora y fauna .....	119
2.5.1.4.	Impactos ocasionados al paisaje.....	119
2.5.1.4.	Impactos al medio socioeconomico....	119
2.5.2.	Matriz de Leopold modificada.....	119
2.3.6.	Plan de gestión ambiental (PGA) .....	127
2.3.7.	Costos del plan de gestión ambiental (PGA).....	129
2.6.	Evaluación económica-financiera.....	129
2.6.1.	Tasa interna de retorno (TIR) .....	130
2.6.2.	Tasa interna de retorno modificada (TIRM).....	131
2.6.3.	Relación beneficio-costos (B/C) .....	133
2.6.4.	Valor actual neto (VAN).....	134



3.	FASE DE INVESTIGACIÓN. PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DEL USO DE AGUA EN EL LABORATORIO DE EXTRACTOS VEGETALES (LIEXVE).....	137
3.1.	Situación actual del consumo del agua .....	137
3.1.1.	Dentro del laboratorio .....	137
3.1.1.1.	Lavamanos .....	138
3.1.2.	Planta piloto .....	141
3.1.2.1.	Caldera .....	141
3.1.2.2.	Sistema de enfriamiento .....	141
3.1.2.3.	Limpieza .....	142
3.2.	Plan de reducción del consumo del agua .....	144
3.2.1.	Dentro del laboratorio .....	144
3.2.1.1.	Lavamanos .....	144
3.2.2.	Planta piloto .....	145
3.2.2.1.	Caldera .....	146
3.2.2.2.	Sistema de enfriamiento .....	147
3.2.2.3.	Limpieza .....	148
3.3.	Costos de la propuesta.....	149
4.	FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN .....	151
4.1.	Diagnóstico de las necesidades de capacitación .....	151
4.2.	Plan de capacitación .....	152
4.3.	Resultados de la capacitación .....	155
4.4.	Costos del plan.....	155
	CONCLUSIONES .....	157
	RECOMENDACIONES .....	159
	BIBLIOGRAFÍA.....	161
	APÉNDICE.....	165

ANEXOS..... 169

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama del Centro de Investigaciones de Ingeniería .....	5
2.	Diagrama de flujo del proceso de la extracción del aceite esencial de pimienta gorda .....	57
3.	Diagrama de flujo del proceso de la extracción de oleorresina de pimienta gorda .....	60
4.	Dimensiones del techo .....	67
5.	Área de la lámina .....	68
6.	Método de cavidad zonal .....	70
7.	Diagrama de hilos del área de producción .....	81
8.	Matriz de actividades del área de producción .....	82
9.	Diagrama de recorrido de la planta de extracción de aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda .....	83
10.	Organigrama de la empresa.....	116
11.	Porcentajes de impactos generados por las actividades del proceso de extracción de aceite esencial y oleorresina.....	124
12.	Porcentajes de impactos ocasionados en los factores ambientales por las actividades del proceso de extracción de aceite esencial y oleorresina .....	126
13.	Grifo de cartucho con dos manijas.....	138
14.	Lavamanos de pedestal .....	145
15.	Suavizador de agua .....	147
16.	Diagrama de Pescado para diagnóstico de la capacitación .....	152
17.	Programa de capacitación anual.....	154

## TABLAS

I.	Personal del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII).....	4
II.	FODA.....	10
III.	Matriz de maximización y minimización .....	11
IV.	Clasificación de la partida arancelaria 33.01 .....	14
V.	Variable macroeconómica del producto interno bruto (PIB).....	17
VI.	Regresión con fuentes secundarias para el PIB .....	17
VII.	Datos Proyectos del producto interno bruto (PIB) del 2017-2025.....	20
VIII.	Producto interno bruto y consumo nacional aparente.....	20
IX.	Regresión con fuentes secundarias para la demanda .....	21
X.	Datos proyectados del consumo nacional aparente .....	24
XI.	Domicilio comercial de importadores y exportadores.....	25
XII.	Oferta del aceite esencial y oleoresina de pimienta gorda .....	26
XIII.	Regresión con fuentes secundarias para la oferta.....	27
XIV.	Datos proyectados de la oferta del aceite esencial.....	29
XV.	Demanda potencial insatisfecha .....	30
XVI.	Análisis comparativo de precios.....	32
XVII.	Análisis comparativo de precios de la oleoresina de pimienta gorda .	32
XVIII.	Segmentación del mercado .....	35
XIX.	Ficha técnica del aceite esencial de pimienta gorda.....	41
XX.	Ficha técnica de la oleoresina de pimienta gorda.....	42
XXI.	Factores de importancia en la localización de la planta.....	46
XXII.	Departamentos propuestos para la localización .....	47
XXIII.	Materiales, equipo y cristalería a escala laboratorio .....	48
XXIV.	Materiales, equipo y cristalería a escala planta piloto.....	52
XXV.	Cursograma analítico del proceso de la extracción .....	64
XXVI.	Cursograma analítico del proceso de la extracción.....	65
XXVII.	Niveles de reflectancia de luz .....	71

XXVIII.	Tabla de reflectancias .....	72
XXIX.	Coeficientes de utilización para algunas luminarias típicas.....	73
XXX.	Renovación del aire en número de veces por/hora .....	75
XXXI.	Coeficiente según la característica del viento .....	76
XXXII.	Costos de materia prima .....	85
XXXIII.	Consumo de energía eléctrica para la extracción.....	86
XXXIV.	Consumo de energía eléctrica para la extracción de la oleoresina ....	87
XXXV.	Consumo total de energía eléctrica.....	88
XXXVI.	Tarifario de (Q/m <sup>3</sup> ) en función del consumo mensual (m <sup>3</sup> ).....	89
XXXVII.	Costos de agua potable .....	90
XXXVIII.	Costos de combustible (diésel) .....	92
XXXIX.	Costos de cristalería.....	93
XL.	Costos de reactivos.....	94
XLI.	Costos de cristalería y reactivos. ....	95
XLII.	Costo de la depreciación de los equipos.....	97
XLIII.	Costos de equipo de protección y limpieza .....	98
XLIV.	Costos de empaque .....	100
XLV.	Resumen de costos de variables del aceite esencial.....	101
XLVI.	Resumen de costos variables del extracto de oleoresina .....	102
XLVII.	Costos fijos.....	103
XLVIII.	Costos totales.....	104
XLIX.	Jornadas laborales .....	109
L.	Matriz de Leopold Modificada .....	123
LI.	Niveles de impacto en las actividades de extracción.....	123
LII.	Niveles de impacto afectados en los factores ambiental.....	125
LIII.	Plan de gestión ambiental (PGA) .....	128
LIV.	Costo del plan de gestión ambiental (PGA) .....	129
LV.	Frecuencia con que es utilizado el lavamanos.....	139
LVI.	Total de agua utilizada en el lavamanos .....	140



LVII.	Total de agua utilizada en la planta piloto.....	142
LVIII.	Total de agua consumida (L) en el LIEXVE .....	143
LIX.	Total de agua consumida (Q) en el LIEXVE .....	143
LX.	Comparación de consumo de agua actual con las propuestas.....	148
LXI.	Comparación de consumo de agua actual con las propuestas.....	149
LXII.	Plan de capacitación.....	153
LXIII.	Costos del plan de capacitación .....	156

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>°C</b>	Grados Celsius
<b>h</b>	Hora
<b>Kg</b>	Kilogramo
<b>Kw</b>	Kilowatt
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>Onz</b>	Onza



## GLOSARIO

<b>Aceite esencial</b>	Son productos aromáticos obtenidos de materias primas naturales por medio de destilación, habitualmente de agua o vapor mediante un proceso mecánico.
<b>Aceite esencial de pimienta gorda</b>	Es aquel aceite esencial obtenido de las hojas y frutos de la pimienta gorda.
<b>Agitador magnético</b>	Barra magnética, la cual está cubierta de una placa de plástico (usualmente teflón) y una placa debajo de la cual se encuentra un magneto rotatorio dispuesto en forma circular, a fin de crear un campo magnético rotatorio
<b>Caldera</b>	Máquina o dispositivo de ingeniería que sirve para generar vapor.
<b>Chiller</b>	Unidad enfriadora de líquidos.
<b>CII</b>	Centro de Investigaciones de Ingeniería.
<b>CNA</b>	Consumo Nacional Aparente de un producto o servicio.

<b>Costo de oportunidad</b>	Es el valor de las oportunidades perdidas, o de lo que está dispuesto a sacrificar para poner en marcha el proyecto.
<b>Cromatografía</b>	Método de análisis que permite la separación de gases o líquidos de una mezcla por adsorción selectiva, produciendo manchas diferentemente coloreadas en el medio adsorbente; está basado en la diferente velocidad con la que se mueve cada fluido a través de una sustancia porosa.
<b>Densidad relativa</b>	Es una comparación de la densidad de una sustancia con la densidad de otra que se toma como referencia. Ambas densidades se expresan en las mismas unidades y en iguales condiciones de temperatura y presión.
<b>Demografía</b>	Estudio estadístico de las poblaciones humanas.
<b>Eugenol</b>	Es un líquido oleoso de color amarillo pálido extraído de ciertos aceites esenciales, especialmente de clavo de olor, la nuez moscada y la canela.
<b>Enantiomeros</b>	Son imágenes especulares no superponibles. Se caracterizan por poseer un átomo unido a cuatro grupos llamado asimétrico quiral.

<b>Factibilidad</b>	Es la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señalados. Generalmente la factibilidad se determina sobre un proyecto.
<b>Fenoles</b>	Son compuestos aromáticos que contienen el grupo hidroxilo como su grupo funcional.
<b>Hidrodestilación</b>	Es el proceso para obtener aceite esencial de una planta aromática a presión atmosférica.
<b>Índice de refracción</b>	Es el cociente de la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz en el medio cuyo índice se calcula.
<b>Insoluble</b>	Sustancia que no puede ser disuelta ni diluida.
<b>Kitasato</b>	Es un matraz de Erlenmeyer con un tubo de desprendimiento o tubuladura lateral.
<b>LIEXVE</b>	Laboratorio de investigación de extractos vegetales.
<b>Lixiviación</b>	Extracción de la materia soluble de una mezcla mediante la acción de un disolvente líquido.
<b>Maceración dinámica</b>	Es un proceso de extracción sólido-líquido. El producto sólido posee una serie de compuestos solubles en el líquido extractante que son los que se pretende extraer.



<b>Marmita</b>	Es un recipiente de la familia de las ollas que dispone de una tapa para aprovechar el vapor, y una o dos asas.
<b>Matriz de Leopold</b>	Es un procedimiento para la evaluación del impacto ambiental de un proyecto de desarrollo para la evaluación de sus costos y beneficios ambientales.
<b>Mirceno</b>	Es un componente del aceite esencial de varias plantas.
<b>Miscibilidad</b>	Es la propiedad de algunos líquidos para mezclarse en cualquier proporción, formando una disolución.
<b>Neoclevenger</b>	Es el equipo que se utiliza para la extracción de aceite esencial por el método de hidrodestilación.
<b>Oleorresina</b>	Jugo líquido, procedente de algunas plantas, formado por resina disuelta en aceite volátil.
<b>PIB</b>	Sigla de producto interior bruto, conjunto de los bienes y servicios producidos en un país durante un lapso, generalmente un año.
<b>Pimienta gorda</b>	Es una especia procedente del árbol de nombre Pimenta dioica. Sus frutos secos se emplean como condimento en diversos platillos y puede combinar fácilmente con otras especias. Su sabor y olor es

similar al del clavo, canela, pimienta negra y nuez moscada.

**Propilengicol**

Es un líquido aceitoso claro, higroscópico y miscible con agua, acetona, y cloroformo. Se obtiene por hidratación de óxido de propileno.

**Rebosar**

Derramarse un líquido por encima de los bordes de un recipiente.

**Riesgo país**

Es todo riesgo inherente a operaciones transnacionales y, en particular, a las financiaciones desde un país a otro.

**Rotación óptica**

Es la rotación de la polarización lineal de la luz cuando viaja a través de ciertos materiales.

**Rotoevaporador**

Es un aparato de destilación rotatorio asociado a un baño maría que es usado principalmente en laboratorios de síntesis químicas, investigaciones en bioquímica y análisis químico cualitativo y cuantitativo de extractos de naturaleza orgánica e inorgánica.

**Silica gel**

Es una forma granular y porosa de dióxido de silicio fabricado sintéticamente a partir de silicato sódico. A pesar del nombre, el gel de sílice es sólido.

**Sistema soxhlet**

Es un tipo de material de vidrio utilizado para la extracción de compuestos, generalmente de

naturaleza lipídica, contenidos en un sólido, a través de un disolvente afín.

**Soluble**

Sustancia que se puede mezclar con un líquido.

**Tasa activa**

Es la que cobra el banco cuando se pide un préstamo.

**Tasa de descuento**

Es la que tiene por objeto traducir a un valor presente los costos y beneficios que resultarán del proyecto en el futuro. Se fija sobre la base del “costo de oportunidad” del capital, vale decir, cuánto puede ganarse invirtiéndolo en el mercado de capitales, o en alguna otra inversión interna.

**Tasa pasiva**

Es la que paga el banco cuando se deja el dinero a plaza fijo.

## RESUMEN

Este estudio se realiza con la finalidad de determinar la factibilidad para invertir en el proceso extracción del aceite esencial y oleorresina de la pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) para su implementación y desarrollo como una empresa.

La *Pimienta dioica* tiene aplicaciones, tanto en la industria cosmética como alimenticia. El aceite esencial extraído de las hojas y frutos de la pimienta dioica se puede utilizar como aditivo aromático para la elaboración de productos cosméticos como cremas, lociones, jabones y también para alimentos como carnes, salsas, dulces, entre otros. Luego, la oleorresina extraída del fruto y de las hojas de la pimienta, al igual que el aceite esencial, se utiliza como aromatizante y saborizante de alimentos.

El estudio de mercado refleja una demanda insatisfecha por varias razones, como precios demasiado altos y por ser un producto innovador. Por estas razones, es un nicho atractivo para el inversionista, que está dispuesto a ofrecerles a los clientes productos que satisfagan sus necesidades.

También se determina el precio del aceite esencial de Q. 70,00 la onza y el del extracto de oleorresina de Q. 504,00 el medio kg.

El estudio técnico establece los costos por producción, por día, mes y por año, lo cual ayuda a definir la rentabilidad que se tendrá durante la apertura y operaciones del proyecto, establece la descripción del proceso de extracción, distribución y servicio al cliente.

También detalla la capacidad instalada, equipo y mobiliario necesario para lograr alcanzar la producción requerida y así poder establecer una empresa de manera sostenida y rentable, tener una distribución óptima en la planta de producción y maximizar la eficacia y eficiencia.

En el estudio administrativo-legal establece los diferentes puestos y funciones del personal que trabajarán, establece los procesos legales y sanitarios para la apertura de la empresa, las jornadas laborales a trabajar y las implicaciones laborales y tributarias.

También se dan a conocer los impactos negativos y positivos generados por medio del estudio de impacto ambiental, proponiendo su plan de mitigación ambiental.

En el estudio económico-financiero los resultados obtenidos reflejan un valor presente neto a cinco años de Q 528 738,31 con una inversión inicial sería de Q362 800,00 la cual es cubierta a totalidad por el inversionista interesado, con una relación beneficio costo de Q. 1,13 y finalmente da una tasa interna de retorno del 75 %, superior al costo de capital establecido en 18,58 %.

Estos resultados satisfacen al futuro los inversionista y apoya a la decisión de aceptación de la factibilidad del proceso extracción del aceite esencial y oleorresina de la pimienta gorda (*Pimenta dioica (L.) Merrill*) como futura empresa.

## OBJETIVOS

### General

Elaborar un estudio de factibilidad de la extracción del aceite esencial y oleorresina de la pimienta gorda a (*Pimenta dioica (L.) Merrill*), a escala laboratorio y escala planta piloto para su implementación y desarrollo como empresa.

### Específicos

1. Estimar la demanda, la oferta, la demanda potencial insatisfecha, y el precio del aceite esencial y oleorresina de la pimienta gorda, para evaluar el segmento potencial.
2. Estimar la capacidad óptima de la planta, tamaño óptimo, distribución de la planta, la localización óptima del proyecto para la utilización eficiente y eficaz de los recursos, a través de un estudio técnico.
3. Determinar la estructura organizacional y la normativa jurídica que regula la forma de constitución de una empresa dedicada a la extracción de aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda en Guatemala.
4. Establecer los impactos ambientales que ocasionan la extracción del aceite esencial y oleorresina con el fin de mitigarlos.

5. Determinar a través del estudio económico-financiero la rentabilidad del proceso de extracción de aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda.
6. Realizar una propuesta de producción más limpia del consumo de agua potable por medio del análisis de la capacidad actual del gasto de las instalaciones dentro del laboratorio y planta piloto del LIEXVE.
7. Elaborar un plan de capacitación para los profesionales y estudiantes que laboran en el LIEXVE.



## INTRODUCCIÓN

El aceite esencial y oleoresina de la pimienta gorda es una mezcla de varias sustancias químicas biosintetizadas (carbohidratos, proteínas, grasas, fibra, cineol, aluminio y cromo) por las plantas que da un aroma similar al clavo con un soplo de nuez moscada y canela.

El trabajo se divide en cuatro capítulos: en el capítulo 1 se da a conocer la información general del Centro de Investigaciones de Ingeniería y del LIEXVE; así como visión, misión y su estructura organizacional.

En el Capítulo 2 está integrado por el estudio de mercado, técnico, administrativo-legal y la evaluación económica-financiera.

En el Capítulo 3 se determina el consumo de agua en el Laboratorio de Extractos Vegetales (LIEXVE) para así realizar una propuesta para la reducción del uso de agua dentro del laboratorio y planta piloto.

En el Capítulo 4 se incluye el diagnóstico de las necesidades de la capacitación, plan de capacitación, los resultados de la misma y sus costos.



# **1. INFORMACIÓN GENERAL DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA**

## **1.1. Información general del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII)**

“El Centro de Investigaciones de Ingeniería: investiga, coordina e imparte docencia práctica; coordina y asesora investigadores para fines científicos, docente y de servicio. Esta unidad fue creada para que el campo propio de la ingeniería desempeñe esta función, tanto dentro de la Universidad como en el país.

El Centro de Investigaciones de Ingeniería presta sus servicios a entidades públicas y privadas, gubernamentales y no gubernamentales así como a personas individuales mediante la búsqueda de la solución a sus problemas técnicos específicos, en las Áreas de la Construcción, Ingeniería Sanitaria, Metrología Industrial y Química Industrial y afines a las Ingenierías.

Debido a que la Planta Piloto y el Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE) pertenecen al Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) presta sus servicios a entidades públicas y privadas, gubernamentales y no gubernamentales así como a personas individuales que buscan la solución a sus problemas técnicos específicos, en la temática de extractos vegetales. Con las líneas de investigación de aceites esenciales, oleorresinas, colorantes naturales, taninos, aceites fijos y hoy en día en la línea de investigación sobre biocombustibles.”<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones de Ingeniería CII, USAC

Los costos de estos servicios están en función de un arancel en el cual se considera el tipo de ensayo, proporcionando al interesado que lo solicita un informe técnico de laboratorio como constancia del ensayo realizado.

## **1.2. Descripción del Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE)**

El laboratorio de investigación de extractos vegetales forma parte de la Sección de Química Industrial del CII, el cual tiene la finalidad de realizar investigación sobre la obtención y caracterización de extractos provenientes de especies vegetales y forestales para su aplicación en la industria fitofarmacéutica, cosméticas y alimenticias.

El LIEXVE es un laboratorio de alta calidad científica y tecnológica, que ofrecen servicios arancelados con control de calidad, para proporcionar alternativas de industrialización que sustituya a los tradicionales procesos de productos agrícolas, mediante una metodología apropiada de extracción, fomentando la utilización de estos métodos y darle mayor valor agregado a los productos de las comunidades rurales del país.

## **1.3. Visión**

“Desarrollar investigación científica como el instrumento para la resolución de problemas de diferentes campos de la ingeniería, orientada a la optimización de los recursos del país y a dar respuesta a los problemas nacionales; contribuir al desarrollo de la prestación de servicios de ingeniería de alta calidad científico-tecnológica para todos los sectores de la sociedad guatemalteca; colaborar en la formación profesional de ingenieros y técnicos; propiciar la

comunicación con otras entidades que realizan actividades afines, dentro y fuera de la República de Guatemala, dentro del marco definido por la Universidad de San Carlos de Guatemala. Mantener un liderazgo en todas las áreas de Ingeniería a nivel nacional y regional centroamericano, en materia de investigación, análisis y ensayos de control de calidad, expertaje, asesoría técnica y consultoría, formación de recurso humano, procesamiento y divulgación de información técnica y documental, análisis, elaboración y aplicación de normas.”<sup>2</sup>

#### **1.4. Misión**

“Investigar alternativas de solución científica y tecnológica para la resolución de la problemática científico-tecnológica del país en las áreas de ingeniería, que estén orientadas a dar respuesta a los problemas nacionales; realizar análisis y ensayos de caracterización y control de calidad de materiales, estructuras y productos terminados de diversa índole; desarrollar programas docentes orientados a la formación de profesionales, técnicos de laboratorio y operarios calificados; realizar inspecciones, evaluaciones, expertajes y prestar servicios de procesar y divulgar información técnica y documental en las materias relacionadas con la ingeniería”.<sup>3</sup>

#### **1.5. Estructura organizacional del Centro de Investigaciones de Ingeniería**

El número de trabajadores con la que cuenta el Centro de Investigación de Ingeniería es:

---

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones de Ingeniería CII, USAC .

<sup>3</sup> *Ibíd.*

Tabla I. **Personal del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII)**

<b>Personal administrativo</b>	<b>Auxiliares de cátedra</b>	<b>Profesionales interinos</b>	<b>Profesionales titulares</b>	<b>Total</b>
38	2	15	12	67

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería

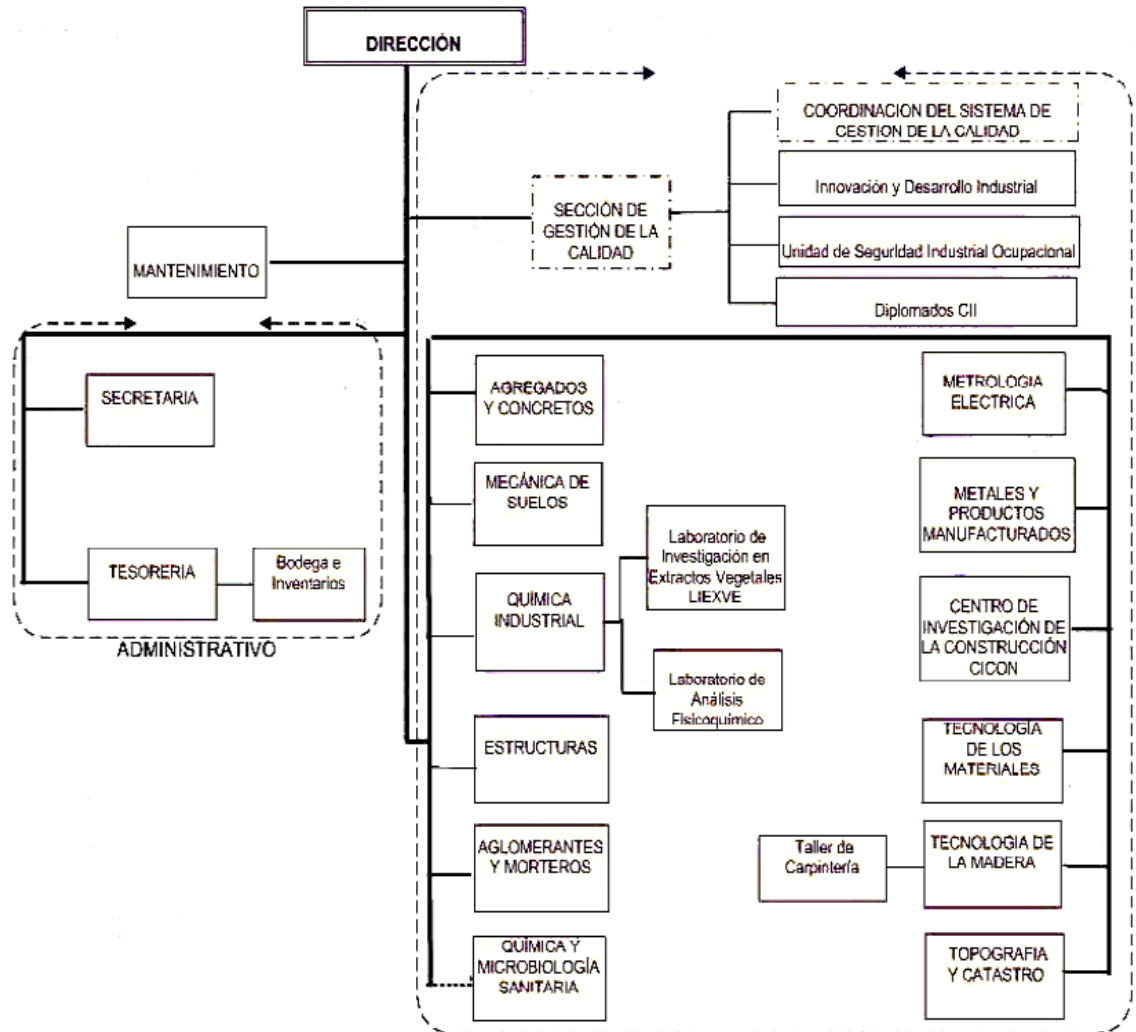
Para la ejecución de las actividades del Centro, se cuenta con las siguientes secciones: dirección, tesorería, secretaría, recepción, bodega.

Las funciones de los puestos del CII son:

- Personal administrativo: incluye el personal no operativo y de apoyo en otras áreas, como son: secretarías, auxiliares administrativos, vigilantes, etc.
- Auxiliares de cátedra: comprende a los estudiantes que no poseen grado académico, cuyas funciones es apoyar a las actividades de docencia, investigación y extensión.
- Profesores interinos: comprende a los profesionales que son contratados para prestar servicios interinos, ocasionales o por tiempo limitado.
- Profesores titulares: se considerarán como profesores titulares, únicamente a quienes hayan obtenido la cátedra respectiva por oposición, y no a quienes desempeñen una cátedra en forma interina. Asimismo, para la determinación del número de profesionales que no son profesores del Colegio respectivo que deban concurrir para la integración del cuerpo electoral que elegirá Decano de una Facultad, se tomará como base, no el número de cátedras de la carrera de que se trata sino el número de profesores titulares de la misma.

A continuación en la figura 1 se presenta el organigrama del CII.

Figura 1. Organigrama del Centro de Investigaciones de Ingeniería



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Sección de la Calidad. Manual de la calidad.





## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL Y OLEORRESINA DE LA PIMIENTA GORDA (PIMIENTA DIOICA (L.) MERRILL) PROVENIENTE DE ALTA VERAPAZ Y PETÉN, A ESCALA LABORATORIO Y PLANTA PILOTO**

### **2.1. Diagnóstico actual**

El Laboratorio de investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE) forma parte del Centro de Investigación de Ingeniería (CII); en el cual surge la necesidad de generar información sobre los métodos de extracción del aceite esencial y oleorresina de la pimienta gorda que son: hidrodestilación (aceite esencial) y maceración dinámica (oleorresina) ambos a escala laboratorio y planta piloto

Como parte de la investigación, las variables a determinar son: evaluar la calidad y el rendimiento del aceite esencial y oleorresina de la pimienta gorda (*pimenta dioica (L.) Merrill*), obtenidos de las hojas y frutos provenientes de Alta Verapaz y Petén y su aplicación en la industria cosmética y alimenticia.

Durante esta fase de la investigación del proyecto, surge la necesidad de realizar un estudio de factibilidad de la extracción del aceite esencial y oleorresina de la pimienta gorda a escala laboratorio y planta piloto proveniente de Alta Verapaz y Petén.

Adicional se realizó una entrevista no estructurada al Jefe del Laboratorio de extractos vegetales, quien sugiere que el estudio de factibilidad de la extracción del aceite esencial y oleorresina de la pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merrill), se oriente al mercado de Guatemala y que el estudio técnico y la evaluación económica-financiera sea sobre los métodos de extracción de hidrodestilación (aceite esencial) y maceración dinámica (oleorresina) ambos a escala laboratorio y planta piloto.

### **2.1.1. Análisis FODA**

Listado de hallazgos para el análisis FODA

- Oportunidades
  - Único laboratorio de extractos vegetales a escala planta piloto en el país.
  - Intercambio de conocimiento y tecnología a empresas alimenticias.
  - Contribuir a que habitantes de las comunidades de Guatemala puedan optar a empleos con la implementación de los proyectos.
  - Exportación de productos innovadores.
  - Alianzas estratégicas y convenios con industrias alimentarias u organizaciones y universidades.
  - Disponibilidad de financiamiento por medio de la DIGI o CONCYT..
  - Apertura de nuevos mercados.
  
- Amenazas
  - Poca participación de la entidad privada en la participación de proyectos de investigación.

- Es una entidad que no retribuye nada a la economía del país.
  - Existe una gran cantidad de personas que desconocen de esta entidad.
  - Materia prima disponible por temporadas.
  - Atraso de aporte de recursos dirigidos a la investigación por FONACYT.
  - Variaciones en el precio de materias primas que afecten la realización de proyectos.
  - Fenómenos naturales que puedan afectar la materia prima y producto terminado.
- Fortalezas
    - La capacidad instalada en la empresa es apta para desarrollar las investigaciones adecuadas.
    - A pesar de ser un laboratorio pequeño, la distribución de la planta se adecua a las necesidades con fines de investigación.
    - Existen aproximadamente más de 30 investigaciones que se han elaborado.
    - Recurso humano disponible.
    - Mejora continua en los procesos de producción.
    - Debido a que es una entidad de la USAC, tiene un respaldo institucional fuerte.
    - Existen temas de para desarrollar investigaciones de diversa índole.
- Debilidades
    - A veces no se cuenta con los equipos necesarios como por ejemplo: espectrofotómetro.

- Problemática en los drenajes en la época lluviosa, debido a que se entra el agua en el área de la planta piloto.
- Existe poco personal capacitado.
- Rotación y cambio de personal demasiado.
- Falta de bodega apta para almacenamiento de materia prima.
- Carencia de Manual sobre uso de planta piloto y equipo de laboratorio.
- Falta de cursos teóricos – prácticos a estudiantes de la USAC sobre elaboración de extractos vegetales

En las tablas II se presenta la matriz FODA y en la tabla III la matriz de maximización y minimización.

Tabla II. **FODA**

<b>Exterior</b>	
<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Único laboratorio de extractos vegetales a escala planta piloto en el país.</li> <li>• Intercambio de conocimiento y tecnología a empresas alimenticias.</li> <li>• Contribuir a que habitantes de las comunidades de Guatemala puedan optar a empleos con la implementación de los proyectos.</li> <li>• Exportación de productos innovadores.</li> <li>• Alianzas estratégicas y convenios con industrias alimentarias u organizaciones y universidades.</li> <li>• Disponibilidad de financiamiento por medio de la DIGI o CONCYT.</li> <li>• Apertura de nuevos mercados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poca participación de la entidad privada en la participación de proyectos de investigación.</li> <li>• Es una entidad que no retribuye nada a la economía del país.</li> <li>• Existe una gran cantidad de personas que desconocen de esta entidad.</li> <li>• Materia prima disponible por temporadas.</li> <li>• Atraso de aporte de recursos dirigidos a la investigación por FONACYT.</li> <li>• Variaciones en el precio de materias primas que afecten la realización de proyectos.</li> <li>• Fenómenos naturales que puedan afectar la materia prima y producto terminado.</li> </ul>

Continuación de la tabla II

<b>Interior</b>	
<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La capacidad instalada en la empresa es apta para desarrollar las investigaciones adecuadas.</li> <li>• A pesar de ser un laboratorio pequeño, la distribución de la planta se adecua a las necesidades con fines de investigación.</li> <li>• Existen aproximadamente más de 30 investigaciones que se han elaborado.</li> <li>• Recurso humano disponible.</li> <li>• Mejora continua en los procesos de producción.</li> <li>• Debido a que es una entidad de la USAC, tiene un respaldo institucional fuerte.</li> <li>• Existen temas de para desarrollar investigaciones de diversa índole.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A veces no se cuenta con los equipos necesarios como por ejemplo: espectrofotómetro.</li> <li>• Problemática en los drenajes en la época lluviosa, debido a que se entra el agua en el área de la planta piloto.</li> <li>• Existe poco personal capacitado.</li> <li>• Rotación y cambio de personal demasiado.</li> <li>• Falta de bodega apta para almacenamiento de materia prima.</li> <li>• Carencia de Manual sobre uso de planta piloto y equipo de laboratorio.</li> <li>• Falta de cursos teóricos – prácticos a estudiantes de la USAC sobre elaboración de extractos vegetales.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Matriz de maximización y minimización**

<b>Fortalezas-oportunidades(Maximizar-maximizar)</b>	<b>Debilidades-oportunidades (Minimizar-maximizar)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortalecer la investigación.</li> <li>• Capacitación constante al personal.</li> <li>• Aprovechar los recursos internos.</li> <li>• Asociarse con empresas donde realicen extracciones vegetales</li> <li>• Dar conferencias sobre trabajos realizados dentro del LIEXVE.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Invertir en el equipo faltante.</li> <li>• Ampliar las contrataciones.</li> <li>• Solicitar mantenimiento a los drenajes.</li> <li>• Realizar diseño de la producción.</li> <li>• Implementar capacitaciones constantes.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

Continuación de la tabla III.

<b>Fortalezas-amenazas (maximizar-minimizar)</b>	<b>Debilidades-amenazas (minimizar-minimizar)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprovechar la capacidad y distribución instalada para dar a conocer el LIEXVE por medio de capacitaciones a estudiantes y diversas personas sobre temas específicos.</li> <li>• Mantener comunicación con entidades privadas para la obtención de materias primas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor asignación de presupuesto para el LIEXVE.</li> <li>• Fortalecer las bases de las investigaciones.</li> <li>• Realizar estudios de mercado antes de efectuar las investigaciones.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia

Las estrategias establecidas son:

- Capacitar constantemente al personal del LIEXVE para mejorar la eficiencia de los mismos
- Establecer comunicación con la entidad privada y estatal para tener una lista de contactos de proveedores de materia prima, reactivos, etc.
- Involucrar a la población en general a que se interesen en el LIEXVE por medio de capacitaciones de diversos temas.
- Por medio de la investigación de nuevos productos, mejora de calidad enfocados a los clientes poder aumentar el nicho de mercado de los aceites esenciales y por lo tanto cumplir con un aumento de demanda de los mismos.
- Por medio de la motivación y capacitación del personal aprovechando la capacidad actual instalada, así lograr aumentar las investigaciones realizadas.
- Por medio del contacto de la gran cantidad de proveedores, poder identificar las mejores maquinarias y equipo a utilizar en los procesos de

extracción de aceites esenciales y oleorresinas para poder mantener procesos y rendimientos estables.

## **2.2. Estudio de mercado**

Se hace el análisis de la demanda a nivel nacional, análisis de la oferta, estimación de la demanda potencial insatisfecha, análisis de precios, plan de *marketing* y se define el canal de comercialización que más conviene.

### **2.2.1. Análisis de las cantidades demandadas**

Las cantidades demandadas de aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda a nivel nacional fueron estimadas por medio del Consumo Nacional Aparente CNA que es “una forma de medir la cantidad de producto de que dispone un país para su consumo”<sup>4</sup>.

Según Baca Urbina, el CNA se calcula así: producción nacional+ importaciones-exportaciones, este será estimado para los años 2002-2016 ya que son los datos disponibles en el Banco de Guatemala, con los datos que se proyecta para los años 2017-2025 y con ello se llega a determinar la demanda potencial insatisfecha. El análisis de la demanda del aceite esencial y de la oleorresina no se realiza por aparte debido a que los datos proporcionados en BANGUAT son en conjunto.

#### **2.2.1.1. Datos históricos**

Los datos que se recopilan (ver anexo 11, 12 y 13) son: la producción nacional, importaciones y exportaciones. Los datos de importación y

---

<sup>4</sup> Coordinación General de Ganadería, SAGARPA.



exportación se obtuvieron en el Banco de Guatemala, de acuerdo al Sistema Arancelario Centroamericano (SAC), la partida en la cual se clasifica es la 33.01 Aceites esenciales incluidos los concretos o absolutos, resinoides, oleorresinas de extracción, aceites gradas, fijos, otros. Esta se divide en 3301.1 y en 3301.2, estas a su vez están divididas por sub-partidas, las cuales detallan con mayor especificación el producto como se presenta en la tabla IV.

Tabla IV. **Clasificación de la partida arancelaria 33.01**

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
3301.1	Aceite esencial de agrios (cítricos)
3301.11.00	De bergamota
3301.12.00	De naranja
3301.13.00	De limón
3301.14.00	De lima
3301.19.00	Los demás
3301.2	Aceites esenciales, excepto los agrios (cítricos)
3301.21.00	De geranio
3301.22.00	De jazmín
3301.23.00	De lavanda (espliego) o de lavandín
3301.24.00	De menta piperita
3301.26.00	De espicanardo
3301.29.00	Los demás
3301.30.00	Resinoides
3301.90.00	Los demás

Fuente: Sistema Arancelario Centroamericano 2017.

El código arancelario utilizado para el aceite esencial y oleorresina de la pimienta gorda es 3301.29.00 (*“Los demás”*) debido que no existe un código específico para este.

En Guatemala son pocas las empresas (EXTRACT, S.A., AROMAS NATURALES, S.A., COLORANTES Y QUÍMICOS DE C.A. COLQUICA) que se

dedican a la extracción de aceite esencial y/o oleorresina de la pimienta gorda, usándose en medicina, cosméticos y alimentos para su posterior distribución a nivel nacional e internacional. Los datos que se obtienen en la recopilación de fuentes secundarias dan idea de cómo está el mercado a nivel nacional, además sirven para la proyección de datos de demanda.

Para encontrar la demanda se estima al igual que el CNA de la sección 2.2.1 de la página 13, así se realizan los siguientes cálculos:

- Demanda (Kg) del 2002= $2\,960,00+598\,365-598\,365=1\,744,70$
- Demanda (Kg) del 2003= $3\,196,00+909\,912-2\,069,87=2\,036,05$
- Demanda (Kg) del 2004= $1\,700,00+2\,234,88-1\,717,38=2\,217,51$
- Demanda (Kg) del 2005= $3\,186,00+1\,528,19-2\,429,75=2\,284,44$
- Demanda (Kg) del 2006= $3\,002,00+1\,784,19-2\,372,70=2\,413,49$
- Demanda (Kg) del 2007= $5\,200,00+0-3\,003,38=2\,196,62$
- Demanda (Kg) del 2008= $2\,389,00+0-287,95=2\,101,05$
- Demanda (Kg) del 2009= $3\,389,00+0-0=3\,389,00$
- Demanda (Kg) del 2010= $3\,148,00+0-0=3\,148,00$
- Demanda (Kg) del 2011= $3\,198,00+0-0=3\,198,00$
- Demanda (Kg) del 2012= $3\,245,00+0-0=3\,245,00$
- Demanda (Kg) del 2013= $2\,889,00+0-0=2\,889,00$
- Demanda (Kg) del 2014= $2\,987,00+0-0=2\,987,00$
- Demanda (Kg) del 2015= $2\,888,00+0-0=2\,888,00$
- Demanda (Kg) del 2016= $3\,384,94+0-0=3\,384,94$

Con los datos anteriores calculados se realiza la tabla V. Con estos datos se realiza la proyección de la demanda hasta el 2025, la cual servirá para el cálculo de la demanda potencial insatisfecha.

Tabla V. **Producción nacional, importaciones y exportaciones del aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda en Guatemala**

Años	Producción Nacional	Importaciones	Exportaciones	Consumo Nacional Aparente
	Peso en kg			
2002	2 960,00	598,365	598,365	1 744,70
2003	3 196,00	909,912	2 069,87	2 036,05
2004	1 700,00	2 234,88	1 717,38	2 217,51
2005	3 186,00	1 528,19	2 429,75	2 284,44
2006	3 002,00	1 784,19	2 372,70	2 413,49
2007	5 200,00	0	3 003,38	2 196,62
2008	2 389,00	0	287,95	2 101,05
2009	3 389,00	0	0	3 389,00
2010	3 148,00	0	0	3 148,00
2011	3 198,00	0	0	3 198,00
2012	3 245,00	0	0	3 245,00
2013	2 889,00	0	0	2 889,00
2014	2 987,00	0	0	2 987,00
2015	2 888,00	0	0	2 888,00
2016	3 384,94	0	0	3 384,94

Fuente: Banco de Guatemala (BANGUAT), 2016.

#### **2.2.1.1.1. Selección de variables macroeconómicas**

En este caso la variable macroeconómica más correlacionada con el consumo nacional aparente es el producto interno bruto (PIB), debido a que este hace referencia a la suma de todos los bienes y servicios finales que produce un país o una economía a nivel nacional.

En la tabla VI se presenta los datos del producto interno bruto (PIB) de los años 2002-2016 a nivel nacional.

Tabla VI. **Variable macroeconómica del producto interno bruto (PIB)**

<b>Año</b>	<b>PIB (Millones de Q)</b>
2002	152 660,90
2003	156 524,50
2004	161 458,20
2005	166 722,00
2006	175 691,20
2007	186 766,90
2008	192 894,90
2009	193 909,60
2010	199 473,80
2011	207 776,00
2012	213 946,60
2013	221 857,50
2014	231 118,20
2015	240 706,80
2016	243 055,77

Fuente: Banco de Guatemala (BANGUAT), 2016.

### **2.2.1.2. Proyección de datos**

Para la proyección de datos del producto interno bruto para los años 2017-2025 son utilizados los datos de la tabla VII para el realizar el siguiente análisis de regresión lineal simple en Excel.

Tabla VII. **Regresión con fuentes secundarias para el PIB**

<b><i>Estadísticas de la regresión</i></b>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,996212832
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,992440007

Continuación de la tabla VII.

R <sup>2</sup> ajustado		0,991858469			
Error típico		2 705,292114			
Observaciones		15			
ANÁLISIS DE VARIANZA					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
<b>Regresión</b>	1	12489772650	12489772650	1 706,578225	4,67
<b>Residuos</b>	13	95141870,49	7 318 605,422		
<b>Total</b>	14	12584914 521			
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	
<b>Intercepción</b>	-13221399,21	3,248,000,534	4,070,627,167	4.28E-11	
<b>Año</b>	6678.797114	1,616,721,266	4,131,075,193	3.54E-10	
	<i>Inferior 95,0 %</i>	<i>Superior 95,0 %</i>	<i>Inferior 95,0 %</i>	<i>Superior 95,0 %</i>	
<b>Intercepción</b>	-13923087,07	-12519711,36	-13923087,07	-12519711,36	
<b>Año</b>	6,329,525,719	7,028,068,509	6,329,525,719	7,028,068,509	

Fuente: elaboración propia a partir de datos de BANGUAT.

Con la regresión de la tabla VII se obtiene la ecuación del producto interno bruto (PIB) que es la siguiente:  $PIB = 6678,797114 \cdot (\text{Año}) - 13221399,21$  y así poder estimar el producto interno bruto del año 2017-2025.

Esta predicción resulta válida debido a que el coeficiente de correlación lineal es del 0,99 y es muy cercano a uno, lo que indica que la relación lineal entre el tiempo (años) y el PIB (en millones de quetzales) es aceptable.

El valor de F que es de 1 706,578225 es mayor que  $F_{(0,05, 1,13)}=4,67$  y por lo que se puede concluir que en el 95,0 % de confianza que los años tienen un poder explicativo alto.

A continuación se presentan los cálculos del PIB.

- PIB (Millones de Q) del año 2017= $6678,797114*(2017) -13221399,21=249\ 734,5683$
- PIB (Millones de Q) del año 2018= $6678,797114*(2018) -13221399,21=256\ 413,3654$
- PIB (Millones de Q) del año 2019= $6678,797114*(2019) -13221399,21=263\ 092,1625$
- PIB (Millones de Q) del año 2020= $6678,797114*(2020) -13221399,21=269,770.9596$
- PIB (Millones de Q) del año 2021= $6678,797114*(2021) -13221399,21=276\ 449,756$
- PIB (Millones de Q) del año 2022= $6678,797114*(2022) -13221399,21=283\ 128,5538$
- PIB (Millones de Q) del año 2023= $6678,797114*(2023) -13221399,21=289\ 807,351$
- PIB (Millones de Q) del año 2024= $6678,797114*(2024) -13221399,21=296\ 486,1481$
- PIB (Millones de Q) del año 2025= $6678,797114*(2025) -13\ 221\ 399,21=3\ 031\ 64,9452$

Estos datos calculados se presentan a continuación en la tabla VIII

Tabla VIII. **Datos Proyectos del producto interno bruto (PIB) del 2017-2025**

<b>Año</b>	<b>PIB (Millones de Q)</b>
2017	249 734,5683
2018	256 413,3654
2019	26 309,163
2020	269 770,96
2021	276 449,757
2022	283 128,554
2023	289 807,351
2024	296 486,1481
2025	3 0231 64,9452

Fuente: elaboración propia a partir de datos de BANGUAT.

A continuación son agrupados lo datos de la tabla V y VI en la tabla IX con los datos del consumo nacional aparente y del Producto Interno Bruto (PIB) del año 2002 al 2016.

Tabla IX. **Producto interno bruto y consumo nacional aparente**

<b>Años</b>	<b>PIB (Millones de Q)</b>	<b>Consumo Nacional Aparente(kg)</b>
2002	152 660,90	1 744,70
2003	156 524,50	2 036,05
2004	161 458,20	2 217,51
2005	166 722,00	2 284,44
2006	175 691,20	2 413,49
2007	186 766,90	2 196,62
2008	192 894,90	2 101,05

Continuación de la tabla IX.

<b>Años</b>	<b>PIB (Millones de Q)</b>	<b>Consumo Nacional Aparente(kg)</b>
2009	193 909,60	3 389,00
2010	199 473,80	3 148,00
2011	207 776,00	3 198,00
2012	213 946.60	3 245,00
2013	221 857,50	2 889,00
2014	231 118,20	2 987,00
2014	231 118,20	2 987,00
2016	243 055,77	3 384,94

Fuente: elaboración propia empleando datos de BANGUAT.

Para conocer los datos de la demanda de los años 2017-2025 se debe utilizar los datos conocidos de la demanda y el PIB de la tabla IX para realizar un análisis de regresión múltiple en la tabla X.

Debido a que las matemáticas de la regresión múltiple son bastante complejas se puede usar Excel para desarrollar un modelo de regresión lineal múltiple, tal como se realizó con el modelo de regresión lineal simple.

Tabla X. **Regresión con fuentes secundarias para la demanda**

<b>Estadísticas de la regresión</b>	
Coeficiente de correlación años-PIB	0,996212832
Coeficiente de correlación años-CNA	0,819840533
Coeficiente de correlación PIB.CNA	0,776041104
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,891192498
R <sup>2</sup> ajustado	0,873057914
Error típico	1,971,511,659
Observaciones	15



Continuación de la tabla X.

<b>ANÁLISIS DE VARIANZA</b>				
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>
<b>Regresión</b>	2	3 820 257,408	1 910 128,704	40, 14325
<b>Residuos</b>	12	466 422,9864	38 868 ,5822	
<b>Total</b>	14	4 286 680,394		
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>
<b>Intercepción</b>	-1 514 611,769	268 279,758	- 5,645,643,118	0,000108022
<b>Año</b>	7,649,520,434	135, 5063433	5,645,138,262	0,000108109
<b>PIB</b>	-0,099345981	0,020212196	- 4,915,150,222	0,000356709
	<i>Inferior 95,0 %</i>	<i>Superior 95,0 %</i>	<i>Inferior 95,0 %</i>	<i>Superior 95,0 %</i>
<b>Intercepción</b>	-2 099 143,147	-9,300,803,914	-2 099 143,147	-930 080,3914
<b>Año</b>	4,697,090,845	1,060,195,002	4,697,090,845	1 060,195002
<b>PIB</b>	-0,143384574	-0,055307388	-0,143384574	-0,055307388

Fuente: elaboración propia empleando datos de BANGUAT.

Con la regresión de la tabla X se obtiene la ecuación de la demanda, que es la siguiente:  $CNA = -1514611,769 + (764,9520434 * \text{año}) - (0,099345981 * \text{PIB})$  y así poder estimar la demanda del año 2017-2025.

Esta predicción resulta válida debido a que el coeficiente de correlación lineal entre los años y el PIB del 0,99, entre los años y el CNA es de 0.89 y entre el PIB y el CNA es 0,77 y todos están muy cercano a uno, lo que indica que la relación lineal múltiple entre el tiempo (años), el PIB (en millones de quetzales) y el CNA (kg) es aceptable.

El valor de F que es de 49,14 es mayor que  $F_{(0,05, 2,12)}=3,89$  y por lo que se puede concluir que en el 95,0 % de confianza que los años con el PIB tienen un poder explicativo del CNA alto.

A continuación se presentan los datos calculados:

- CNA (Kg) del año 2017= $-1514611,769+ (764,9520434*2017) - (0,099345981*249\ 734,5683) = 3\ 486,38$
- CNA (Kg) del año 2018= $-1514611,769+ (764,9520434*2018) - (0,099345981*256\ 413,3654) = 3\ 587,82$
- CNA (Kg) del año 2019= $-1514611,769+ (764,9520434*2019) - (0,099345981*263\ 092,1625) = 3\ 689,26$
- CNA (Kg) del año 2020= $-1514611,769+ (764,9520434*2020) - (0,099345981*269\ 770,9596) = 3\ 790,70$
- CNA (Kg) del año 2021= $-1514611,769+ (764,9520434*2021) - (0,099345981*276\ 449,7567) = 3\ 892,14$
- CNA (Kg) del año 2022= $-1514611,769+ (764,9520434*2022) - (0,099345981*283\ 128,5538) = 3\ 993,58$
- CNA (Kg) del año 2023= $-1514611,769+ (764,9520434*2023) - (0,099345981*289\ 807,351) = 4\ 095,02$
- CNA (Kg) del año 2024= $-1514611,769+ (764,9520434*2024) - (0,099345981*296,486.1481) = 4\ 196,46$
- CNA (Kg) del año 2025= $-1514611,769+ (764,9520434*2025) - (0,099345981*303\ 164,94) = 4\ 297,90$

Estos datos calculados se presentan a continuación en la tabla XI.

Tabla XI. **Datos proyectados del consumo nacional aparente del aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda**

<b>Año</b>	<b>PIB (Millones de Q)</b>	<b>Consumo Nacional Aparente (Kg)/año</b>
2017	249 734,57	3 486,38
2018	256 413,36	3 587,82
2019	263 092,16	3 689,26
2020	269 770,96	3 790,70
2021	276 449,76	3 892,14
2022	283 128,55	3 993,58
2023	289 807,35	4 095,02
2024	296 486,15	4 196,46
2025	303 164,94	4 297,90

Fuente: elaboración propia a empleando datos de BANGUAT.

## **2.2.2. Análisis de la oferta**

En esta sección se da a conocer los oferentes del aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda y también se determina la oferta a nivel nacional. El análisis de la oferta del aceite esencial y de la oleorresina no se realiza por aparte debido a que los datos proporcionados por la empresa privada son en conjunto.

### **2.2.2.1. Número de productores y localización**

El listado de empresas que se presenta en la tabla XII son los que trabajan el a119ceite y esencial y oleorresina de pimienta gorda según el código arancelario 3301.29.00 (“*Los demás*”) a nivel de Guatemala en el año 2002-2007.

Tabla XII. **Domicilio comercial de los importadores y exportadores del capítulo 33 del sistema arancelario centroamericano, partida arancelaria 3313 aceite esencial**

Código Régimen	Razón Social	Domicilio Comercial
23	CUATRO ROSAS,S.A.	11 avenida 1-47 zona 1
22	AROMAS NATURALES, S.A.	4ta. calle 23-40, zona 7 kaminaljuyu I
22	EXTRACT, S.A.	30 av. 10-10 zona 11
23	AROMAS NATURALES S.A.	4 calle 23-40 zona 7 col. kaminaljuyu I
22	UTATLAN	8ta. avenida "a" 8-06, zona 2, Guatemala
22	AGROPECUARIA MARICON S A	av. la reforma 8-60 zona 9 Edif.Galería
23	COSCHEM CENTRO AMERICA	km 8.6 antigua carretera a El Salvador
23	ARMONIA	7a calle "a" 21-60 zona 14
23	ALFREDO HERBRUGER JR & CO LTDA	Carret. Roosevelt km. 14.325 zona 7
22	AROMAS NATURALES, S.A.	4ta calle 23-40 zona 7
22	YAHIL, S.A.	34 av. a 27-33 zona 5
22	UTATLAN, S.A.	8ta av. a 8-06 zona 2
23	AVENTIS PHARMA S.A.	km. 15.5 carretera Roosevelt zona 7
23	CUATRO ROSAS,S.A.	11 avenida 1-47 zona 1
23	LIPO CENTRO AMERICA, S.A.	10av 16-28 zona 10
23	SERTE, S.A.	21 avenida 16-03, zona 10 Concepción
22	DISTRIBUIDORA Y DROGUERIA DEL CARIBE	14 avenida 3-25 zona 1

Fuente: Superintendencia de Administración Tributaria (SAT), 2016.

En la tabla XII en la columna Código Régimen se observa para los números 22 y 23.

El número 22 se refiere a exportadores y el número 23 se refiere a importadores. Se consideran los importadores ya que ellos solo usan parte de lo que importan y ofrecen el producto al mercado nacional nuevamente, pero agregan otros solventes.

La información que se presenta en la tabla XII es tiene como objetivo conocer la localización en el territorio guatemalteco a los ofertantes del producto. Como se puede observar los importadores y exportadores del aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda se encuentran cerca del área capitalina.

### 2.2.2.2. Proyección de la oferta

A continuación en la tabla XIII se presentan los datos de la oferta del aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda, que son obtenidos por medio de encuestas no estructuradas realizadas a algunos exportadores (EXTRACT, S.A.) e importadores (COLORANTES Y QUÍMICOS DE C.A. COLQUICA).

Tabla XIII. **Oferta del aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda**

Años	PIB (Millones de Q)	Oferta(kg)
2006	175 691,20	1 212
2007	186 766,90	1 290
2008	192 894,90	1 300
2009	193 909,60	1 466
2010	199 473,80	2 200
2011	207 776,00	2 322
2012	213 946,60	2 440
2013	221 857,50	2 130
2014	231 118,20	2 245
2015	240 706,80	2 279,69
2016	243 055,77	2 691,06

Fuente: elaboración propia, empleando datos proporcionados por Departamentos de Compras de la empresa privada

Como se puede observar en la tabla XIII, la oferta va aumentando año con año a excepción del 2013 que ocurrió una disminución. Con estos datos se hace el análisis de regresión múltiple en la tabla XIV para obtener una oferta proyectada y de esa forma proyectar la demanda potencial insatisfecha para 2017-2025.

Tabla XIV. **Regresión con fuentes secundarias para la oferta**

<b>Estadísticas de la regresión</b>					
Coeficiente de correlación Años-PIB					0,99251243
Coeficiente de correlación Años-oferta					0,88933273
Coeficiente de correlación PIB-oferta					0,84416113
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>					0,89033049
R <sup>2</sup> ajustado					0,862913113
Error típico					197,7934626
Observaciones					11
<b>ANÁLISIS DE VARIANZA</b>					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
<b>Regresión</b>	2	2 540 851	1 270 425,3	17,1118014	4,46
<b>Residuos</b>	8	312 978,031	39 122,25		
<b>Total</b>	10	2 853 829,03	39 122,2538		
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	
<b>Intercepción</b>	-1 103 103,03	305 739,7727	-3,607980145	0,006901875	
<b>Año</b>	555,9287581	154,3990999	3,600595849	0,006976259	
<b>PIB</b>	-0,06154263	0,022852839	-2,692997118	0,027369272	
	<i>Inferior 95,0 %</i>	<i>Superior 95,0 %</i>	<i>Inferior 95,0 %</i>	<i>Superior 95,0 %</i>	
<b>Intercepción</b>	-1 808 140,21	-398 065,8494	-1 808 140,21	-398 065,8494	
<b>Año</b>	199,8837953	911,9737209	199,8837953	911,9737209	
<b>PIB</b>	-0,114241371	-0,008843888	-0,114241371	-0,008843888	

Fuente: elaboración propia, 2016.

Con los datos de la tabla XIV se encuentra la ecuación de la oferta del aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda.

Oferta= -1103103,03 + (555,9287581\* año) - (0,06154263 PIB). Esta predicción resulta válida debido a que el coeficiente de correlación lineal entre

los años y el PIB del 0,99, entre los años y el oferta es de 0,89 y entre el PIB y la oferta es 0,84 y todos están muy cercano a uno, lo que indica que la relación lineal múltiple entre el tiempo (años), el PIB (en millones de quetzales) y la oferta (kg) es aceptable.

El valor de F que es de 17,11 es mayor que  $F_{(0,05, 2,8)}=4,46$  y por lo que se puede concluir que en el 95,0 % de confianza que los años con el PIB tienen un poder explicativo para la oferta alto. A continuación se presentan los datos calculados:

- Oferta (Kg) del año 2017= $-1103103,03+ (555,9287581*2017) - (0,06154263*249\ 734,5683) = 2\ 835,95$
- Oferta (Kg) del año 2018= $-1103103,03+ (555,9287581*2018) - (0,06154263*249,734,683) = 2\ 980,85$
- Oferta (Kg) del año 2019= $-1103103,03+ (555,9287581*2019) - (0,06154263*249\ 734,5683) = 3\ 125,75$
- Oferta (Kg) del año 2020= $-1103103,03+ (555.9287581*2020) - (0,06154263*249\ 734,5683) = 3\ 270,65$
- Oferta (Kg) del año 2021= $-1103103.03+ (555.9287581*2021) - (0,06154263*249\ 734,5683) = 3\ 415,55$
- Oferta (Kg) del año 2022= $-1103103,03+ (555,9287581*2022) - (0,06154263*249,734.5683) = 3\ 560,44$
- Oferta (Kg) del año 2023= $-1103103,03+ (555,9287581*2023) - (0,06154263*249,734.5683) = 3\ 705,34$
- Oferta (Kg) del año 2024= $-1103103,03+ (555,9287581*2024) - (0,06154263*249,734.5683) = 3\ 850,24$
- Oferta (Kg) del año 2025= $-1103103,03+ (555,9287581*2025) - (0,06154263*249,734.5683) = 3\ 995,14$

Estos datos calculados se presentan a continuación en la tabla XV.

Tabla XV. **Datos proyectados de la oferta del aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda**

<b>Años</b>	<b>Oferta(kg)</b>
2,017	2 835,95
2,018	2 980,85
2,019	3 125,75
2,020	3 270,65
2,021	3 415,55
2,022	3 560,44
2,023	3 705,34
2,024	3 850,24
2,025	3 995,14

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla XV la oferta del aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda para los años 2017-2025 va en aumento, por lo que es conveniente para el proyecto.

### **2.2.3. Estimación de la demanda potencial insatisfecha**

La demanda potencial insatisfecha es cuando la producción y la oferta no alcanza para cubrir los requerimientos del mercado<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup>SAPAG CHAIN, Nassir. *Preparación y evaluación de proyectos*.p. 81.



Para la estimación de la demanda potencial insatisfecha de los años 2006-2025 se resta la oferta a la demanda. Los datos de la oferta son obtenidos de la tabla XIV y los de la demanda de la tabla X.

Cabe mencionar que en condiciones reales no existe el mercado satisfecho saturado, en decir, aquel en que ya no se pueda vender un solo artículo más.

A continuación se presentan los datos de la demanda, oferta y demanda potencial insatisfecha en la tabla XVI.

**Tabla XVI. Demanda potencial insatisfecha de aceite esencial y oleorresina en los años 2006-2025**

<b>Años</b>	<b>Demanda (kg)</b>	<b>Oferta(kg)</b>	<b>Demanda Potencial Insatisfecha (Kg)</b>
2006	2 413,49	1 212,00	1 201,49
2007	2 196,62	1 290,00	906,62
2008	2 101,05	1 300,00	801,05
2009	3 389,00	1 466,00	1 923,00
2010	3 148,00	2 200,00	948,00
2011	3 198,00	2 322,00	876,00
2012	3 245,00	2 440,00	805,00
2014	2 987,00	2 245,00	742,00
2014	2 987,00	2 245,00	742,00
2015	2 888,00	2 279,69	608,31
2016	3 384,94	2 691,06	693,88
2017	3 486,38	2 835,95	650,42
2018	3 587,82	2 980,85	606,97
2019	3 689,26	3 125,75	563,51
2020	3 790,70	3 270,65	520,05

Continuación de la tabla XVI

<b>Años</b>	<b>Demanda (kg)</b>	<b>Oferta(kg)</b>	<b>Demanda Potencial Insatisfecha (Kg)</b>
2021	3 892,14	3 415,55	476,59
2022	3 993,58	3 560,44	433,14
2023	4 095,02	3 705,34	389,68
2024	4 196,46	3 850,24	346,22
2025	4 297,90	3 995,14	302,76

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XVI se observa el decrecimiento de la demanda potencial insatisfecha, solo se incrementó en el 2009, y se predice que para el 2025 se estará demandando 302.76 kg de aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda.

Estos datos indican que al ser pocas empresas que producen el aceite esencial y oleorresina han abastecido ligeramente la demanda posible y que es favorable para el proyecto debido a que al existir más productores, se satisface la demanda realmente necesaria.

#### **2.2.4. Análisis de precios**

El precio es la cantidad monetaria a la que los productores están dispuestos a vender, y los consumidores a comprar un bien o servicio, cuando la oferta y la demanda están en equilibrio.<sup>6</sup> El precio del aceite esencial y oleorresina es de tipo nacional debido a que es el que está vigente en todo el

---

<sup>6</sup> BACA URBINA, Gabriel .*Evaluación de proyectos*. p. 48.

país; esto es importante ya que es uno de los factores que afectarán la rentabilidad.

#### 2.2.4.1. Análisis comparativo de precios

El análisis de precios que se presenta en la tabla XVII y XVIII se estimó con el último precio de 2017 utilizando la inflación promedio de los años 2012- 2016 calculado por el INE y proporcionado por el BANGUAT que es del 3,97 %.

Tabla XVII. **Análisis comparativo de precios del aceite esencial de pimienta gorda**

Año	Cantidad					
	1 onza	2 onzas	4 onzas	8 onzas	1/2 litro*	1 litro*
2010	Q54,39	Q101,97	Q183,75	Q323,08	Q582,14	Q1 056,5,9
2011	Q56,46	Q105,87	Q191,35	Q336,43	Q606,21	Q1 100,27
2012	Q58,80	Q110,25	Q199,26	Q350,34	Q631,27	Q1 145,76
2013	Q61,23	Q114,81	Q207,50	Q364,83	Q657,37	Q1 193,12
2014	Q63,76	Q119,55	Q216,08	Q379,91	Q684,54	Q1 242,45
2015	Q66,40	Q124,49	Q225,01	Q395,61	Q712,84	Q1 293,81
2016	Q69,14	Q129,64	Q234,31	Q411,97	Q742,31	Q1 347,30
2017	Q70,00	Q135,00	Q244,00	Q429,00	Q773,00	Q1 403,00

\*1/2 litro=1/2Kg=16.90 onz

\*\* 1 litro=33.81 onz

Fuente: elaboración propia, con datos de la empresa privada calculado con la inflación.

Tabla XVIII. **Análisis comparativo de precios de la oleoresina de pimienta gorda**

Año	½ Kg
2010	Q395,25
2011	Q411,59
2012	Q428,61
2013	Q446,33

Continuación de la tabla XVIII.

<b>Año</b>	<b>½ Kg</b>
<b>2014</b>	Q464,78
<b>2015</b>	Q483,99
<b>2016</b>	Q504,00

Fuente: elaboración propia con datos de la empresa privada calculado con la inflación

#### **2.2.4.2. Determinación del precio**

En el estudio técnico de la sección 2.3.8 de la página 102 (costos totales) se estimó que el costo total para el aceite esencial de pimienta gorda es de Q.42,27/onza y para el extracto de oleorresina es de Q.321,85/ medio kg.

Según Chapaj Chain para determinar el precio del aceite esencial y oleorresina se debe de utilizar la siguiente ecuación:

$$1) P_v = C_u (1+h)(IVA)$$

Donde:

$P_v$ = precio de venta

$C_u$ = costo unitario del producto

$h$ = margen de ganancia sobre los costos

IVA: el impuesto al valor agregado (12,0 % en Guatemala)

El margen de ganancia sobre los costos es un criterio subjetivo debido a que esto depende del porcentaje de utilidad que desea esperar el o los inversionistas, sin embargo se puede estimar esta ganancia con la suma de la tasa promedio actual de inflación (4,23 %), tasa promedio pasiva de los bancos actual (5,49 %), la tasa promedio riesgo país de Guatemala (8,89 %) y el porcentaje de ganancia del productor (21,4 % para oleorresina y 29,9 % para

aceite esencial). Por lo cual el margen de ganancia es de 48,0 % (aceite esencial) y 40,0 % (oleorresina).

Hay que tomar en cuenta que para la venta de este producto no se necesita intermediarios por lo que el precio que a continuación se determina no es un precio promedio si no real. Aplicando la ecuación 1 para el precio del aceite esencial y oleorresina es de:

- Precio de venta del aceite esencial=  
 $(Q.42,27/onza)(1,48)(1,12)=Q.70,00/onza.$
- Precio de venta del extracto oleorresina=  $(Q.32,85/ medio kg)$   
 $(1,40)(1,12)=Q.504,00/medio kg.$

Como se podrá observar el precio está por encima de la competencia debido a que el competidor produce a mayor escala y la primera reacción de la misma será debilitar al nuevo competidor. Entonces se deberá realizar una estrategia de mercado para introducirse, permanecer y ganar mercado para así fijar un porcentaje de ganancia sobre la inversión realizada e igual el precio de la competencia.

### **2.2.5. Comercialización**

En esta sección se determina como hacer llegar el producto al consumidor con los beneficios de tiempo y lugar.

El aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda es un producto industrial, por ser un producto que se utiliza en alimentos, fármacos, cosméticos y otros.

### 2.2.5.1. Segmentación del mercado

Antes de realizar la segmentación de mercado, hay que saber que es “la agrupación de consumidores de acuerdo con algún comportamiento similar en el acto de compra, la cual reconoce que el mercado consumidor está compuesto por individuos con diversidad de ingresos, edad, sexo, clase social, educación, en la forma que utilizan el producto o servicio y residencia en distintos lugares, lo que los hace tener necesidades y deseos también distintos.”<sup>7</sup>

Debido a que el aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda es usada en diversas aplicaciones; el mercado segmentado a utilizar es en la forma en que utilizan el producto. A continuación se detalla en la tabla XIX.

Tabla XIX. **Segmentación del mercado del aceite esencial y oleorresina de la pimienta gorda en Guatemala**

Tipo de empresa	Tamaño de empresa	Ejemplos
Alimentos	Grande	Alimentos Maravilla, Empacadora Perry & Cía Ltda., Empacadora Toleda, S.A
	Mediana	De Carnes, S.A, DeliCarnes, S.A. , Inversiones Pasajinak
	Pequeña	Carnes M&M, Alimentos Green, Industria y Comercializadora Agrícola EL TRAPICHE, S.A.

<sup>7</sup>SAPAG CHAIN, Nassir. *Preparación y evaluación de proyectos*.p. 72

Continuación de la tabla XIX.

<b>Tipo de empresa</b>	<b>Tamaño de empresa</b>	<b>Ejemplos</b>
Medicinal	Grande	Quinfica, S.A.
	Mediana	Farmaya, S.A
	Pequeña	Casa del Naturista
Cosmético	Grande	Distribuidora el Caribe, S.A.
	Mediana	My Beauty Planet
	Pequeña	Cisne imperial Venezuela

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.5.2. Plan de marketing**

Un plan de *marketing* también conocido como “la estrategia comercial que sirve para lanzar los productos de manera ordenada por medio de canales de comercialización; esta estrategia deberá basarse en cuatro decisiones fundamentales que influyen individual y globalmente en la composición del flujo de caja del proyecto tales se refieren al producto, al precio, a la promoción y a la distribución.

Cada uno de estos elementos estará condicionado, en parte, por los tres restantes. Así por ejemplo, el precio que se defina, la promoción elegida y los canales de distribución seleccionados dependerán directamente de las características del producto.”<sup>8</sup>

#### **2.2.5.2.1. Análisis de las 5´PS**

El plan de *marketing* para el aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda se detalla a continuación:

<sup>88</sup>SAPAG CHAIN, Nassir. *Preparación y evaluación de proyectos.p.* 73

- **Producto**
  - Buena presentación del producto.
  - Renovar de manera frecuente la presentación del producto, para que el consumidor tenga una imagen de un producto que se actualiza conforme las necesidades del cliente manifieste.
  - Innovación de variedades del producto.
  - Agregarle al producto nuevas características, atributos, beneficios, mejoras, funciones, utilidades, usos.
  - lanzar una nueva marca (sin necesidad de sacar del mercado la que ya tenemos); por ejemplo, una nueva marca para nuestro mismo tipo de producto pero dedicada a un público con mayor poder adquisitivo.
  - adicionarle a nuestro producto servicios complementarios; por ejemplo, la entrega del producto a domicilio, la instalación del producto, el servicio técnico o de mantenimiento, garantías, políticas de devoluciones.
  
- **Precio**
  - Disminuir costos de producción constante.
  - Ofrecerle descuentos especiales a clientes frecuentes y con consumo mayoritario, con un enfoque especial en la buena atención al cliente.
  - Mantener precios competitivos respecto a la competencia.
  - Lanzar al mercado un nuevo producto con un precio bajo, con el fin de lograr una rápida penetración, una rápida acogida, o hacerlo rápidamente conocido.
  - Lanzar al mercado un nuevo producto con un precio alto con el fin de aprovechar las compras hechas como producto de la novedad del producto.
  - Reducir precios con el fin de atraer una mayor clientela o incentivar las ventas.



- Plaza o distribución
  - Lugares estratégicos.
  - Mantener los productos visibles al público.
  - Hacer uso de intermediarios (por ejemplo, agentes, distribuidores, minoristas) con el fin de lograr una mayor cobertura del producto.
  - Tener sucursales.
  - Crear una página *web* o una tienda virtual para el producto.
  - Ofrecer o vender el producto a través de llamadas telefónicas, envío de correos electrónicos o visitas a domicilio.
  - Tener equipo de alta tecnología para la producción del producto.
  
- Promoción y publicidad
  - La marca sea de impacto al consumidor.
  - Darse a conocer en actividades de mercado (ferias).
  - Dar a conocer al cliente el proceso de elaboración del producto que se le ofrece, así como también darle una lista de los componentes.
  - Ofrecer un segundo producto a mitad de precio por la compra del primero.
  - Trabajar con cupones o vales de descuentos.
  - Brindar descuentos especiales en determinados productos y en determinadas fechas.
  - Crear un sorteo o un concurso entre nuestros clientes.
  - Darle pequeños regalos a los principales clientes.
  
- Personal
  - Buena presentación al momento de atender al cliente.
  - Tener personal capacitado.
  - Utilizar el uniforme adecuado con el logotipo de la empresa.

### **2.2.5.3. Canales de distribución**

Cabe mencionar que un canal de distribución “es la ruta que toma un producto para pasar del productor a los consumidores finales, deteniéndose en varios puntos de esa trayectoria.”<sup>9</sup>

Según Baca Urbina existen dos tipos de productores claramente diferenciados: los de consumo en masa (los de uso popular) y los de consumo industrial. El canal que se selecciona es para productos industriales, en este caso sería el de productor-usuario industrial. Para el extracto del aceite esencial y oleoresina se selecciona el usuario industrial ya que el mercado objetivo son los importadores y exportadores de aceite esencial y oleoresina de pimienta gorda debido a que la venta requiere una atención personal al consumidor y el productor debe de tener contacto con muchos distribuidores.

### **2.2.5.4. Destino final del producto**

El mercado objetivo del aceite esencial y oleoresina de pimienta gorda son los importadores y exportadores que comercializan los aceites esenciales oleoresinas, debido a que es un producto muy selecto y exclusivo y cuya venta requiere de atención personal al consumidor.

## **2.3. Estudio técnico**

En el estudio técnico se determina los aspectos del producto por medio de la ficha técnica, el tamaño óptimo de la planta por el método de escalación, la localización óptima por el método cualitativo de puntos ponderados, ingeniería del proyecto en el cual se desarrolla el proceso de extracción a escala

---

<sup>9</sup>BACA URBINA, Gabriel. *Evaluación de proyectos*.p. 54.

laboratorio y planta piloto, la distribución de planta por el método de Layout y la descripción detallada de los costos de producción.

### **2.3.1. Aspectos del producto**

En el siguiente apartado se describirá detalladamente las características generales, físicas, químicas y cromatografías.

#### **2.3.1.1. Clasificación**

Son productos obtenidos de materias primas (hojas y frutos de pimienta gorda) por medio de un proceso que separa las sustancias que componen una mezcla líquida mediante vaporización y condensación selectiva llamada destilación. Es una mezcla de varios compuestos volátiles, siendo su composición mayoritaria la de compuestos terpenicos (que son hidrocarburos cuya fórmula es  $C_{12}H_{16}$ ). Según la clasificación del BANGUAT por partida arancelaria el aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda está entre los *“aceites esenciales, excepto agrícos (cítricos)”*.

#### **2.3.1.2. Ficha técnica del producto**

La ficha técnica de un producto es un resumen de las características de un producto que proporciona información relevante para el productor y consumidor. Esta información es obtenida a partir de las cromatografías realizadas en la UVG (Ver anexo 20 al 26), la cual es presentada en la tabla XX para el aceite esencial y XXI para la oleorresina.

Tabla XX. **Ficha técnica del aceite esencial de pimienta gorda**

<b>Características generales</b>	
Nombre común	Aceite esencial de pimienta gorda
Nombre científico	Aceite esencial de Pimenta dioica (L.) Merrill)
Método de extracción	Arrastre por vapor directo
<b>Características físicas</b>	
Color	Ámbar
Olor	Pimienta
Textura	Poco viscosa
Densidad relativa	0,97g/cm <sup>3</sup>
Índice de refracción	1,5126
Rotación óptica	0,6°
Miscibilidad en etanol	(70,0 % V/V): insoluble
<b>Características químicas</b>	
Contenido de Fenoles:	22,0 %
<b>Caracterización cromatográfica</b>	
Mirceno	19,37
MetilEugenol	44,19
Eugenol	18,09
<b>Vida útil</b>	
24 meses a partir de la fecha de producción. Al final del período de caducidad es aconsejable reanalizar el lote, si el lote cumple con los parámetros de calidad se puede seguir utilizando el producto.	
<b>Estándares de empaque</b>	<b>Condiciones de almacenamiento</b>
Frasco color ámbar y cajas	Proteger de la luz, buena ventilación.
<b>Presentación del producto terminado</b>	
	

Fuente: elaboración propia con datos del laboratorio de la UVG.

Tabla XXI. **Ficha técnica de la oleoresina de pimienta gorda**

<b>Características generales</b>	
Nombre común	Oleoresina de pimienta gorda
Nombre científico	Oleoresina de Pimenta dioica (L.) Merrill)
Método de extracción	Maceración dinámica con Hexano
<b>Características físicas</b>	
Color	Café oscuro
Olor	Pimienta
Textura	Viscosa
Densidad relativa	0,83 g/cm <sup>3</sup>
Índice de refracción	1,84
Rotación óptica	0,6°
Miscibilidad en etanol	(58,0 % V/V): insoluble
<b>Características químicas</b>	
Contenido de Fenoles:	28,0 %
<b>Caracterización cromatográfica</b>	
Propilengicol	48,49
Mircenolg	0,53
Eugenol	31,15
<b>Vida útil</b>	
24 meses a partir de la fecha de producción. Al final del período de caducidad es aconsejable reanalizar el lote, si el lote cumple con los parámetros de calidad se puede seguir utilizando el producto.	
<b>Estándares de empaque</b>	<b>Condiciones de almacenamiento</b>
Frasco color ámbar y cajas	Proteger de la luz, buena ventilación.
<b>Presentación del producto terminado</b>	
	

Fuente: elaboración propia con datos del laboratorio de la UVG.

### **2.3.2. Determinación del tamaño óptimo de la planta**

Es su capacidad instalada y se expresa en unidades de producción al año <sup>10</sup>. Se considera óptimo cuando opera con los menores costos totales y con la máxima rentabilidad económica. Para ello se necesita tener conocimiento con mayor precisión de tiempos predeterminados o tiempos o movimientos del proceso, diseñar y calcular esos datos.

Los factores que determinan o condicionan el tamaño de una planta son: el tamaño del proyecto y la demanda, el tamaño del proyecto y los suministros e insumos, el tamaño del proyecto con su tecnología y los equipos, el tamaño del proyecto y el financiamiento, el tamaño del proyecto y la organización.

El factor que limita el tamaño del proyecto en este caso es el del tamaño del proyecto con su tecnología y los equipos, debido a su capacidad de transformación e influye en las inversiones y costos de producción. Por consiguiente se usa el método de escalación ya que se enfoca en la capacidad de equipos.

#### **2.3.2.1. Método de escalación**

Una forma más detallada de determinar la capacidad óptima de producción es considerar la capacidad de los equipos disponibles en el mercado y con esto analizar las ventajas y desventajas de trabajar con ciertos números turnos de trabajo y horas extras. Cuando se desconoce la disponibilidad de invertir, este método es muy útil.<sup>11</sup> En este caso se considerará la capacidad del equipo que se encuentre en la planta piloto del

---

<sup>10</sup>BACA URBINA, Gabriel. *Evaluación de proyectos*.p. 84.

<sup>11</sup>Ibíd. pág. 98.

Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE) del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Para determinar la capacidad óptima se consideran los siguientes factores:

- Capacidad del equipo para la extracción del aceite esencial por hora: el equipo es de la marca Tounaire y tiene una capacidad de 4 kg de hoja o fruto de pimienta gorda en 4 horas que dura el batch a 175°C, incluyendo la carga y descarga. Por lo tanto, la capacidad es de 1 kg de materia prima/hora.
- Capacidad del equipo para la extracción de la oleorresina por hora: el equipo es de la marca Tounaire y tiene una capacidad de 3 kg de hoja o fruto de pimienta gorda en 4 horas que dura el batch a 100°C, incluyendo la carga y descarga. Por lo tanto, la capacidad es de 0,75 kg de materia prima/hora.
- Horas de trabajo al día: se opta por 3 turnos de trabajo (24 horas) debido a que en ese lapso es donde se realizan 3 extracciones del aceite esencial (4 horas) y 3 de la oleorresina (4kg) de materia prima, por lo que hay que aprovecharlo al máximo.
- Rendimiento de aceite esencial: el rendimiento del aceite esencial proveniente de San Luis, Petén utilizando las hojas de pimienta gorda (debido a que es el que mayor rendimiento obtenido) es de 8,27 %.
- Rendimiento de oleorresina: el rendimiento de la oleorresina proveniente de San Luis, Petén utilizando el fruto de pimienta gorda (debido a que es el que mayor rendimiento obtenido) es de 35 %.

Con estos datos se calcula la capacidad óptima y se hace de la siguiente manera:

Capacidad óptima= (capacidad / hora) \* (horas de trabajo / día) \* (rendimiento).

- Capacidad óptima con oleoresina= (0,75 kg/hora) \* (24 horas/día) \* (35,0 %)= 6,3 kg de producto terminado/ día (24 horas).
- Capacidad óptima con aceite esencial= (1 Kg / hora) \* (24 horas/día) \* (8,27 %)= 1,98 kg de producto terminado / día (24 horas).

### **2.3.3. Localización óptima del proyecto**

La localización óptima de un proyecto es la que contribuye en mayor medida a que se logre la mayor tasa de rentabilidad sobre el capital (criterio privado) y obtener el costo unitario mínimo (criterio social), cuyo objetivo es el sitio donde se instalará la planta.<sup>12</sup>

Una de las limitantes de la localización de la planta es la disponibilidad de materia prima que en este caso son las hojas y el fruto de la pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merrill), de tal forma que el primer condicionante es: ubicar la planta en un departamento del país que sea abastecedor de la pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merrill), en este caso sería Alta Verapaz y Petén; sin embargo también es importante la tecnología y los equipos que en este caso se encuentra en la ciudad capital.

Existen diferentes tipos de métodos, tanto cualitativos como cuantitativos, para la localización óptima de la planta; los más utilizados son: método cualitativo por puntos ponderados y el método cuantitativo de Vogel.

---

<sup>12</sup> BACA URBINA, Gabriel. *Evaluación de proyectos*. p. 99.



Para determinar el sitio donde se instalará la Planta para la extracción del aceite esencial y oleorresina de la pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merrill), se utilizará el método cualitativo por puntos ponderados.

Debido a que se requiere mencionar determinados factores que beneficien o perjudiquen la ubicación de la planta en ese lugar y de esa forma asignarles un peso o ponderación.

Tabla XXII. **Factores de importancia en la localización de la planta**

No.	Factor	Peso Ponderado
1	Disponibilidad de materia prima	0,2
2	Seguridad	0,3
3	Servicios generales (agua, luz, etc.)	0,1
4	Distancia de distribución del producto	0,1
5	Disponibilidad y tecnología	0,3

Fuente: elaboración propia, 2016.

Los factores de servicios generales y de la distancia de distribución del producto tienen ponderación menor ya que sus magnitudes se encuentran en similar proporción en los tres sitios; la disponibilidad de materia prima tiene ponderación de 0,20 y la disponibilidad de tecnología es la asignación más alta; debido a su importancia.

Las calificaciones se asignan con base en criterios y la sumatoria debe de ser la unidad.

Tabla XXIII. **Departamentos propuestos para la localización de la planta de extracción de aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda (Pimenta dioica (L.) Merrill)**

Factor	Peso	Calificación			Calificación Ponderada		
		Petén	Alta Verapaz	Guatemala	Petén	Alta Verapaz	Guatemala
1	0,2	55,0	67,0	30,0	11,0	13,4	6,0
2	0,3	80,0	35,0	50,0	24,0	10,5	15
3	0,1	60,0	40,0	90,0	6,0	4,0	9,0
4	0,1	45,0	35,0	75,0	4,5	3,5	7,5
5	0,3	45,0	40,0	95,0	13,5	12,0	28,5
<b>Total</b>					59,0	43,4	66,0

Fuente: elaboración propia, 2016.

Nota: la calificación de 100 se asigna al factor de mayor satisfacción y disminuye proporcionalmente con base a este criterio.

Según la tabla XXIII el departamento de Guatemala presenta mayor calificación, por lo que es seleccionado para instalar la planta. El departamento de Guatemala cuenta con los todos los servicios generales, como red de drenaje, terrenos con áreas verdes, energía eléctrica, servicio de agua potable; servicio de luz eléctrica y lo más importante es que cuenta con la tecnología y los equipos necesarios para que la empresa crezca en el futuro.

### **2.3.3.1. Descripción del proceso de extracción**

Para obtener el aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda se trabajan a dos escalas: escala laboratorio y planta piloto.

### 2.3.3.1.1. Escala laboratorio

Debido a que se puede extraer con aceite esencial y oleorresina de la pimienta gorda, se debe de describir el método de extracción para cada uno de ellos. Previo a describir la metodología de extracción se presentan a continuación en la tabla XXIV los materiales, equipos y cristalería a utilizar:

Tabla XXIV. **Materiales, equipo y cristalería a escala laboratorio**

No.	Aceite esencial	Oleorresina
1	Plancha de calentamiento Marca VIVR Hotplate/Stirreg	Plancha de agitación Marca VIVR Hotplate/Stirreg
2	Becker de 250 ml Marca Kimax/Kimble	Becker de 250 ml Marca Kimax/Kimble
3	Probeta de 250 ml Marca Kimax/Kimble	Probeta de 250 ml Marca Kimax/Kimble
4	Agua-Agua destilada	Agua destilada
5	Hexano industrial	Hexano-Etanol industrial
6	Materia Prima	Materia Prima
7	Neoclavenger Lenz DIN NS29/22	Neoclavenger Lenz DIN NS29/22
8	Pizeta	Pizeta
9	Roto-evaporador RII Mod 1000012478,50100 Hz, 60 W	Roto-evaporador RII Mod 1000012478,50100 Hz, 60 W
10	Refrigerante	Refrigerante
11	Balanza analítica BOECO	Balanza analítica BOECO
12	Espátula	Espátula
13	Embudos	Embudos
14	Campana de extracción	Campana de extracción
15	Mangueras	Mangueras
16	Algodón	Algodón
17		Bomba al vacío
18		Papel filtro
19		Embudo Buchner

Continuación de la tabla XXIV.

No.	Aceite esencial	Oleorresina
20		Sílica gel
21		Kita Sato Kimble Stopper No7
22		Agitador Magnético

Fuente: elaboración propia ,2017.

- **Extracción del aceite esencial de pimienta gorda (Pimenta dioica (L.) Merrill) a escala laboratorio**

Se utilizará el método de extracción por lixiviación por el método de hidrodestilación con agua.

Este es un proceso donde la hoja o el fruto de la pimienta gorda es encerrada en una cámara inerte y sometida a una corriente de vapor de agua sobrecalentado la esencia así arrastrada es posteriormente condensada, recolectada y separada de la fracción acuosa.

Por efecto de la temperatura del vapor (100 °C) en un cierto tiempo, el tejido de la hoja o del fruto (según sea el caso) se rompe liberando el aceite esencial.

Adicionalmente el aceite esencial debe de ser insoluble en agua, ya que después del condensador, en el separador debe de formarse dos fases: una de aceite esencial y otra de agua.

Lo último de este proceso es el llamado: hidrodestilación, en la que se coloca una trampa al final del refrigerante, la cual va separando el aceite del agua condensada, con lo cual se mejora y se facilita el aislamiento del aceite

esencial. También puede montarse como un reflujo, con una trampa de Clevenger para separar aceites más ligeros que el agua.

Entre las observaciones más importantes están:

- Parte de la planta a procesar: el fruto y las hojas.
- Temperatura de extracción: 93°C.
- Condiciones iniciales de la materia prima: seca con valor de humedad < 10 %.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- Limpiar materia prima, separando todo material extraño como tierra, otras hojas y semillas, entre otros.
- Reducir el tamaño de la materia prima por medio de cuchillas.
- Determinar humedad.
- Si la humedad es menor al 10% seguir con los pasos, de lo contrario hay que secar y repetir el paso 3.
- Armar el equipo de Neoclavenger con una plancha de calentamiento en un soporte universal.
- Colocar materia prima más agua destilada en relación 1:10 en balón de 1000mL y forrar aluminio para lograr aislamiento térmico
- Encender la plancha de calentamiento.
- Verificar cada 15 minutos que el sistema de enfriamiento sea adecuado.
- Esperar a que se dé la primera gota de condensado y dejar en funcionamiento el equipo cuatro horas.
- Anotar la hora inicial de la extracción y dejar el sistema en funcionamiento cuatro horas.

- Luego de finalizada la extracción, recuperar el aceite extraído en los viales color ámbar previamente tarados.
- Anotar la cantidad de aceite esencial recuperado.
- **Extracción de la oleoresina de pimienta gorda (Pimenta dioica (L.) Merrill) a escala laboratorio.**

Se utilizará el método de extracción por lixiviación conocido como maceración dinámica con hexano.

Este es un proceso donde la hoja o el fruto de la pimienta gorda se coloca en contacto con el solvente (hexano industrial) durante un tiempo prolongado.

Este proceso da como resultado un equilibrio constante entre la hoja/fruto de la pimienta gorda con el solvente (hexano industrial) que depende de muchos factores (tamaño de partícula, contenido de humedad, selectividad y cantidad del solvente).

En la maceración dinámica las hojas/frutos de la pimienta gorda con el solvente (hexano industrial) deben de mantenerse en movimiento constante.

Entre las observaciones más importantes están:

- Parte de la planta a procesar: el fruto y las hojas.
- Temperatura de extracción: temperatura ambiente.
- Condiciones iniciales de la materia prima: seca con valor de humedad < 10 %.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- Limpiar materia prima, separando todo material extraño como tierra, otras hojas y semillas, etc.
- Reducir el tamaño de la materia prima por medio de un molino de cuchillas.
- Determinar humedad
- Si la humedad es menor al 10 % seguir con los pasos, de lo contrario hay que secar y repetir el paso 3.
- Colocar la materia prima y hexano en una relación 1:6 con un balón de 500mL con su respectivo imán rotatorio y activar el sistema de rotación, dejar el sistema funcionando tres horas.
- Utilizar el sistema de filtrado al vacío para separar la mezcla de solvente y oleorresina de la materia prima sólida agotada.
- Rota-evaporar la mezcla de solvente oleorresina para concentrar.

### 2.3.3.1.2. Escala planta piloto

Debido a que se puede extraer con aceite esencial y oleorresina de la pimienta gorda, se debe de describir el método de extracción para cada uno de ellos. Previo a describir la metodología de extracción se presenta a continuación en la tabla XXV los materiales, equipos y cristalería a utilizar.

Tabla XXV. **Materiales, equipo y cristalería a escala planta piloto**

No.	Aceite esencial	Oleorresina
1	Marmita de extracción 80/17 B.J9428B	Marmita con agitador Serie HG040501
2	Caldera Columbia Tipo a HP (10 a 150) Serie 9720 vale.cap 576/lbHR STM CAP 345lb/hr	Marmita de concentración Marca TOURNAIRE HJ.9428H con capacidad de 100L/40L
3	Tuberías BRV	Tuberías BRV

Continuación de la tabla XXV

No.	Aceite esencial	Oleorresina
4	Válvulas BRV	Válvulas BRV
5	Hexano industrial	Etanol industrial
6	Agua	Agua
7	Mangueras	Mangueras
8	Condensador marca Élite	Condensador marca Élite
9	Manómetros	Tanque recuperado
11	Vaso florentino	Materia Prima
12	Ampolla de decantación	
13	Embudo	
14	Soporte universal	
15	Soporte para ampolla	
16	Platos perforados con arreglo triangular	
17	Materia Prima	

Fuente: elaboración propia 2017

- **Extracción del aceite esencial de pimienta gorda (Pimenta dioica (L.) Merrill) a escala planta piloto**

Se utilizará el método de extracción por lixiviación, conocido como arrastre con vapor directo. Se coloca en la marmita de extracción, el agua y las hojas/frutos de pimienta gorda a extraer, calienta a ebullición y el aceite extraído es arrastrado junto con el vapor de agua hacia un condensador que enfría la mezcla, la cual es separada posteriormente para obtener el producto deseado.

Entre las observaciones más importantes están:

- Parte de la planta a procesar: el fruto y las hojas.
- Temperatura de extracción: 78-94°C.
- Condiciones iniciales de la materia prima: seca con valor de humedad <10 %.



Los pasos a seguir son los siguientes:

- Se debe encender la caldera, para obtener producción de vapor.
  - Limpiar materia prima, separando todo material extraño como tierra, otras hojas y semillas, etc.
  - Reducir el tamaño de la materia prima por medio de un molino de cuchillas
  - Determinar humedad.
  - Si la humedad es menor al 10% seguir con los pasos, de lo contrario hay que secar y repetir el paso 3.
  - Cargar de materia prima en la marmita de extracción de aceite esencial de la planta piloto, previamente humedecida.
  - Dejar la planta en funcionamiento cuatro horas.
  - Recuperar el aceite esencial que pasa de la unidad de arrastre de vapor directo hacia la unidad de condensación, que cae al vaso florentino.
  - El aceite esencial recuperado se descargará del vaso florentino y se colocará en una ampolla de decantación para recuperar la mayor cantidad de aceite esencial posible.
- 
- **Extracción de la oleoresina de pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) a escala planta piloto.**

Se utilizará el método de extracción por lixiviación conocido como maceración dinámica con hexano. Este es un proceso donde la hoja o el fruto de la pimienta gorda se coloca en contacto con el solvente (hexano industrial) durante un tiempo prolongado.

Este proceso da como resultado un equilibrio constante entre la hoja/fruto de la pimienta gorda con el solvente (hexano industrial) que depende de

muchos factores (tamaño de partícula, contenido de humedad, selectividad y cantidad del solvente). En la maceración dinámica las hojas/frutos de la pimienta gorda con el solvente (hexano industrial) deben de mantenerse en movimiento constante

Entre las observaciones más importantes están:

- Parte de la planta a procesar: el fruto y las hojas.
- Temperatura de extracción: temperatura ambiente.
- Condiciones iniciales de la materia prima: seca con valor de humedad <10%.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- Limpiar materia prima, separando todo material extraño como tierra, otras hojas y semillas, etc.
- Reducir el tamaño de la materia prima por medio de un molino de cuchillas.
- La materia prima preparada, se coloca en la unidad de maceración dinámica. La relación de materia prima/solvente es 1:15
- Se agrega alcohol etílico en la marmita durante con agitación, se apaga y se procede a lixiviar durante 4 horas.
- Después de haber operado la marmita durante 4 horas con agitación, se apaga y se procede al descargar el extracto etanólico
- Luego el extracto etanólico se filtra con colador para eliminar los sólidos grandes, dicho extracto se filtra a través de sistema de filtrado al vacío con una presión de vacío de 20mmHg para eliminar los sólidos finos.
- El extracto etanólico filtrado se concentra en la marmita de concentración al vacío de la planta piloto, eliminando el etanol.
- El extracto concentrado se transfiere a un roto-evaporador, eliminando todo el solvente, quedando así la oleoresina.

- La oleorresina se coloca en un frasco, debidamente tarado e identificado.
- Se pesa la oleorresina junto con el frasco, y se calcula el porcentaje de rendimiento del mismo.

### **2.3.3.2. Diagramas del proceso de producción a escala planta piloto**

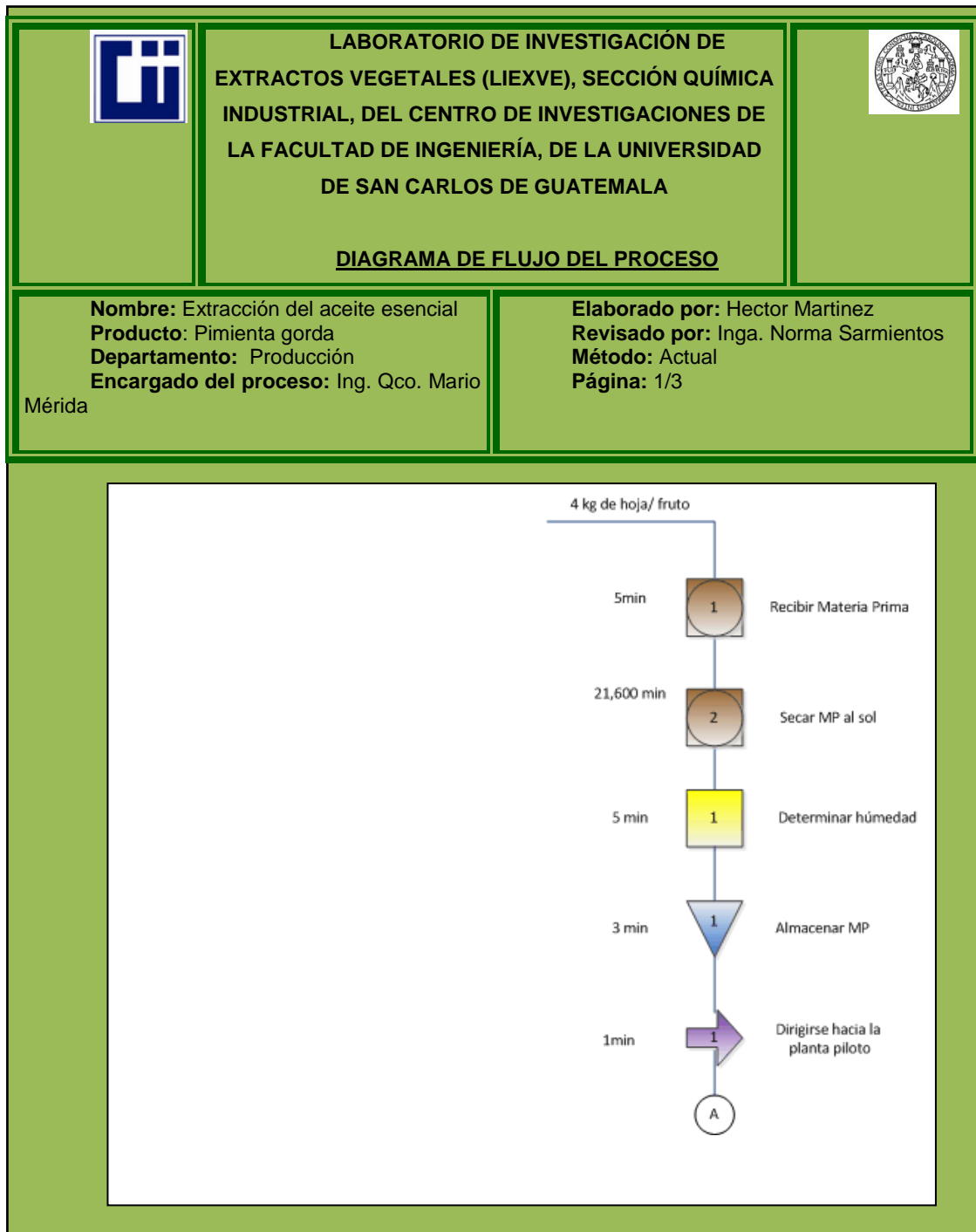
Para representar y analizar el proceso productivo existen varios métodos, algunos son muy sencillos otros más complejos y completos que brindan información que nos ayudan a optimizar los procesos al menor costo posible, los cuales son los siguientes: diagrama de operaciones del proceso y cursograma analítico

#### **2.3.3.2.1. Diagrama de flujo del proceso**

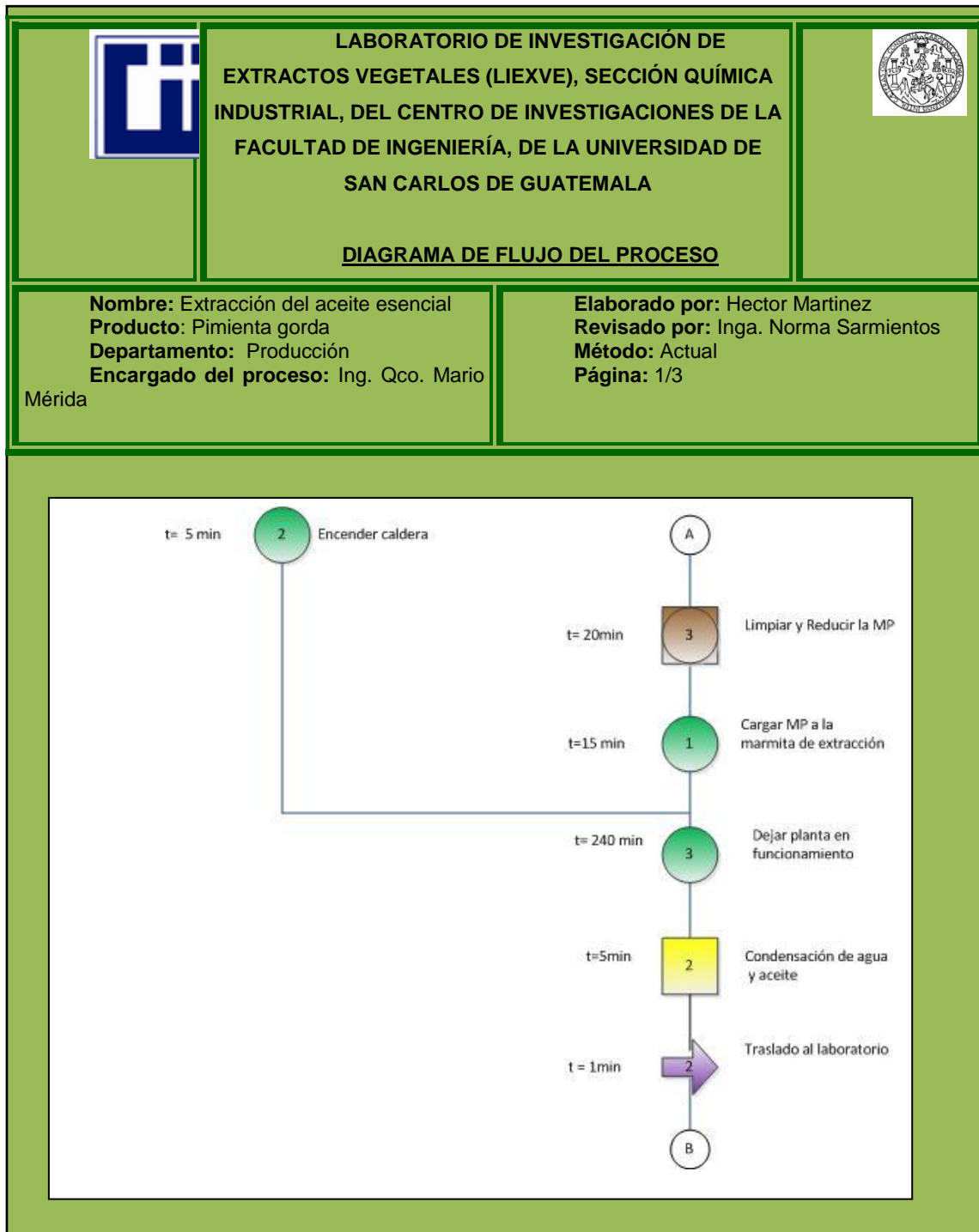
Es un diagrama donde se presentan información más detallada que un simple diagrama de bloques donde se utiliza una simbología internacional .En el diagrama del flujo de proceso existen 5 símbolos que se utilizan según el proceso a realizar en dicha actividad, estos diagramas son:

- Combinada: Inspección y operación al mismo momento.
- Operación: Fases del proceso, método o procedimiento.
- Inspección: Verifica la naturaleza, calidad y cantidad de los insumos.
- Transporte: Movimiento de personas, material y equipo.
- Demora: Tiempo de espera.
- Almacenamiento: Depósito de información o productos.

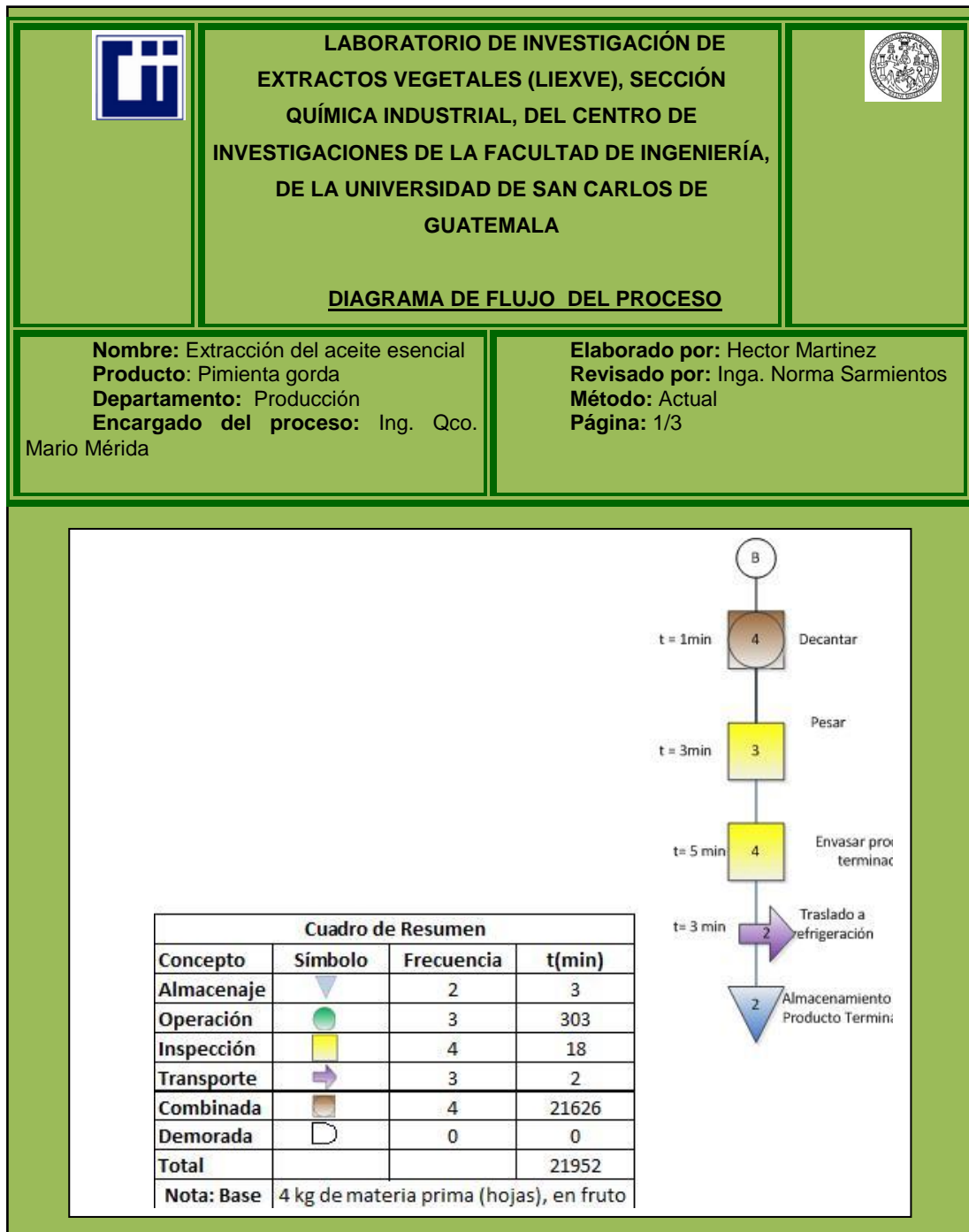
Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de la extracción del aceite esencial de pimienta gorda



Continuación de la figura 2

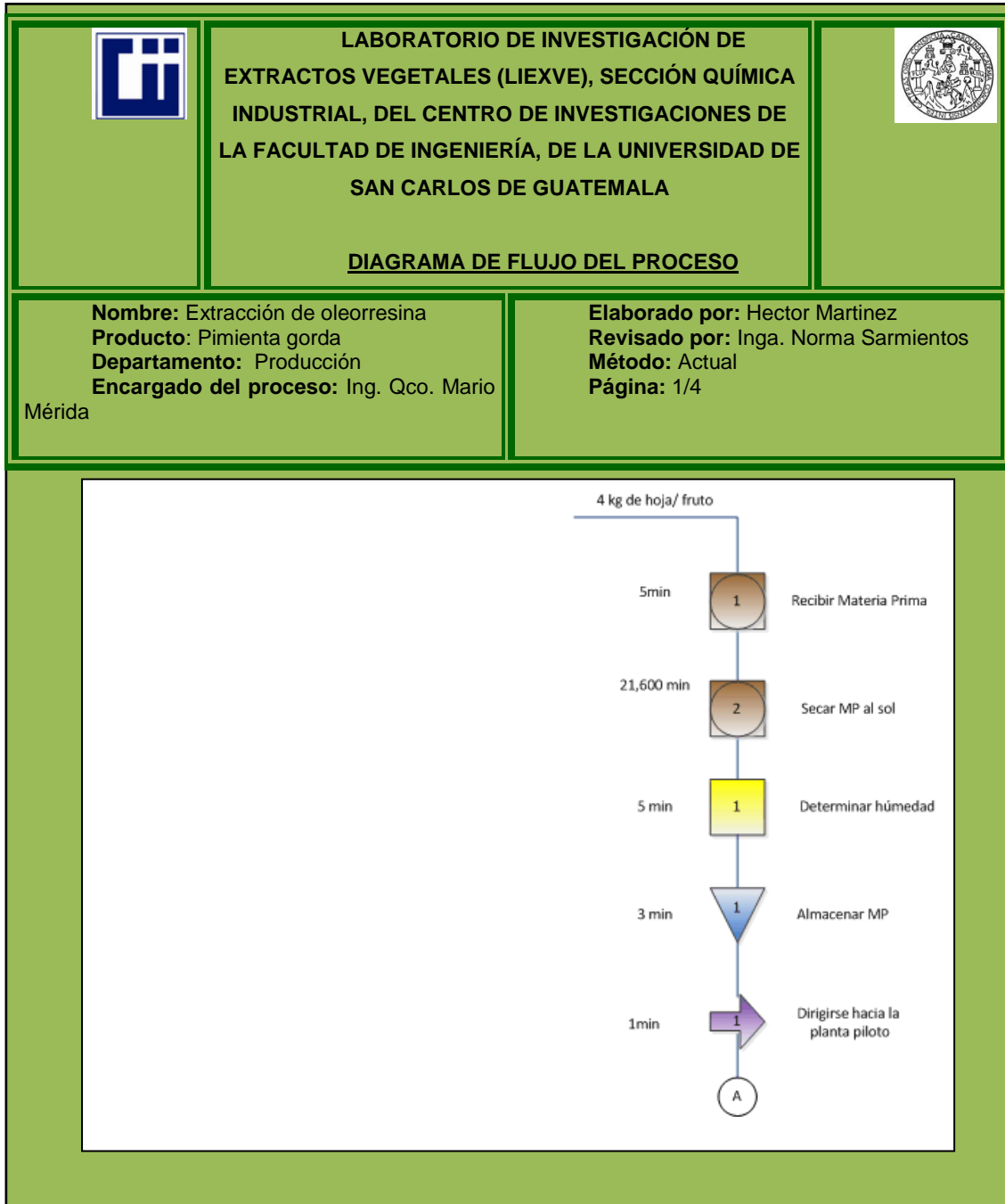


Continuación de la figura 2.

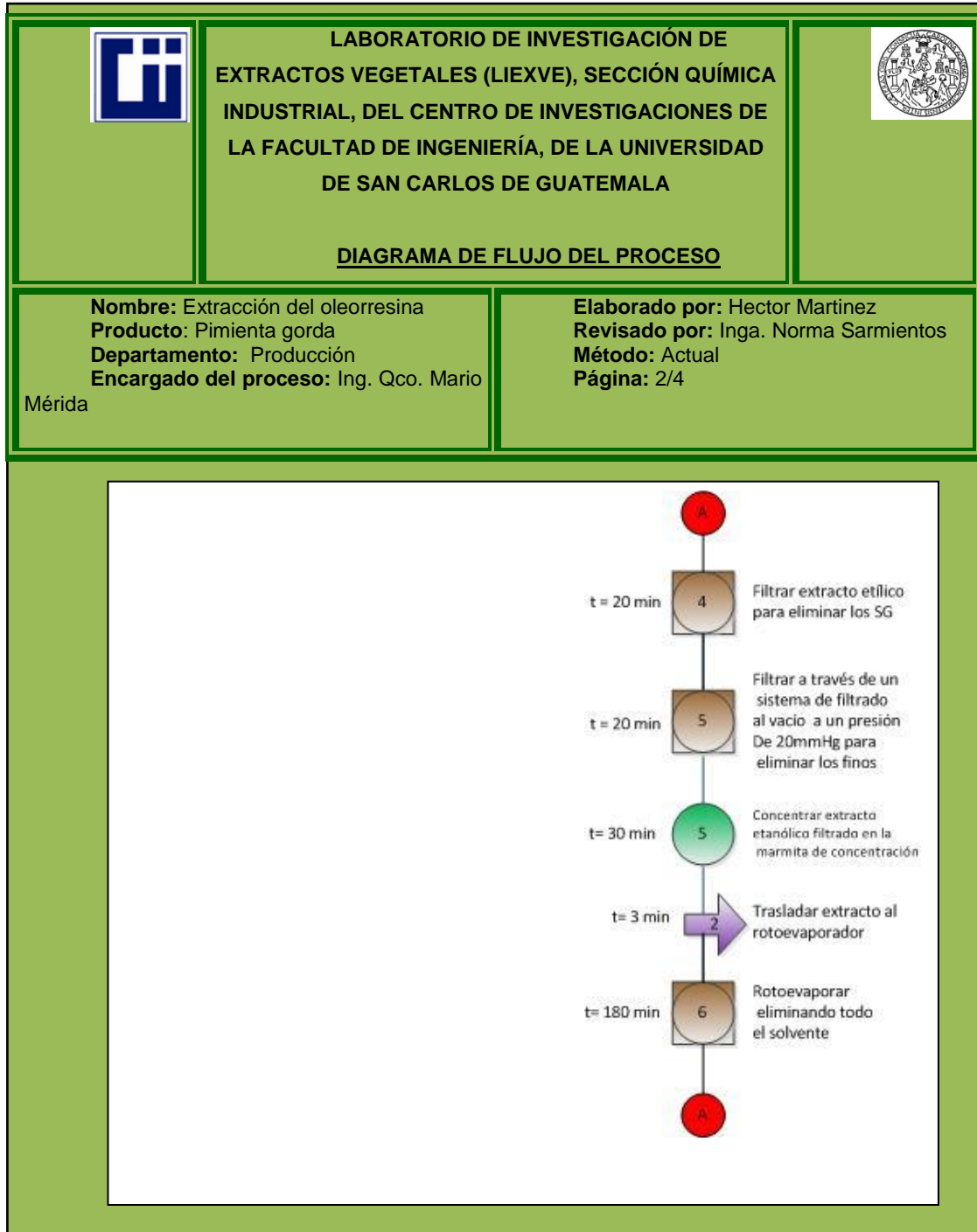


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de la extracción de oleorresina de pimienta gorda

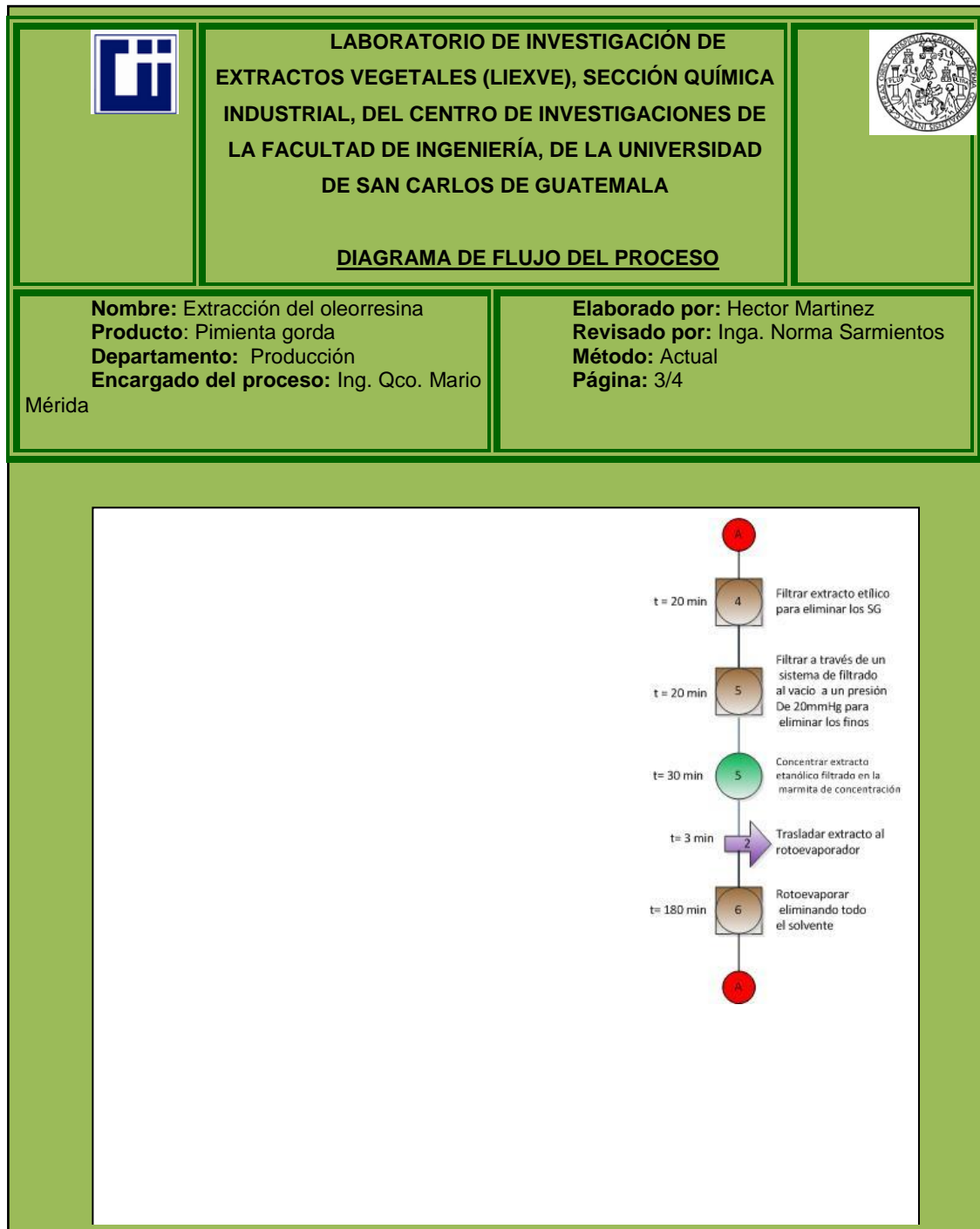


Continuación de la figura 3.

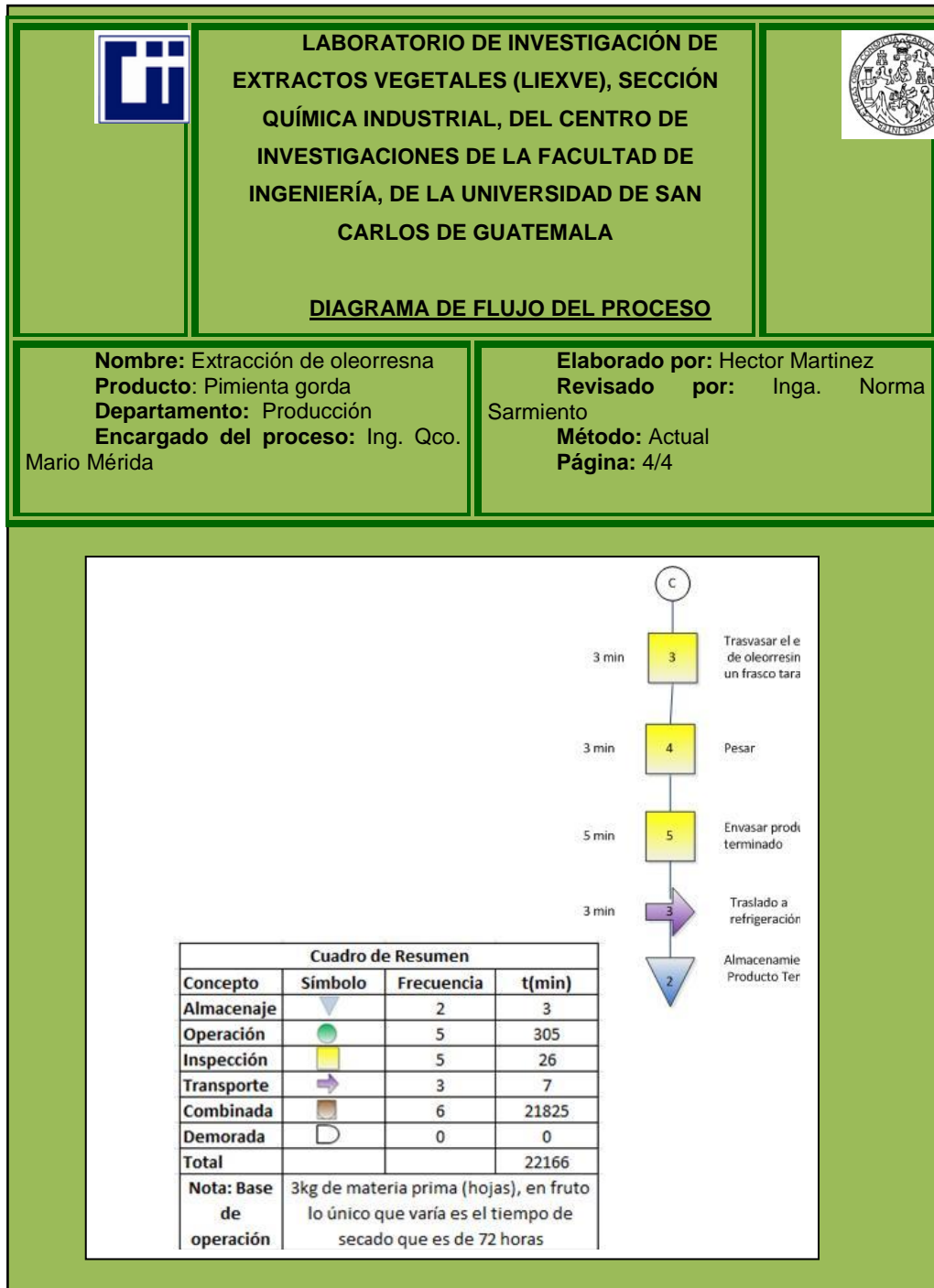




Continuación de la figura 3.



Continuación de la Figura 3.



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

El diagrama de la figura 2 y 3 sirven para fines de conocer únicamente el proceso de producción de forma integrada además del tiempo que se lleva en los dos procesos.

### 2.3.3.2.2. Cursograma analítico

Es una técnica que consiste en mostrar la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda, la cual se da a conocer en la tabla XXVI Y XXVII.

Tabla XXVI. **Cursograma analítico del proceso de la extracción del aceite esencial de pimienta gorda**

Empresa: LIEXVE		Método: Actual							
Departamento: Producción		Analista: Hector Martinez							
Producto : aceite esencial de pimienta gorda		Fecha: 6/12/2016							
Detalles del Método	Actividad						Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones
	▼	●	■	→	□	□			
Encender la caldera		X					5		Manual y visual
Recibir materia prima						X	5		Visual
Secar materia prima						X	21600		Manual y visual
Almacenar materia prima	X						3		A temperatura a 40°F
Dirigirse a la planta piloto				X			1		
Limpiar y reducir la materia prima						X	20		Tamaño de partícula
Determinar humedad			X				5		humedad <10%
Cargar materia prima a la marmita de extracción		X					15		4 kg de materia prima
Dejar planta en funcionamiento		X					240		Purgar cada 5 min
Condensación de agua y aceite			X				5		Se recibe en vaso florentino
Traslado al laboratorio				X			1	2.5	Cuidado con la cristalería
Decantar						X	1		En balon de destilación
Pesar			X				3		Tarar el frasco
Envasar Producto terminado			X				5		En frasco y manual
Traslado a refrigeración				X			3	2.5	Manual
Almacenamiento de producto terminado	X								

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

**Tabla XXVII. Cursograma analítico del proceso de la extracción de la oleorresina de pimienta gorda**

<b>Empresa:</b> LIEXVE						<b>Método:</b> Actual			
<b>Departamento:</b> Producción						<b>Analista:</b> Hector Martinez			
<b>Producto :</b> Oleorresina de pimienta gorda						<b>Fecha:</b> 6/12/2016			
Detalles del Método	Actividad						Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones
Encender la caldera		X					5		Manual y visual
Recibir materia prima					X		5		Visual
Secar materia prima					X		21600		Manual y visual
Almacenar materia prima	X						3		A temperatura a 40°F
Dirigirse a la planta piloto				X			1	3	
Limpiar y reducir la materia prima					X		20		Tamaño de partícula
Determinar humedad			X				5		humedad <10%
Cargar materia prima a la unidad de maceración dinámica		X					15		4 kg de materia prima
Agregar alcohol etílico		X					15		Purgar cada 5 min
Lixiviar			X				240		Se recibe en vaso florentino
Descargar el extracto etílico			X				10	2.5	Cuidado con la cristalería
Filtrar extracto etílico para eliminar los SG					X		10		En balon de destilación
Filtración através de un sistema de filtrado vacío a una presión de 20 mmHg para eliminar los finos					X		20		
Concentrar extracto etanólico en la marmita de concentración		X					20		En frasco y manual
Trasladar extracto al rotoevaporador				X			30	2.5	Cuidado con la cristalería
Rotoevaporar eliminando todo el solvente					X		180		Manual y visual
Trasladar extracto a un frasco			X				3	2	Tarar el frasco
Pesar			X				3		
Envasar Producto terminado			X				5		En frasco y manual
Traslado a refrigeración				X			3	4	
Almacenar producto termiando	X								Manual

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Las tablas XXVI Y XXVII sirven para fines de conocer únicamente el proceso de producción de forma integrada además del tiempo y la distancia que se recorre durante el proceso.

#### **2.3.4. Diseño de las instalaciones**

A continuación se propone el diseño de una planta extractora de aceite esencial de cardamomo que incluye tipo de edificio, piso, techos, tipo de iluminación, ventanas, etc.

##### **2.3.4.1. Tipo de edificio**

Al diseñar un edificio industrial se debe tomar en cuenta:

- Objetivos de la empresa y necesidades de la misma
- La localización industrial
- Disposición de Maquinaria
- Parámetros económicos

Los edificios se clasifican en construcción de primera categoría, segunda categoría y tercera categoría. Para el diseño de una planta extractora de aceite esencial y oleorresina se considerará como edificio de segunda categoría, en él predominara el acero estructural con combinación del concreto armado en cantidades menores, las sedimentaciones de las columnas serán de concreto armado, ventanas y puertas estarán echas de aluminio y hierro, para la cubierta superior se utilizara lámina de galvanizada, a excepción del laboratorio de control de calidad el piso será de concreto armado sin pulir.

##### **2.3.4.2. Techo**

El techo es un componente importante, cuya función principal es cerrar el edificio en su parte superior. Según la orientación de sus pendientes existen

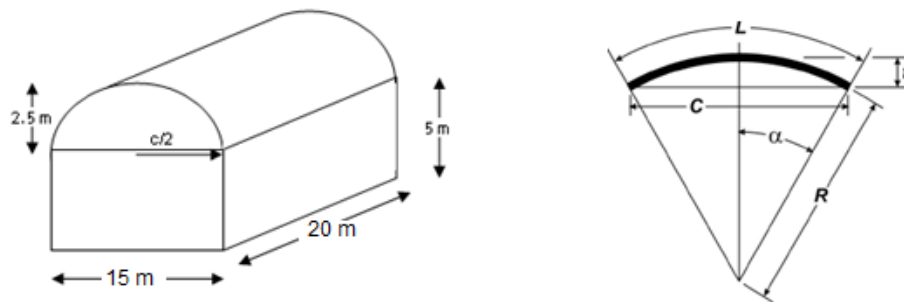
diferentes tipos de techos: planos, a dos aguas, a un agua, a cuatro aguas, diente de sierra y curvo.

Debido a que en la planta extractora de aceite esencial y oleorresina se genera demasiado calor y ruido, se decide colocar el techo semicircular disminuyendo así la temperatura en la superficie y proporcionando una elevada iluminación; permite una buena evacuación de la lluvia, supone un costo bajo de instalación, no se ve excesivamente afectado por los vientos su empleo obliga generalmente a la utilización de estructuras metálicas.

Las dimensiones de la planta serían las siguientes: 30m de ancho, 50m de largo y 5 m de altura.

Cálculo del número de láminas a utilizar:

Figura 4. Dimensiones del techo



Fuente: elaboración propia, empleando programa Paint.

$$R = \frac{c^2 + 4f^2}{8f}$$

$$R = \frac{(15 \text{ metros})^2 + 4(2.5 \text{ metros})^2}{8(2.5 \text{ metros})} = 12,5 \text{ metros}$$

$$\infty = \text{sen}^{-1} \left( \frac{c}{2R} \right)$$

$$\infty = \text{sen}^{-1} \left( \frac{15 \text{ metros}}{2(12,5 \text{ metros})} \right) = 36,86^\circ$$

Perímetro:

$$P = \frac{\pi R \infty}{90}$$

$$P = \frac{\pi (12,5)(38,86)}{90}$$

$$P = 16,08 \text{ metros}$$

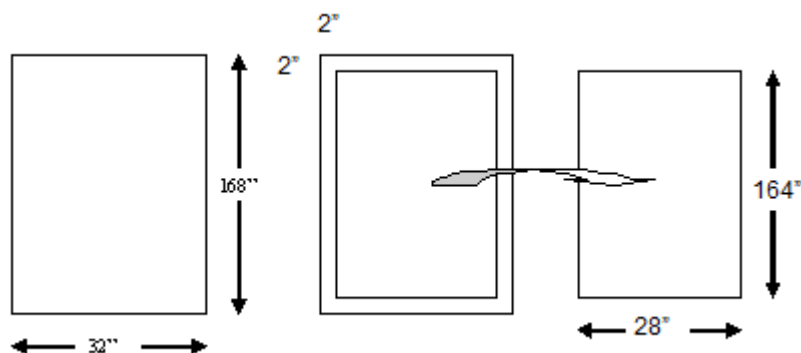
Área a cubrir:

$$\text{Área} = \text{perímetro} * \text{largo}$$

$$\text{Área} = (16,08) (20 \text{ metros}) = 321,66 \text{ metros}^2$$

Área de la lámina:

Figura 5. Área de la lámina



Fuente: elaboración propia.

Los tamaños de las láminas en el mercado varían, pero como medida estándar se puede tomar que la lámina tiene 32" de ancho y 168" (14') de largo.

Al momento de instalar las láminas hay que recordar que estas son colocadas en traslape, siendo el traslape de 2 pulgadas por cada lado.

$$\text{Área} = 164 \text{ pulgadas} * 28 \text{ pulgadas} = 4 592 \text{ pulgadas cuadradas}$$

$$\text{Área} = (4\ 592\ \text{plg}^2) (6,4516\ \text{cm}^2) (1\ \text{m}^2) / (1\ \text{plg}^2) (10\ 000\ \text{cm}^2)$$

$$\text{Área} = 2,96\ \text{metros}^2$$

Cálculo del número de láminas:

No. De láminas = área a cubrir / área de la lámina

$$\text{No. De láminas} = 321,66\ \text{m}^2 / 2,96\ \text{m}^2 = 108,67$$

$$\text{No. De láminas} = 109,00$$

Cálculo del número de láminas transparentes:

$$109 * 0,20 = 21,8 = 22,0\ \text{láminas transparentes}$$

$$109 - 22 = 87\ \text{láminas comunes}$$

Con lo anterior se concluye que es necesario adquirir para la construcción del techo propuesto 87 láminas comunes, 22 láminas transparentes con dimensiones de 168 \* 32 pulgadas

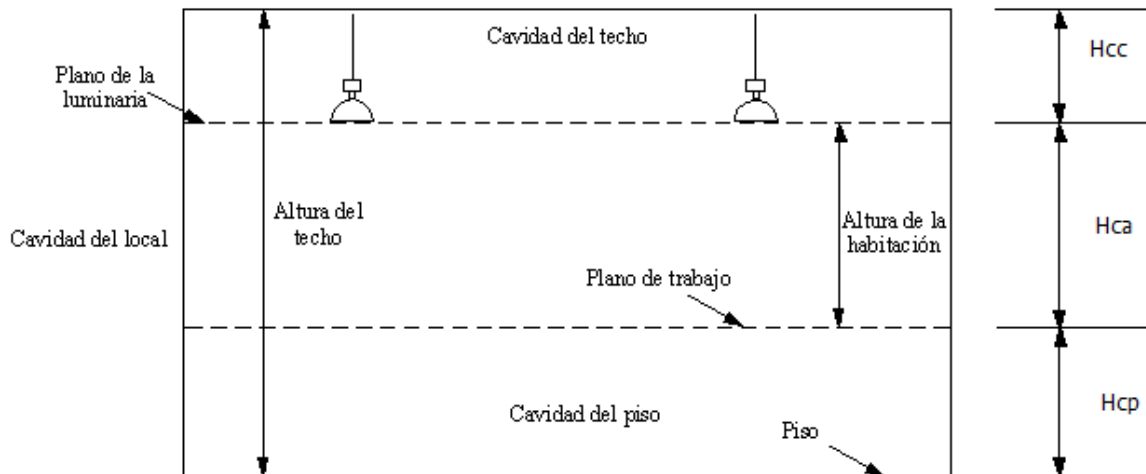
#### **2.3.4.3. Iluminación**

Para el cálculo del total de las lámparas a colocar en la planta se utiliza el método de cavidad zonal el cual asume que cada local está constituido por tres diferentes zonas o cavidades.

El nuevo sistema considera la habitación real como constituida por una cavidad de techo por encima de las luminarias (Hcc), una cavidad de suelo debajo del plano de trabajo (Hcp) y una cavidad de habitación situada entre los dos (Hca), en la siguiente figura se puede comprender mejor.



Figura 6. **Método de cavidad zonal**



Fuente: elaboración propia.

Para calcular las cantidades de lámparas necesarias se utilizarán los siguientes datos:

- $H_{cc} = 0$  metros
- $H_{ca} = 3,5$  metros
- $H_{cp} = 1,5$  metros
- Factor de mantenimiento = 0,8
- Largo = 20,0 metros
- Ancho = 15,0 metros
- Nivel lumínico = 300 luxes (s/NOM-025-STPS-2008)
- Potencia de lámpara = 36 watts / doble tubo
- Nivel de reflectancia de luz en las superficies
  - Pared ( $P_p$ ): 0,5

- Techo (Pc): 0,7
- Piso (Pf): 0,3

Tabla XXVIII. Niveles de reflectancia de luz

	Color	Factor de reflexión(p)
Techo	Blanco	0,7
	Claro	0,5
	Medio	0,3
Paredes	Claro	0,5
	Medio	0,3
	Oscuro	0,1
Suelo	Claro	0,3
	Oscuro	0,1

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*, p. 30.

Calculando las relaciones de cavidad zonal:

$$R_{ca} = \frac{5 (Hca)(l+a)}{l*a} = \frac{5 (3,5)(20+15)}{20*15} = 2,04$$

$$R_{cc} = \frac{5 (Hcc)(l+a)}{l*a} = \frac{5 (0)(20+15)}{20*15} = 0$$

$$R_{cp} = \frac{5 (Hcp)(l+a)}{l*a} = \frac{5 (1,5)(20+15)}{20*15} = 0,875$$

Con

- a) Pf=0,3
- b) Pp=0,5
- c) Rcp=0,875

Se interpolan estos datos con la tabla siguiente y se obtiene: Pcc=2

Tabla XXIX. Tabla de reflectancias

Reflectancia Piso o cielo	90				80				70				50				30				10			
	90	70	50	30	90	70	50	30	90	70	50	30	90	50	30	65	50	30	10	90	30	10	10	
0	90	90	90	90	80	80	80	80	70	70	70	70	50	50	50	30	30	30	30	10	10	10		
0.1	89	89	88	87	79	79	78	78	69	69	68	68	59	49	48	30	30	29	29	10	10	10		
0.2	88	88	86	85	78	78	77	76	68	67	66	66	49	48	47	30	29	29	28	10	10	9		
0.3	88	87	85	83	78	77	75	74	68	66	64	64	49	47	46	30	29	28	27	10	10	9		
0.4	88	86	83	81	78	76	74	72	67	65	63	63	48	46	45	30	29	27	26	11	10	9		
0.5	88	85	81	78	77	75	73	70	66	64	61	61	48	46	44	29	28	27	25	11	10	9		
0.6	88	84	80	76	77	75	71	68	65	62	59	57	47	45	43	29	28	26	25	11	10	9		
0.7	88	83	78	74	76	74	70	66	65	61	58	57	47	44	42	29	28	26	24	11	10	8		
0.8	87	82	77	73	75	73	69	65	64	60	56	56	47	43	41	29	27	25	23	11	10	8		
0.9	87	81	76	71	75	72	68	63	63	59	55	55	46	43	40	29	27	25	22	11	9	8		
1.0	86	80	74	69	74	71	66	61	63	58	53	53	46	42	39	29	27	24	22	11	9	8		
1.1	86	79	73	67	74	71	65	60	62	57	52	52	46	41	38	29	26	24	21	11	9	8		
1.2	86	78	72	65	73	70	64	58	61	56	50	49	41	37	34	29	26	23	20	12	9	7		
1.3	85	78	70	64	73	69	63	57	61	55	49	45	40	36	33	29	26	23	20	12	9	7		
1.4	85	77	69	62	72	68	62	55	60	54	48	45	40	35	32	28	26	22	19	12	9	7		
1.5	85	76	68	61	72	68	61	54	59	53	47	44	39	34	31	28	25	22	18	12	9	7		
1.6	85	75	66	59	71	67	60	53	58	52	45	42	37	32	29	25	21	18	12	9	7			
1.7	84	74	65	58	71	66	59	52	58	51	44	41	36	31	28	25	21	17	12	9	7			
1.8	84	73	64	56	70	65	58	50	57	50	43	40	35	30	27	24	21	17	12	9	6			
1.9	84	73	63	55	70	65	57	49	57	49	42	40	35	30	27	24	20	16	12	9	6			
2.0	83	72	62	53	69	64	56	48	56	48	41	40	35	30	27	24	20	16	12	9	6			
2.1	83	71	61	52	69	63	55	47	56	47	40	40	35	30	27	24	20	16	13	9	6			
2.2	83	70	60	51	68	63	54	45	55	46	39	40	35	30	27	24	19	15	13	9	6			
2.3	83	69	59	50	68	62	53	44	54	45	38	40	35	30	27	24	19	15	13	9	6			
2.4	82	68	58	48	67	61	52	43	54	45	37	40	35	27	28	24	19	14	13	9	6			
2.5	82	68	57	47	67	61	51	42	53	44	36	41	34	27	27	23	18	14	13	9	6			
2.6	82	67	56	46	66	60	50	41	53	43	35	41	34	26	27	23	18	13	13	9	5			
2.7	82	66	55	45	66	60	49	40	52	43	34	41	33	26	27	23	18	13	13	9	5			
2.8	81	66	54	44	66	59	48	39	52	42	33	41	33	25	27	23	18	13	13	9	5			
2.9	81	65	53	43	65	58	48	38	51	41	33	40	33	25	27	23	17	12	13	9	5			
3.0	81	64	52	42	65	58	47	38	51	40	32	40	32	24	27	22	17	12	13	8	5			
3.1	80	64	51	41	64	57	46	37	50	40	31	40	32	24	27	22	17	12	13	8	5			
3.2	80	63	50	40	64	57	45	36	50	39	30	40	31	23	27	22	16	11	13	8	5			
3.3	80	62	49	39	64	56	44	35	49	39	30	39	31	23	27	22	16	11	13	8	5			
3.4	80	62	48	38	63	56	44	34	48	38	29	39	31	22	27	22	16	11	13	8	5			
3.5	79	61	48	37	63	55	43	33	48	38	29	39	30	22	26	22	16	11	13	8	5			
3.6	79	60	47	36	62	54	42	33	48	37	28	39	30	21	26	21	15	10	13	8	5			
3.7	79	60	46	35	62	54	42	32	48	37	27	38	30	21	26	21	15	10	13	8	4			
3.8	79	59	45	35	62	53	41	31	47	36	27	38	29	21	26	21	15	10	13	8	4			
3.9	78	59	45	34	61	53	40	30	47	36	26	38	29	20	26	21	15	10	13	8	4			
4.0	78	58	4	33	61	52	40	30	46	35	26	38	29	20	26	21	15	9	13	8	4			
4.1	78	57	43	32	60	52	39	29	46	35	25	37	28	20	26	21	14	9	13	8	4			
4.2	78	57	43	32	60	51	39	29	46	34	25	37	28	19	26	20	14	9	13	8	4			
4.3	78	56	42	31	60	51	38	28	45	34	25	37	28	19	26	20	14	9	13	8	4			
4.4	77	56	41	30	59	51	38	28	45	34	24	37	27	19	26	20	14	8	13	8	4			
4.5	77	55	41	30	59	50	37	27	45	33	24	37	27	19	25	20	14	8	14	8	4			
4.6	77	55	40	29	59	50	37	26	44	33	24	36	27	18	25	20	14	8	14	8	4			
4.7	77	54	40	29	58	49	36	26	44	33	23	36	26	18	25	20	13	8	14	8	4			
4.8	76	54	39	28	58	49	36	25	44	32	23	36	26	18	25	19	13	8	14	8	4			
4.9	76	53	38	28	58	49	35	25	44	32	23	36	26	18	25	19	13	7	14	8	4			
5.0	76	53	38	27	57	48	35	25	43	32	22	36	26	17	25	19	13	7	14	8	4			

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*, p. 30.

Con

- a) Pcc=27
- b) Pp=0,5
- c) Rca=0,9

Se interpolan estos datos con la tabla siguiente y se obtiene un coeficiente de utilización (k) de 0,68.

Tabla XXX. Coeficientes de utilización para algunas luminarias típicas

Distribución Típica	Poc	80				70				50			30			10			
	Pp	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	
	RCA	Coeficientes de Utilización, método cavidad zonal, Pcp=20																	
A Incandescen te	1	.86	.84	.82	.79	.84	.81	.79	.77	.77	.75	.74	.73	.72	.71	.70	.69	.68	.68
	2	.81	.77	.73	.70	.79	.75	.71	.69	.71	.69	.66	.68	.66	.64	.65	.63	.62	.62
	3	.76	.70	.66	.62	.74	.69	.65	.61	.66	.63	.60	.63	.61	.58	.61	.59	.57	.57
	4	.71	.64	.59	.56	.69	.63	.59	.55	.61	.57	.54	.58	.55	.52	.56	.54	.51	.51
	5	.67	.59	.54	.50	.65	.58	.53	.49	.56	.52	.49	.54	.50	.48	.52	.49	.47	.47
	6	.63	.55	.49	.45	.61	.54	.49	.45	.52	.47	.44	.50	.46	.44	.49	.45	.43	.43
	7	.59	.50	.45	.41	.57	.49	.44	.41	.48	.43	.40	.46	.42	.39	.45	.41	.39	.39
	8	.55	.46	.41	.37	.54	.45	.40	.37	.44	.40	.36	.43	.39	.36	.41	.38	.35	.35
	9	.51	.43	.37	.34	.50	.42	.37	.33	.41	.36	.33	.40	.35	.33	.38	.35	.32	.32
	10	.47	.38	.32	.29	.46	.37	.32	.29	.36	.31	.28	.35	.31	.28	.34	.30	.27	.27
B Neon	1	.73	.70	.68	.66	.71	.68	.67	.65	.66	.64	.63	.63	.62	.61	.61	.60	.59	.59
	2	.67	.63	.59	.56	.66	.62	.58	.56	.59	.57	.54	.57	.55	.53	.55	.54	.52	.52
	3	.62	.57	.52	.49	.61	.56	.52	.48	.54	.50	.47	.52	.49	.47	.51	.48	.46	.46
	4	.58	.51	.46	.43	.57	.50	.46	.42	.49	.45	.42	.47	.44	.41	.46	.44	.41	.41
	5	.53	.46	.41	.37	.52	.45	.40	.37	.44	.40	.36	.43	.39	.36	.41	.38	.36	.36
	6	.50	.42	.36	.33	.48	.41	.36	.32	.40	.35	.32	.39	.35	.32	.38	.34	.32	.32
	7	.46	.38	.32	.29	.45	.37	.32	.29	.36	.32	.28	.35	.31	.28	.34	.31	.28	.28
	8	.42	.34	.29	.25	.41	.33	.28	.25	.32	.28	.25	.32	.28	.25	.31	.27	.24	.24
	9	.39	.31	.25	.22	.38	.30	.25	.22	.29	.25	.22	.29	.24	.21	.28	.24	.21	.21
	10	.36	.28	.23	.19	.36	.27	.23	.19	.27	.22	.19	.26	.22	.19	.25	.22	.19	.19
C Mercurio	1		.98	.96	.95					.92	.91	.90				.87	.86	.85	
	2		.94	.91	.89					.89	.87	.86				.85	.84	.83	
	3		.90	.87	.85					.87	.85	.83				.83	.82	.80	
	4		.87	.83	.81					.84	.81	.80				.81	.79	.78	
	5		.83	.80	.77					.81	.78	.76				.79	.77	.75	
	6		.81	.77	.75					.79	.76	.74				.77	.75	.73	
	7		.78	.74	.72					.76	.73	.71				.74	.72	.70	
	8		.75	.72	.69					.74	.71	.69				.72	.70	.68	
	9		.73	.69	.67					.72	.68	.66				.70	.68	.66	
	10		.70	.67	.64					.69	.66	.64				.68	.66	.64	

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*, p. 30.

Ahora se debe de calcular el flujo lumínico de la siguiente manera:

$$\Phi = \frac{(\text{Área})(\text{nivel lumínico})}{(\text{Factor de mantenimiento})(k)} = \frac{(15\text{m} \times 20\text{m})(300\text{lúmenes})}{(0.8)(0.68)} = 165\,441 \text{ lux}$$

Sabiendo que 1 watt = 80 lumens

Potencia de la lámpara = 2 tubo \* 36 watt \* 80 lumen = 5 760 lumen

Número de lámparas:

$$NL = \frac{\text{Flujo lumínico}}{\text{Potencia de la lámpara}} = \frac{165441}{5760} = 29 \text{ lámparas.}$$

Ahora se calcula la distancia de instalación

El área cubierta será igual a:

$$Ac = \text{Área} * NL$$

$$Ac = 300 \text{ m}^2 * 29 \text{ lámparas}$$

$$Ac = 8700 \text{ m}^2$$

El espaciamiento por lámpara, está dado por

$$E = \text{Raíz cuadrada } (Ac)$$

$$E = \text{Raíz cuadrada } (8700 \text{ m}^2)$$

$$E = 93 \text{ m}$$

Número de lámparas a lo ancho

$$NLA = \frac{E}{\text{Ancho del lugar}} = \frac{93 \text{ m}}{15 \text{ m}} = 6 \text{ lámparas}$$

Número de lámparas a lo largo

$$NLI = \frac{E}{\text{Largo del lugar}} = \frac{93 \text{ m}}{20 \text{ m}} = 5 \text{ lámparas}$$

La distancia de montaje entre lámparas es de la siguiente manera:

Vertical:

- Distancia entre lámparas a lo ancho: 2,5 metros de centro a centro de cada una de las lámparas aproximadamente.
- Distancia entre lámparas y pared: 1,5 metros aproximadamente del centro de la lámpara hacia la pared.

Horizontal:

- Distancia entre lámparas a lo largo: 3 metros de centro a centro de cada una de las lámparas aproximadamente.

- Distancia entre lámparas y pared 1,5 metros aproximadamente del centro de la lámpara hacia la pared.

#### 2.3.4.4. Ventilación

El sistema de ventilación que se propone es la natural, para ello es necesario tomar en cuenta las dimensiones del edificio, actividades que se realizan y velocidad promedio del aire.

A continuación se muestra el cálculo del área de ventanearía para la planta:

- Volumen total de aire que se debe evacuar.

$$\text{Volumen} = 15 \text{ m} * 20 \text{ m} * 5 \text{ m} = 1500 \text{ m}^3$$

Según la tabla siguiente, se determina que es necesaria la renovación de aire de 3 a 4 veces por hora:

Tabla XXXI. **Renovación del aire en número de veces por/hora**

Lugar	Cantidad de veces
Habitaciones ordinarias	1
Dormitorios	2
Hospitales, enfermedades comunes	3 a 4
Hospitales, enfermedades epidémicas	5 a 6
Talleres	3 a 4
Teatros	3 a 4

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*, p. 30.

$$\text{Volumen total a evacuar} = 1500 \text{ m}^3 * 4 = 6000 \text{ m}^3$$

- Determinación del volumen total a evacuar.

$$Q = C * A * V$$

Donde:

Q= volumen total a evacuar

C= velocidad de paso

A= área de la ventana

V= velocidad de viento

Tabla XXXII. **Coficiente según la característica del viento**

C	Características
0,25-0,35	Cuando actúa longitudinalmente
0,3-0,5	Cuando actúa perpendicularmente

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*, p. 30.

De la tabla anterior se considera como coeficiente de entrada de la ventana 0,25, actuando longitudinal, se plantea la instalación de la planta en la ciudad de Guatemala, por lo que la velocidad de viento promedio, según INSIVUMEH es de 4 km/hora para el año 2017.

$$6000 \text{ m}^3 = 0,25 * A * 5 \text{ 000 metros}$$

$$A = 4,8 \text{ m}^2$$

- Ancho de la ventana.

$$A = 4,8 \text{ m}^2$$

$$A = \text{largo} * \text{ancho}$$

$$\text{Ancho} = \frac{4,8 \text{ m}^2}{20\text{m}} = 0,24 \text{ m}$$

$$\text{Largo} = \frac{4,8 \text{ m}^2}{15\text{m}} = 0,32 \text{ m}$$

Por lo que tendrán que diseñar ventanas de 0.1088m<sup>2</sup>, a los lados de las paredes de la planta extractora de aceite esencial y oleorresina.

#### **2.3.4.5. Pisos**

El concreto será el material utilizado en la fundición del piso en la planta, esta es una mezcla de una parte cemento de 3 000 psi, 2 partes de arena, 3 partes de pedrín y menos del 20 % agua del peso total de la mezcla.

La uniformidad en la compactación del suelo, es el secreto para una buena fundición, esta compactación es necesaria para lograr la sub-base y las condiciones que debe tener el suelo para hacer una subbase son:

- Suelos que sean arcillosos
- Que exista agua
- Que exista tráfico pesado

Estas condiciones del suelo donde se va a fundir una losa, son las que ameritan la formación de una buena sub-base.

Para lograr una buena fundición en el concreto se debe utilizar pedrín de 1.5", este tamaño nos da buenos resultados o resistencia a la deflexión y compresión. La resistencia al desgaste en un piso se debe al uso de concreto con un módulo bajo la rotira.

Debido a que se considera que es un piso industrial, este necesita un alto índice de resistencia al desgaste por tráfico, por lo que tiene que ser un piso menos duro y maleable, que no tenga mucha dureza, pues la dureza da fragilidad a la vez.



El piso debido a que es nuevo se debe de proteger para poderlo conservar por un largo tiempo en buen estado, debido a que en el laboratorio se manejan soluciones ácidos o alcalinas que se pueden derramar en la superficie del piso, la pintura del piso es necesaria y por lo cual se puede usar pintura epóxica, la cual está compuesta de un componente catalizador u otro que es la que contiene los sólidos.

El grosor de la película de la pintura es al gusto, sin embargo se recomienda de 3 a 5 milímetros de espesor.

Las secciones serán de 2,5 metros de ancho por 3 metros de largo, con una separación de 5 milímetros aproximadamente y estar provista cada área por canaletas para facilitar su limpieza. Toda área de trabajo deberá estar demarcada por líneas continuas de color amarilla.

#### **2.3.4.6. Paredes**

Dentro del diseño de los cimientos se incluyen la localización de las columnas, identificación de zapatas, el cimiento corrido y las soleras de amarre para la planta y para el área de baños y vestidores.

Una zapata consiste en un ancho prisma de concreto situado bajo las columnas de la estructura, cuya función es transmitir al terreno las tensiones a que está sometida el resto de la estructura y anclarla. La zapata denominada Z-1 está compuesta por 6 varillas de acero corrugado de ½ pulgada corrida a cada 0.13 metros, con una dimensión de 0,80 x 0,80 metros a una altura de 0,25 metros.

En cuanto a las columnas, la denominada C-1 colocadas en donde se encuentran las zapatas, están compuestas por un refuerzo longitudinal de 4

varillas de acero corrugado de  $\frac{1}{2}$  pulgada y un refuerzo transversal de estribos simples con varilla de acero liso de  $\frac{1}{4}$  de pulgada confinado a cada 0,10 metros, la otra columna teniendo las mismas características a diferencia del grosor de  $\frac{3}{8}$  de pulgada van en los alrededores de la planta y las columnas C-2 ubicadas en las puertas y ventanas poseen un refuerzo longitudinal de 4 varillas de acero corrugado de  $\frac{3}{8}$  de pulgadas y un refuerzo transversal de eslabones simples con varilla de acero liso de  $\frac{1}{4}$  de pulgada confinado a cada 0,10 metros.

La solera hidrófuga cuya finalidad es evitar el ingreso de humedad hacia el interior de los espacios, la intermedia que da soporte de la construcción y la de corona amarra las columnas y funciona como dintel para puertas y ventanas será de un fuerzo longitudinal de 4 varillas de acero corrugado de  $\frac{3}{8}$  pulgada y de estribos simples con varilla de acero liso de  $\frac{1}{4}$  de pulgada confinado a 0,15 m transversalmente.

Las paredes laterales serán de block hueco estructural, repelladas y pintadas con una mezcla de cal, arena, cemento y agua que ayudan a bloquear los poros, evitando que entren insectos, así como humedad y moho.

### **2.3.5. Distribución de la planta**

Una adecuada distribución de la planta es la que proporciona condiciones de trabajo aceptables y permite la operación más económica, a la vez que mantiene las condiciones óptimas de seguridad y bienestar para los trabajadores.

Lo objetivos básicos de la distribución de la planta son: integración total, mínima distancia de recorrido, utilización de espacio cúbico, seguridad y

bienestar para el trabajador y flexibilidad.<sup>13</sup>. Existen tres tipos básicos para la distribución de la planta: distribución por proceso, por producto y por componente fijo.

La distribución actual de la planta piloto no considera un área específica para el almacenamiento de la materia prima y del producto terminado, esto es debido a que la materia prima se acumula de manera inadecuada ya que se va usando conforme se realizan las extracciones y así sucede con el producto terminado.

Por esta situación es que se presenta una propuesta de una distribución de planta, que incluye las partes necesarias para que funcione de una forma adecuada. Esta propuesta de planta incluye lo que tiene y le hace falta a la planta piloto del Centro de Investigaciones de Ingeniería solo que de una forma más ordenada.

La distribución de planta se puede realizar por proceso y por producto. En este caso se utiliza el método SLP (*Systematic Layout Planning*), este está enfocado a la distribución por proceso, debido a que se trabajan 2 procesos: extracción de aceite esencial y oleoresina.

#### **2.3.5.1. Método SLP (Systematic Layout Planning)**

Este es un método poco cuantitativo que se basa en 5 aspectos (P, Q, R, S y T) los cuales son:

- El producto con todas sus especificaciones.

---

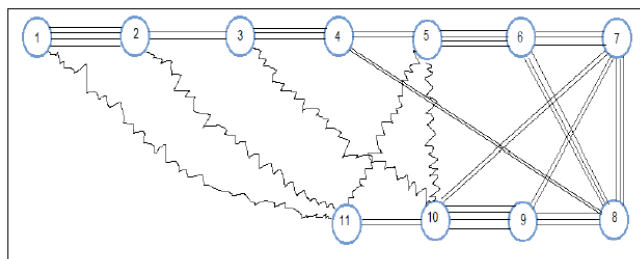
<sup>13</sup>BACA URBINA, Gabriel. *Evaluación de proyectos*. p 107.

- 'La cantidad de producto que se desea elaborar (*quantity*) que se determina con el estudio de mercado y el tamaño óptimo de la planta.
- La metodología que sigue el proceso de producción (*Route*).
- Los insumos necesarios para la producción (*Supplies*)
- El tiempo total de la producción.

Previo a ejecutar el método es necesario conocer la simbología y se presenta en la figura del anexo 10. Para la ejecución del método SLP se utiliza el siguiente procedimiento.

- Construir matriz diagonal: las áreas que se consideran en este caso son las que se presentan en el diagrama de operaciones del proceso (tanto aceite esencial y oleoresina).
- Llenar cada cuadro de la matriz con la simbología antes mencionado según sea el caso correspondiente.
- Construcción del diagrama de hilos: las áreas que se consideran para el diagrama son las mismas que se proponen en la matriz SLP.
- Si la matriz y el diagrama de hilos coinciden, está ya es una propuesta óptima.

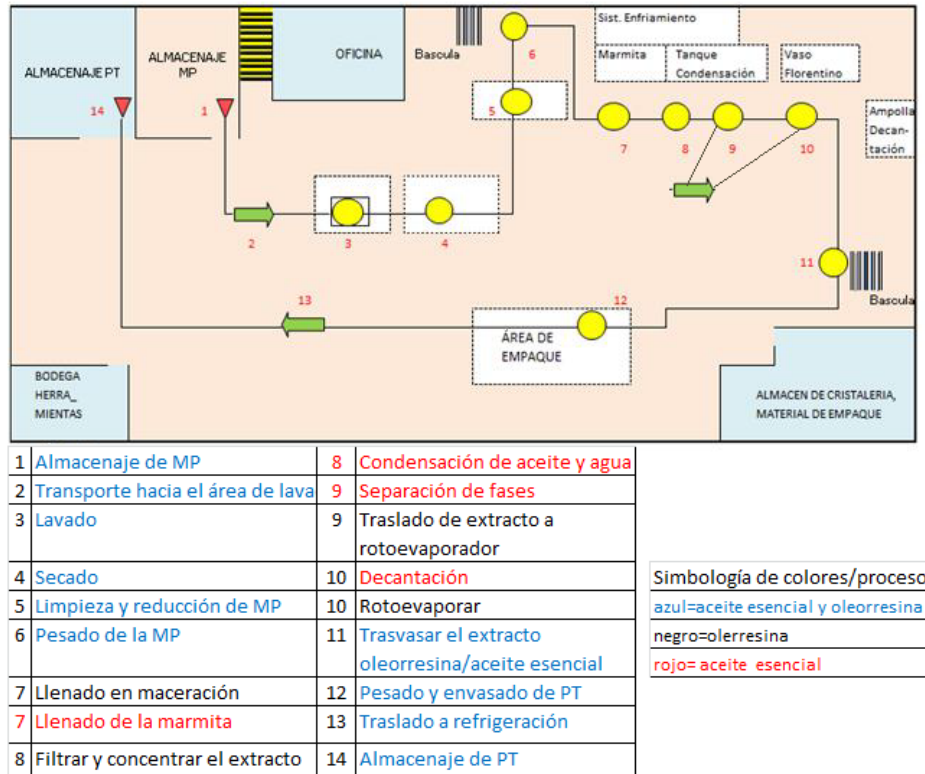
Figura 7. **Diagrama de hilos del área de producción**



Fuente: elaboración propia, empleando Paint.



Figura 9. Diagrama de recorrido de la planta de extracción de aceite esencial y oleoresina de pimienta gorda



Fuente: elaboración propia, empleando Paint.

Como se puede observar este diagrama muestra gráficamente el proceso de extracción del aceite esencial y oleoresina de la pimienta gorda, con todos sus procesos de operación, almacenaje, transporte, etc.

### 2.3.6. Costos variables

Constituido por los costos que varían conforme a la producción, en esta ocasión la materia prima, energía eléctrica, agua potable, combustible, mano de obra, cristalería y reactivos, equipo de protección y limpieza, envases y embalaje.

Todos los costos están calculados en base a las extracciones realizadas en la planta piloto: una de aceite esencial y una de oleorresina.

### 2.3.6.1. Materia prima

El costo de la materia prima es obtenido por el departamento de compras del LIEXVE, el precio de la hoja de pimienta gorda es de Q.700,00/quintal y el del fruto es de Q.1500,00/quintal.

Debido a que las unidades que se trabajan para realizar las extracciones es en Kg y 1qq=100 kg, se procede a realizar las siguientes conversiones:

$$1) \text{Costo de la hoja} = \frac{Q.700}{qq} * \frac{1qq}{100Kg} = \frac{Q.7,00}{Kg}$$

$$2) \text{Costo del fruto} = \frac{Q.1500}{qq} * \frac{1qq}{100Kg} = \frac{Q.15,00}{Kg}$$

Por lo que el precio de la hoja de la pimienta gorda es de Q.7,00/kg y para el fruto es de Q.15,00/kg, para estimar el costo por día se multiplica el precio de la materia prima por las cantidades de extracciones realizadas en ese día (en este caso es una extracción), para estimar el costo mensual se multiplica este último por los 22,5 días promedios que hay en el mes (debido que hay meses que son 22 y otros 23 días) y para estimar el costo anual se multiplica por los 12 meses del año.

Debido a que el mayor rendimiento es de la procedencia de las hojas y fruto de San Luis, Petén; es la materia prima a utilizar, a continuación en la tabla XXXIII se detallan los costos de materia prima.

Tabla XXXIII. Costos de materia prima

Extracto	Materia prima	Costo(Q/kg)	Costo (Q/día)	Costo (Q/mes)	Costo/año
Aceite esencial	hojas	Q7,00	Q84,00	Q1 890,00	Q22 680,00
Oleoresina	fruto	Q15,00	Q135,00	Q3 037,50	Q36 450,00
<b>Total</b>			Q219,00	Q4 927,50	Q110 868,75

Fuente: elaboración propia.

Según la tabla XXXIII el costo de la materia prima para producir una extracción de aceite esencial de pimienta gorda es de Q.28, 00, el diario es de Q.84,00 y para el costo de un extracto oleoresina es de Q.45,00 y el diario es de Q.135,00; esto es debido a que para obtener el mayor rendimiento para cada extracción se necesitan hojas de pimienta gorda en el aceite esencial y frutos de la pimienta gorda para la oleoresina.

### 2.3.6.2. Energía eléctrica

El consumo de energía eléctrica para el aceite esencial de pimienta gorda, hace referencia a la marmita de extracción, la caldera, tuberías, válvulas y condensador; para la oleoresina de pimienta gorda lo es la marmita de concentración, la marmita con agitador, la caldera, tuberías, válvulas, bombas al vacío y el condensador.

La tarifa fija está incluida en el valor indicado (Q.1,90/Kw) y corresponde a la vigente para la ciudad de Guatemala Para calcular el Costo/día de energía eléctrica se realiza el siguiente cálculo:

$$3) \frac{\text{Costo}}{\text{día}} = \left( Q \cdot \frac{\text{Kw}}{h} \right) * (\text{Kw}) * (\text{hr})$$



Para calcular el costo/ mes se multiplica el costo/día por la cantidad de días laborales promedio (22.5) en el mes:

$$4) \frac{\text{Costo}}{\text{mes}} = \left( Q \frac{\text{Costo}}{\text{día}} \right) (22,5 \text{ días laborales promedio})$$

Para calcular el costo/año se multiplica el costo/mes por los 12 meses del año:

$$5) \frac{\text{Costo}}{\text{año}} = \left( Q \frac{\text{Costo}}{\text{mes}} \right) \left( \frac{12 \text{ meses}}{\text{año}} \right)$$

A continuación se presenta en las tablas XXXIV y XXXV los costos de energía eléctrica para la extracción del aceite esencial y oleorresina.

**Tabla XXXIV. Consumo de energía eléctrica para la extracción del aceite esencial**

Extracción	Descripción del equipo	Costo (Q.Kw/h) con IVA	Consumo(kw)	Tiempo (hr)	Costo/día	Costo/mes	Costo/año
Aceite esencial Aceite esencial	Marmita de extracción 80/17 B.J9428B	Q1,90	0,5	8,00	Q7,60	Q171,00	Q2,052,00
	Caldera Columbia Serie 9720 vale.cap 576/lbHR STM CAP 345lb/hr	Q1,90	3,73	8,00	Q56,67	Q1 275,15	Q15 301,76
	Tuberías BRV	Q1,90	0,05	4,00	Q0,38	Q8,55	Q102,60
	Válvulas BRV	Q1,90	0,05	4,00	Q0,38	Q8,55	Q102,60
	Condensador marca Élite	Q1,90	1,15	8,00	Q17,48	Q393,30	Q4 719,60
	<b>TOTAL</b>					<b>Q82,51</b>	<b>Q1 856</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. Consumo de energía eléctrica para la extracción de la oleorresina

Extracción	Descripción del equipo	Costo (Q.Kw/h) con IVA	Consumo (kw)	Tiempo (hr)	Costo día	Costo/ mes	Costo/ año	
Oleorresina	Caldera Columbia Serie 9720 vale.cap 576/lbHR STM CAP 345lb/hr	Q1,90	0,373	8,00	Q.56,67	Q.1 275,15	Q.15 301,76	
	Marmita con agitador Serie HG040501	Q1,90	1,00	4,00	Q.7,60	Q.171,00	Q.2 052,00	
	Marmita de concentración Marca TOURNAIRE HJ.9428H con capacidad de 100L/40L	Q1,90	1,20	4,00	Q.9,12	Q.205,20	Q.2 462,40	
	Tuberías BRV	Q1,90	0,05	4,00	Q.0,38	Q.8,55	Q.102,60	
	Válvulas BRV	Q1,90	0,05	4,00	Q.0,38	Q.8,55	Q.102,60	
	Bomba al vacío legrand Tipo C.8214 10A.415V	Q1,90	0,15	4,00	Q.1,14	Q.25,65	Q.307,80	
	Condensador marca Élite	Q1,90	1,15	8,00	Q.17,48	Q.393,30	Q.4 719,60	
	<b>Total</b>			<b>Q92,77</b>	<b>Q2 087,40</b>	<b>Q25 048,76</b>	<b>Total</b>	

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en las tablas XXXIV y XXXV, el costo de energía eléctrica costo es bajo, debido a que en el proceso de producción se utilizan

todos los equipos por un total de 8 horas, a continuación se presenta en la tabla XXXVI los costos de energía eléctrica del aceite esencial y oleorresina.

Tabla XXXVI. **Consumo total de energía eléctrica**

Extracción	Costo/día	Costo/mes	Costo/año
<b>Aceite esencial</b>	Q82,51	Q1 856,55	Q22 278,56
<b>Oleorresina</b>	Q92,77	Q2 087,40	Q25 048,76
<b>Total</b>	Q17,.29	Q3 943,94	Q47 327,33

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla XXXVI, el costo total diario de producción es de Q.175 29 el costo mensual es de Q.3 943,94 y el costo anual es de Q.47 327,33.

### **2.3.6.3. Agua potable**

El agua potable es utilizada para las extracciones de aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda, con lo que respecta al aceite esencial es utilizada por el sistema de destilación (caldera Columbia Serie 9720 vale .cap 576/lbHR STM CAP 345lb/hr, marmita de extracción 80/17 B.J9428B, válvulas de presión BRV, llaves de paso, condensador marca élite y el *chiller*),

También es utilizada para las extracciones de la oleorresina con los siguientes equipos: marmita con agitador Serie HG040501, marmita de concentración marca TOURNAIRE HJ.9428H con capacidad de 100L/40L y para la limpieza del área de trabajo, del equipo y utensilios del mismo.

Para calcular el consumo de agua potable se debe de conocer la cantidad de m<sup>3</sup>/año de agua de cada equipo para proceder a calcular el valor del consumo anual del agua potable con la siguiente conversión:

$$6) \frac{\text{Valor del consumo}}{\text{año}} = \left( \left( \frac{m^3}{\text{año}} \right) * \left( \frac{\text{Costo(Q)}}{m^3} \right) + (\text{valor cargofijo})(\text{meses del año}) \right)$$

Donde:

- Costo(Q)/m<sup>3</sup>: es el precio que se debe pagar (Q) por cada m<sup>3</sup> y se calcula según la siguiente tabla proporcionada por la Municipalidad de Guatemala.

A continuación en la tabla XXXVII se presenta un tarifario (Q/m<sup>3</sup>) en función del consumo mensual (m<sup>3</sup>).

**Tabla XXXVII. Tarifario de (Q/m<sup>3</sup>) en función del consumo mensual (m<sup>3</sup>)**

Rango de consumo (m <sup>3</sup> /año)	Costo(Q/m <sup>3</sup> ) (ya incluye IVA)
1 a 20	Q1,25
21 a 40	Q1,97
41 a 60	Q2,51
61 a 120	Q5,02
120 o más	Q6,27

Fuente: Municipalidad de Guatemala.

- Valor cargo fijo: Es el valor que se cancela por el servicio de agua potable (se utilice o no este servicio) que es Q.27,19
- Meses año: 12

Luego se calcula el valor del alcantarillado de la siguiente forma:

$$7) \frac{\text{Valor del alcantarillado}}{\text{año}} = \left( \frac{\text{Valor del consumo}}{\text{año}} \right) (0.18)$$

Para conocer el costo del consumo anual (Q/año) de agua potable se debe de utilizar la siguiente conversión:

$$8) \frac{\text{Valor del consumo total}}{\text{año}} = \frac{\text{Valor del consumo}}{\text{año}} + \frac{\text{Valor del alcantarillado}}{\text{año}}$$

Con estas ecuaciones se calcula el consumo del agua potable anual en el Laboratorio de Investigación Extractos Vegetales (LIEXVE) con una extracción de aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda y para la limpieza del área de trabajo y sus equipos.

A continuación se presenta en la tabla XXXVIII el consumo de agua potable anual del LIEXVE.

Tabla XXXVIII. **Costos de agua potable**

Descripción	m <sup>3</sup> /año	Costo/m <sup>3</sup> (Q)	Subtotal (Q/año)	Total (IVA+ Subtotal)(Q/año)
<b>Mamita de concentración</b>	7,36	1,25	Q335,48	Q395,87
<b>Marmita con agitador</b>	7,36	1,25	Q335,48	Q395,87
<b>Sistema de destilación</b>	12	1,25	Q341,28	Q402,71
<b>Limpieza</b>	10	1,25	Q338,78	Q399,76
<b>Total(Q/año)</b>				<b>Q1 594,20</b>

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXXVI se puede observar que el costo del agua potable al año es de Q. 1 594,20 aproximadamente, dividiendo dentro de los 270 días laborales sería de Q.5.90 al día, Q.132.85 al mes, lo cual es un costo considerable para realizar una producción de aceite esencial de las hojas de pimienta gorda y una de oleorresina de los frutos de la pimienta gorda.

#### 2.3.6.4. Combustible

En este apartado se menciona el combustible diésel. El combustible es utilizado en la caldera, y sirve para la generación de vapor en el sistema de destilación por arrastre de vapor directo.

El consumo de combustible depende de la potencia del equipo, siendo de una potencia de 10-150 Hp la caldera que se utiliza para la extracción. El consumo de combustible (diésel) por Hp es de 0,20 gal/hora aproximadamente según pruebas efectuadas para una caldera en la universidad de Nebraska.

Para estimar el costo diario del combustible tanto para la extracción del aceite esencial de pimienta gorda y su oleorresina se utiliza la siguiente conversión

$$9) \frac{\text{Costo}}{\text{día}} = \left( \frac{\text{Costo}}{\text{gal}} \right) * \left( \frac{\text{Cantidad de gal}}{\text{extracción}} \right) * \left( \frac{\text{No. extracción}}{\text{día}} \right)$$

Para estimar el costo mensual se debe de utilizar la conversión 9, multiplicando por los días laborales promedio (22,5), de la siguiente forma:

$$10) \frac{\text{Costo}}{\text{mes}} = \left( \frac{\text{Costo}}{\text{día}} \right) * (22,5 \text{ días laborales promedio})$$

Para estimar el costo anual se debe de utilizar la conversión 10, multiplicando por los 12 meses del año, de la siguiente forma:

$$11) \frac{\text{Costo}}{\text{año}} = \left( \frac{\text{Costo}}{\text{mes}} \right) * \left( \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} \right)$$

A continuación presenta la tabla de los costos del combustible para aceite esencial y oleorresina del presente año.

Tabla XXXIX. **Costos de combustible (diésel)**

Extracto	Cantidad(gal)	Costo/gal	Costo/día	Costo/mes	Costo/año
<b>Aceite esencial</b>	18	Q18,00	Q324,00	Q7 290.00	Q87 480,00
<b>Oleorresina</b>	15	Q18,00	Q270,00	Q6 075.00	Q72 900,00
<b>Total</b>			Q594,00	Q13 068.00	Q287 496,00

Fuente: elaboración propia.

La cantidad de 18 y 15 galones es la cantidad de diésel total en el sistema, es decir, desde el arranque, que es cuando se consume mayor cantidad de combustible.

Este consumo de combustible genera un costo diario de Q. 594, 00 un costo mensual de Q.13 068,00 y un costo anual de Q. 287 496,00.

### 2.3.6.5. Cristalería y reactivos

La cristalería hace referencia a lo necesario para la destilación por el método de arrastre de vapor directo del aceite esencial y la maceración dinámica de la oleorresina. Es importante resaltar que este equipo es frágil y su manejo requiere cuidado, toda cristalería se deprecia a los 4 años de su uso basado en el artículo 19 de la Ley de ISR (Ver anexo 14), entonces mediante esto se realiza los siguientes cálculos con la siguiente conversión para estimar los costos de la cristalería diario.

$$12) \frac{\text{Costo}}{\text{día}} = \left( \frac{\text{Costo}}{4 \text{ años}} \right) * \left( \frac{1 \text{ año}}{360 \text{ días comerciales}} \right)$$

Para estimar el costo mensual se debe de utilizar la conversión 12, multiplicando por los 30 días comerciales, de la siguiente forma:

$$13) \frac{\text{Costo}}{\text{mes}} = \left( \frac{\text{Costo}}{\text{día}} \right) * (30 \text{ días comerciales})$$

Para estimar el costo anual se utiliza la conversión 13, multiplicando por los 12 meses del año, de la siguiente forma:

$$14) \frac{\text{Costo}}{\text{anual}} = \left( \frac{\text{Costo}}{\text{mes}} \right) * \left( \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} \right)$$

A continuación presenta la tabla de los costos de cristalería para aceite esencial y oleorresina del presente año.

Tabla XL. **Costos de cristalería**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Vida útil (años)</b>	<b>Precio de compra</b>	<b>Costo/día</b>	<b>Costo/mes</b>	<b>Costo/año</b>
1	Ampolla de decantación	4	Q1 200,00	Q0,83	Q25,00	Q300,00
1	Erlenmeyer de 1000 ml	4	Q350,00	Q0,24	Q7,29	Q87,50
1	Beacker de 1000 ml	4	Q120,00	Q0,08	Q2,50	Q30,00
1	Anillo de hierro	4	Q225,00	Q0,16	Q4,69	Q56,25
	<b>Total</b>	4	Q1 895,00	Q1,32	Q39,48	Q473,75

Fuente: elaboración propia.



Para las extracciones del aceite esencial se utiliza hexano grado industrial y para las extracciones de la oleorresina se usa etanol al 96. Para estimar el costo diario de ambos reactivos se utiliza la siguiente conversión; es de resaltar que se necesitan 1.60 litros de hexano para producir una extracción de aceite esencial y 9 litros de etanol para oleorresina.

$$15) \frac{\text{Costo}}{\text{día}} = \left( \frac{\text{Costo}}{L} \right) * \left( \frac{\text{cantidad (L) del reactivo}}{\text{producción}} \right) * \left( \frac{1 \text{ producción}}{\text{día}} \right)$$

Para estimar el costo mensual se debe de utilizar la conversión 15, multiplicando por los días laborales promedio (22,5), de la siguiente forma:

$$16) \frac{\text{Costo}}{\text{mes}} = \left( \frac{\text{Costo}}{\text{día}} \right) * (22,5 \text{ días laborales promedio})$$

Para estimar el costo anual se utiliza la conversión 16, multiplicando por los 270 días laborales del año, de la siguiente forma:

$$17) \frac{\text{Costo}}{\text{anual}} = \left( \frac{\text{Costo}}{\text{mes}} \right) * \left( \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} \right)$$

A continuación se presenta en la tabla XLI de los costos de reactivos para aceite esencial y oleorresina del presente año.

Tabla XLI. **Costos de reactivos**

Descripción	Costo(Q/L)	L/producción	Costo/día	Costo/mes	Costo/año
Hexano	Q42,67	1,60	Q204,80	Q4 608,00	Q55 296,00
Etanol	Q9,00	27,00	Q729,00	Q16 402,50	Q196 830,00
<b>Total</b>			Q933,80	Q21 010,50	Q252 126,00

Fuente: elaboración propia.

La cristalería básica para la obtención de aceite esencial y la oleorresina de pimienta gorda se muestra en la tabla XL, lo cual constituye un costo de diario de Q 1,32 como sabe que en el día se realizan tres extracciones aceite esencial y tres de oleorresina, entonces el costo de producción sería el costo/día que hace referencia a Q.1,32/día.

A continuación se presenta la siguiente ecuación para el costo diario de cristalería y reactivos para la extracción del aceite esencial:

$$2) \frac{\text{Costo de cristalería +reactivos}}{\text{día}} = Q1,32 + Q.204,8 = Q206,12$$

Para calcular el costo diario de cristalería y reactivos para la extracción de oleorresina se presenta el cálculo apropiado con la siguiente ecuación:

$$3) \frac{\text{Costo de cristalería +reactivos}}{\text{día}} = Q1,32 + Q729,00 = Q.730,32$$

Para estimar el costo mensual de ambos extractos se multiplica por los 22.5 días laborales promedios y luego para estimar el costo anual se multiplica por los 250 días laborales del año. A continuación se presenta en la tabla XLII de resultados de estos cálculos.

Tabla XLII. **Costos de cristalería y reactivos.**

Descripción	Costo/día	Costo/mes	Costo/año
Aceite esencial	Q205,50	Q4 623,79	Q55 485,5
Oleorresina	Q729,70	Q16 418,29	Q197 019,5
Total	Q935,20	Q21 042,08	Q252 505,00

Fuente: elaboración propia.

El costo de cristalera y reactivos de producción de aceite esencial es de Q.205,5 y de oleorresina es de Q.729,7, lo cual es un costo ligeramente bajo.

### 2.3.6.6. Depreciación de los equipos

La caldera, marmita y tuberías corresponden al sistema de destilación por arrastre de vapor directo que es utilizado en la extracción del aceite esencial, .la marmita con agitador, de concentración para la extracción de la oleorresina.

Basado en el artículo 19 de la ley del ISR (ver anexo 14), todo equipo se deprecia a los 5 años de uso entonces mediante esto se realiza los cálculos correspondientes.

$$18) \frac{\text{Costo}}{\text{día}} = \left( \frac{\text{Costo}}{5 \text{ años}} \right) * \left( \frac{1 \text{ año}}{360 \text{ días comerciales}} \right)$$

Para estimar el costo mensual se debe de utilizar la conversión 18, multiplicando por los 30 días comerciales de la siguiente forma:

$$19) \frac{\text{Costo}}{\text{mes}} = \left( \frac{\text{Costo}}{\text{día}} \right) * (30 \text{ días comerciales})$$

Para estimar el costo anual se utiliza la conversión 19, multiplicando por los 12 meses del año, de la siguiente forma:

$$20) \frac{\text{Costo}}{\text{anual}} = \left( \frac{\text{Costo}}{\text{mes}} \right) * \left( \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} \right)$$

A continuación presenta la tabla de los costos de cristalería para aceite esencial y oleorresina del presente año.

Tabla XLIII. **Costo de la depreciación de los equipos**

Unidades	Descripción	Vida útil	Precio de compra	Costo/día	Costo/mes	Costo/año
1	Caldera	5	Q52 931,21	Q29,41	Q882,19	Q10 586,24
1	Tuberías	5	Q41 942,89	Q23,30	Q699,05	Q8 388,58
	Sistema de enfriamiento ( <i>chiller</i> )	5	Q54 500,00	Q30,28	Q908,33	Q10 900,00
1	Caldera	5	Q52 931,21	Q29,41	Q882,19	Q10 586,24
1	Marmita de concentración	5	Q40 000,00	Q22,22	Q666,67	Q8 000,00
1	Balanza analítica	5	Q3 450,00	Q1,92	Q57,50	Q690,00
Total			Q29 695,42	Q164,28	Q4 928,26	Q59 139,08

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla XLIII, el costo de la depreciación por producción es el del costo por día que es de Q 164,28 y el costo mensual es de Q.4 928,26.

### 2.3.6.7. **Equipo de protección y limpieza**

Para obtener los costos de Equipo de protección y limpieza, se considera igual a la vida de la depreciación de los equipos (5 años) utilizado en la producción y se utilizan las ecuaciones (18, 19 y 20) para el costo diario, mensual y anual a excepción de las bolsas para basura y rollos de papel que se utilizan por producción

A continuación se presenta en la tabla XLIV los costos de equipo de protección y limpieza detalladamente.

**Tabla XLIV. Costos de equipo de protección y limpieza**

Descripción	Vida útil	Unidades	Costo/unidad	Costo/Total	Costo/día	Costo/mes	Costo/año
Bolsa canguro		2	Q1,00	Q2,00	Q4,00	Q90,00	Q1 080,00
Rollos de papel		2	Q15,00	Q30,00	Q60,00	Q1 350,00	Q16 200,00
Guantes de Lab		2	Q25,00	Q50,00	Q0,04	Q0,83	Q10,00
Caretas de Lab	5	2	Q115,00	Q230,00	Q0,17	Q3,83	Q46,00
Botas de hule	5	2	Q75,00	Q150,00	Q0,11	Q2,50	Q30,00
Batas	5	2	Q75,00	Q150,00	Q0,11	Q2,50	Q30,00
Escoba	5	1	Q20,00	Q20,00	Q0,01	Q0,33	Q4,00
Cepillos	5	1	Q20,00	Q20,00	Q0,01	Q0,33	Q4,00
Trapeador	5	1	Q15,00	Q15,00	Q0,01	Q0,25	Q3,00
Lentes de plástico	5	1	Q15,00	Q15,00	Q0,01	Q0,25	Q3,00
Pala para la basura	5	1	Q20,00	Q20,00	Q0,01	Q0,33	Q4,00
<b>Total</b>			Q396,00	Q702,00	Q64,50	Q1 451,17	Q17 414,00

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla XLIV el costo diario de equipo de protección y limpieza es de Q.64, 50, mensual de es de Q. 1 451,17 y el anual es de Q.17 414,00, es de resaltar que una bolsa canguro se utiliza por producción y los 2 rollos de papel en el mes.

### **2.3.6.8. Empaque**

En esta sección se hace referencia al costo empaque primario y secundario.

El empaque para el aceite esencial es un frasco color ámbar con capacidad de 350 ml, mientras que para el extracto oleorresina es un frasco color ámbar con capacidad de ½ Kg (500ml). Se eligen estas capacidades de frascos debidos al rendimiento y materia prima utilizada de cada extracto (ver sección 2.3.2 pág.40).

Para realizar el cálculo del costo diario de empaque se utiliza la siguiente conversión.

$$21) \frac{\text{Costo}}{\text{día}} = \left( \frac{\text{Costo}}{\text{unidad}} \right) * \left( \frac{\text{Cantidad de unidades}}{\text{cada extracción}} \right)$$

Para estimar el costo mensual se debe de utilizar la conversión 21, multiplicando por los días laborales promedio (22,5), de la siguiente forma:

$$22) \frac{\text{Costo}}{\text{mes}} = \left( \frac{\text{Costo}}{\text{día}} \right) * (22,5 \text{ días laborales promedio})$$

Para estimar el costo anual se utiliza la conversión 22, multiplicando por los 12 meses del año, de la siguiente forma:

$$20) \frac{\text{Costo}}{\text{anual}} = \left( \frac{\text{Costo}}{\text{día}} \right) * \left( \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} \right)$$

A continuación presenta en tabla XLV los costos de empaque para aceite esencial y oleorresina del presente año.

Tabla XLV. **Costos de empaque**

Extracto	Cantidad	Descripción	Costo/unidad	Costo/día	Costo/mes	Costo/año
Aceite esencial	33	Frasco color ambar de capacidad de onz	Q0,25	Q8,25	Q185,63	Q2 227,50
Oleoresina	6	Frasco color ambar de capacidad de (1/2 Kg=500ml)	Q2,75	Q16,50	Q371,25	Q4 455,00
<b>Total</b>				Q24,75	Q556,88	Q6 682,50

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla XLV el costo diario de empaque para 33 onzas para el aceite esencial es de Q. 8,25, mientras que el de la oleoresina es de Q.16,50 para 6 frascos de ½ Kg cada uno (500ml). Ascendiendo un costo total de empaque de Q.24,75 diarios, Q556,88 mensuales y Q.6682,50 al año.

### 2.3.6.9. Resumen de costos de variables

En resumen, los costos variables se presentan en la tabla XLVI y ascienden a una cantidad de Q. 407,52/día, Q. 9 745,94/ año para la extracción de 4 kg de materia prima obteniendo aceite esencial y para la extracción de 3 kg de materia prima para obtener extracto de oleoresina en la tabla XLI.

Para estimar los costos variables se deben de sumar todos los costos que lo involucran, para realizar este cálculo se debe de utilizar la siguiente ecuación:

$$4). CV=CMP+CEE+CAP+CC+CCR+CDE+CEPL+CE$$

Donde:

- CV: Costos variables

- CMP: Costos de materia prima
- CEE: Costos de energía eléctrica
- CAP: Costos de agua potable
- CC: Costos de combustible
- CCR: Costos de cristalería y reactivos
- CDE: Costos de depreciación de equipos
- CEPL: Costos de equipo de protección y limpieza
- CE: Costos de empaque

Se deben de sumar todos estos costos por día, mes y año del aceite esencial de pimienta gorda para obtener la siguiente tabla.

Tabla XLVI. **Resumen de costos de variables de la extracción del aceite esencial**

No.	Descripción	Costo/ía	Costo/mes	Costo/año
1	Materia prima	Q84.00	Q1 890,00	Q22 680,00
2	Energía Eléctrica	Q82.51	Q1 856,55	Q22 278,56
3	Agua potable	Q2.95	Q66,38	Q796,50
4	Combustible	Q324,00	Q7 290,00	Q87 480,00
5	Cristalería y reactivos	Q205,50	Q4 623,79	Q55 485,50
6	Depreciación de los equipos	Q109,52	Q2 464,13	Q29 569,54
7	Equipo de protección y limpieza	Q32,25	Q725,58	Q8 707,00
8	Empaque	Q2,75	Q185,63	Q2 227,50
	<b>TOTAL</b>	<b>Q843,48</b>	<b>Q18 938,92</b>	<b>Q227 267,11</b>

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla XLI el costo diario para producir 33 onzas de aceite esencial es de Q 843,48 Q25,56 la onza del mismo. A



continuación se presenta en la tabla XLVII de resumen de los costos de producción de oleorresina.

**Tabla XLVII. Resumen de costos variables del extracto de oleorresina**

No.	Descripción	Costo/día	Costo/mes	Costo/año
1	Materia prima	Q135,00	Q3 037,50	Q36 450,00
2	Energía Eléctrica	Q92,77	Q2 087,40	Q25 048,76
3	Agua potable	Q2,95	Q66,38	Q796,50
4	Combustible	Q270,00	Q 6 075,00	Q 72 900
5	Cristalería y reactivos	Q729,70	Q16 418,29	197 019,5
6	Depreciación de los equipos	Q109,52	Q2 464,13	Q29 569,54
7	Equipo de protección y limpieza	Q32,25	Q725,58	Q8 707,00

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en la tabla XLVII el costo diario variable para extraer 6 Kg (204 onzas) del fruto de la oleorresina es de Q.1377,69.

Como se puede observar este costo es más bajo comparado con el del aceite esencial, eso es debido a que el rendimiento de la oleorresina es mayor (35 %) que el del aceite esencial (8.27 %).

### **2.3.7. Costos fijos**

En estos costos están involucrados los costos administrativos que se reflejan en sueldo del jefe de finanzas, deje de compraventa, deje de producción, operarios y el contador. Así también como gastos varios y útiles de oficina.

A continuación se detallan en la tabla XLVIII los costos fijos.

Tabla XLVIII. **Costos fijos**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo/mes</b>	<b>Costo/año</b>	<b>Observaciones</b>
1	Jefe de finanzas	Q5 000,00	Q60 000,00	
1	Jefe de compraventa	Q5 000,00	Q60 000,00	
1	Jefe de producción	Q5 000,00	Q60 000,00	
6	Operarios	Q2 693,21	Q32 318,52	Según sueldo mínimo
1	Contador	Q3 500,00	Q42 000,00	
6	Bonificación mensual	Q250,00	Q3 000,00	
6	Prestaciones patronales	Q2 716,85	Q32 602,26	
3	Computadora	Q200,00	Q1 000,00	5 años de vida útil
1	Escritorio	Q42,00	Q210,00	5 años de vida útil
	Servicios varios(teléfono extracción de basura)	Q300,00	Q1 500, 00	
	Útiles de oficina	Q200,00	Q1 000,00	
<b>Total</b>		Q24 902,06	Q293 630,78	

Fuente: elaboración propia.

Los costos fijos para realizar las extracciones del aceite esencial y oleorresina que ascienden a un total de Q24 902,06 mensuales y Q293 630,78 anuales.

Cabe resaltar que este costo se divide en seis (tres para la extracción de aceite esencial y los otros tres para la oleorresina) y que también son costos muy elevados debido a que el pago de los sueldos es por profesionales en investigación

### 2.3.8. Costos totales

Los costos totales son la suma de los costos fijos más los costos variables, por lo que se debe de utilizar la siguiente ecuación

$$5) CT = CF + CV$$

Donde:

CT: Costos totales

CF: Costos fijos

CV: Costos variables

Los resultados de la suma de estos dos costos se presentan en la siguientes dos tablas, la tabla XLIX para el aceite esencial y oleorresina.

Tabla XLIX. **Costos totales**

Descripción	Aceite esencial		Oleorresina	
	Costo/mes	Costo/año	Costo/mes	Costo/año
Costo variables	Q18 938,92	Q227 267,11	Q30 998,02	Q371 976,31
Costo de Fijos	Q12 451,03	Q149 412,36	Q12 451,03	Q149 412,36
Total	Q31 389,95	Q376 679,47	Q43 449,05	Q521 388,67

Fuente: elaboración propia.

El proceso de 12 kg de hoja de pimienta gorda da como resultado la obtención de 33 onzas de aceite esencial de pimienta gorda al día, lo que hace un costo Q 42,27/onza, y en el proceso de 3 kg de hoja de fruto de pimienta gorda da como resultado la obtención de 3 kg de oleorresina al día, lo que

resulta un costo de Q. 64369/kg, es decir Q. 321,85 el ½ Kg de oleoresina de pimienta gorda.

Estos costos son ligeramente competitivos en el mercado debido a que actualmente el precio de venta de la onza del aceite esencial es de Q.72,00 y el del ½ Kg de oleoresina es de Q.504,00; por lo que es considerable que la empresa pueda incorporarse al mercado de los aceites esenciales y oleoresinas (específicamente el de pimienta gorda) y poder realizar los estudios pendientes que a continuación se presentan (estudio administrativo-legal, impacto ambiental y la evaluación financiera).

#### **2.4. Estudio administrativo-legal**

En esta sección del estudio se examinará la factibilidad del proyecto en cuanto a aspectos a legislación laboral, estructura organizacional de la empresa, capacidades necesarias del personal que labora en la misma, aspectos sanitarios y otros relacionados al aspecto administrativo.

##### **2.4.1. Aspectos legales**

Para la ejecución de una empresa reconocida tanto a nivel nacional como internacional y así su comercialización de sus servicios o productos debe regirse de acuerdo a las normas jurídicas guatemaltecas, con el fin de que llene los requisitos legales indispensables para su buena organización y desarrollo.

### **2.4.1.1. Inscripción legal de la empresa**

Debido a que los ingresos de la empresa exceden de los Q.150 000,00, la empresa debe de inscribirse en el régimen 1: sobre utilidades de actividades lucrativas.

Los requisitos para inscribirse como en este régimen ante cualquier oficina o agencia tributaria del país son:

- Original y copia del documento de identificación (cédula de vecindad, DPI o pasaporte, en caso de ser extranjero).
- Original y fotocopia simple de la última factura por servicios recibidos de energía eléctrica, agua potable o teléfono (línea fija), para comprobar el domicilio fiscal.
- Copia del NIT (en caso de no poseer se puede tramitar en ese momento).

Para inscribirse como tal ante la SAT, debe llenar un formulario de solicitud de inscripción que proporciona la oficina tributaria, a precio de costo. Una vez hecho esto, la SAT le entregará la autorización para que la imprenta le imprima sus facturas.

Después de aperturada la empresa, el impuesto se debe declarar y hacer efectivos durante el mes siguiente al vencimiento del período mensual, presentando una Declaración Jurada Simplificada, a través de los bancos del sistema autorizados con el formulario SAT-2237 o por Declaragate, con el formulario SAT-2237.

#### **2.4.1.2. Aspectos sanitarios**

Debido a que es una planta productora de aceite esencial y oleoresina se debe de tramitar la licencia sanitaria, la cual se realiza en el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

Se debe presentar el formulario para solicitud de licencia sanitaria DRCA-4, este formulario debe adjuntarse lo siguientes documentos:

- Copia de autorización municipal para la ubicación y construcción.
- Dictamen favorable del departamento de regulación de las programas de salud y ambiente (2ª avenida 0-61, zona 10 capitalina), que asegure que la fábrica no causa contaminación ambiental.
- Plano de la fábrica.
- Fotocopias de patente de comercio de sociedad y de la patente de comercio de empresa para personas jurídicas.
- Fotocopia de nombramiento del representante legal.
- Nombre del responsable del control de la producción, con fotocopia de su acreditación.
- Lista de productos elaborados.
- Programa de control de salud de los trabajadores.
- Copia del programa de capacitación de los empleados sobre buenas prácticas de manufactura.

Después de haber obtenido la licencia sanitaria se procede a la gestión del trámite del registro sanitario, ese se realiza en el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social presentando el formulario DRCA-022, llenado de acuerdo al instructivo específico DRCA-022-A.

Para la gestión del trámite es necesario llenar los requisitos y presentar la documentación siguiente:

- Licencia sanitaria del fabricante (original y copia).
- Etiqueta original del producto o bosquejo formal de la misma.
- Composición cualitativa (como aparece en la etiqueta).
- Llevar al laboratorio nacional de salud (km. 22 carrera al pacífico).
  - Expediente original con sellos aprobados del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
  - Dos copia del expediente aprobado, en fólder manila con gancho.
  - Dos muestras individuales de en presentación original de 200 mililitros como mínimo de cada producto.

También cumplir con las normas ISO de aceites esenciales las cuales son:

- ISO 212:2007 Aceite esenciales-muestra: Entrega reglas generales para la forma de muestras de aceites esenciales, con el fin de proporcionar las cantidades adecuadas para ser manipulados para ciertos propósitos en laboratorio.
- ISO 4720:2002 Aceites esenciales-nomenclatura: Ofrece una lista de los nombres botánicos de plantas utilizadas para producción de aceites esenciales, junto con los nombres comunes de los aceites esenciales en inglés y francés.
- ISO 22972:2004 Análisis por cromatografía de gas en chiral capilar específica un método general para el análisis de los aceites esenciales por

cromatografía de gases en columnas capilar, con el fin de determinar los enantiómeros que hay en un aceite esencial.

### 2.4.1.3. Jornadas laborales

En una empresa dedica a la extracción de aceite esencial y oleoresina de pimienta gorda las actividades son realizadas en una jornada diurna normal. Sin embargo, como el proyecto que se considera implementar puede representar crecimiento en la demanda actual, deben tomarse en cuenta los artículos 116-122 que el Código de Trabajo contempla en cuanto a las jornadas de trabajo respecta, por si fuese necesario realizar un cambio en el tiempo de trabajo.

A continuación se presenta una tabla con el resumen de las jornadas laborales.

Tabla L. **Jornadas laborales**

Diurna	Mixta	Nocturna
<p>No puede ser mayor de ocho horas diarias, ni exceder de un total de cuarenta y ocho horas a la semana.</p> <p>Se ejecuta entre las seis y las dieciocho horas de un mismo día.</p>	<p>No puede ser mayor de siete horas diarias ni exceder de un total de cuarenta y dos horas a la semana.</p> <p>Es la que se ejecuta durante un tiempo que abarca parte del período diurno y parte del período nocturno.</p> <p>No obstante, se entiende por jornada nocturna la jornada mixta en que se laboren cuatro o más horas durante el período nocturno</p>	<p>No puede ser mayor de seis horas diarias, ni exceder de un total de treinta y seis horas a la semana.</p> <p>Trabajo nocturno es el que se ejecuta entre las dieciocho horas de un día y las seis horas del día siguiente</p>

Fuente: elaboración propia con información del Código de trabajo.



#### **2.4.1.4. Prestaciones legales**

Las relaciones entre trabajadores y patronos en Guatemala, están reguladas por la Constitución Política de la República, en cuyo artículo 102, se establecen las prestaciones laborales mínimas.

Asimismo en el Código de Trabajo, que desarrolla en forma más extensa los preceptos constitucionales.

En Guatemala la relación trabajador patrono es tutelar, esto quiere decir que la ley protege al trabajador frente al patrono y establece prestaciones laborales mínimas para el trabajador, que el patrono debe cumplir obligatoriamente.

Según el marco jurídico en Guatemala, la relación laboral se perfecciona desde el momento en que el trabajador está bajo las órdenes directas del patrono o sus representantes, sin que necesariamente exista un contrato escrito, no obstante de ser obligatorio.

Entre las prestaciones que todo patrono debe cumplir se encuentran: salario ordinario, bonificación incentivo, bono 14, aguinaldo, vacaciones, indemnización, derechos de la mujer embarazada.

- Salario ordinario: el sueldo actual de un operario percibido en la actualidad llamado "sueldo mínimo" es de Q.2 643,21 mensuales para las actividades económicas agrícolas y no agrícolas y para las actividades económicas exportadoras y de maquilas es de Q. 2 417,52. A ambas actividades se les debe agregar la Bonificación de ley de Q.250,00

- Bonificación incentivo: se crea con el objeto de estimular y aumentar su productividad y eficiencia. El monto de la bonificación incentivo que se creó a favor de todos los trabajadores del sector privado del país fue de Q250,00, que deberán pagar sus empleadores junto al sueldo mensual devengado.
- Bono 14: el verdadero nombre es el de Bonificación anual para Trabajadores del sector Privado y Público Decreto 42-92, se le denomina Bono 14, ya que se constituye en un 14 salario, tomando en cuenta que el Aguinaldo es el salario No. 13. La fecha máxima para hacerse efectivo según la ley es el día quince de julio de cada año y su periodo para calcularlo inicia el 01 de julio de un año y termina el 30 de junio del año siguiente.
- Aguinaldo: esta es otra bonificación anual, a la que tiene derecho todo trabajador desde el primer día que inicia su relación laboral. Esta es el equivalente a un salario mensual por un año de trabajo. Se debe pagar en el mes de diciembre de cada año. Si el trabajador ha laborado menos de un año debe pagarse en forma proporcional.
- Vacaciones: todo trabajador después de un año de servicios continuos prestados ante el patrono, debe otorgar un periodo de vacaciones pagado de 15 días hábiles. El trabajador los debe tomar y extender una constancia de disfrute de los mismos. Las vacaciones no son compensables en dinero, solo para efectos del cálculo de la indemnización.
- Indemnización: los trabajadores, al ser despedidos sin causa justificada, recibirán su indemnización equivalente a un mes de salario por cada año de servicios continuos prestados.

- Derechos de la mujer embarazada: en los artículos 151 y 152 del Código de Trabajo consideran los derechos de la mujer embarazada donde goza de protección especial en su trabajo, también considera que desde el momento en que está embarazada y avisa al patrono de tal circunstancia, no puede ser despedida por ningún motivo. La ley le da un periodo de descanso obligatorio de 30 días antes del parto y de 54 días después del parto.

Asimismo la mujer trabajadora disfruta de un periodo de lactancia de 10 meses, posteriores al parto, durante los cuales no puede ser despedida sin autorización judicial, salvo que ella renuncie voluntariamente. Durante el periodo de lactancia la mujer trabajador tiene derecho a de entrar o salir, una hora más tarde o una hora antes de la jornada normal de trabajo.

#### **2.4.1.5. Implicaciones de la legislación laboral**

Se debe de considerar las cuotas patronales. Debido a que el número de trabajadores es mayor a 5, la empresa debe de inscribirse en el IGSS, esto implica el pago de la cuota patronal del 12,67 % de sueldo de cada empleado. Esta cuota está integrada por: 10,67 % de la cuota patronal IGSS, 1,00 % de INTECAP y 1,00 % de IRTRA.

Para el cálculo de estas prestaciones patronales se realiza en base al sueldo de los trabajadores, el cual es el sueldo mínimo actual para actividades no agrícolas que según el Ministerio de Trabajo es de Q.2 643,21 (sueldo sin bonificación mensual de Q.250,00).

#### **2.4.1.6. Implicaciones de la legislación tributaria**

Las empresas legalmente constituidas de acuerdo al Código de Comercio, según el código del congreso 2-70, tienen las regulaciones diferentes a la inscripción de empresas, asimismo los requisitos legales que deben de llenar para estar constituidas legalmente; tales como nombres de la empresa o establecimientos, nombre de los propietarios y número de su registro como comerciantes, dirección de la empresa, objeto de la misma. Los impuestos aplicados régimen 1 son: IVA general e ISR.

El Impuesto sobre la renta (ISR), es aquel que toda persona individual o jurídica, nacional o extranjera, domiciliada o no en el país, así como cualquier ente, patrimonio o bien que especifique esta ley, que provenga de la inversión de capital, del trabajo o de la combinación de ambos.

De acuerdo al campo de aplicación quedan afectadas todas las rentas y ganancias de capital obtenidas en el territorio nacional. La tarifa para sociedades y personas individuales que ejercen actividades mercantiles es del 25 % sobre las ganancias.

El impuesto al valor agregado (IVA) es aquel que más dinero genera para el Estado y su característica principal es que lo paga toda persona que compra algún bien o servicio. Está normado por el Decreto 27-92 del Congreso de la República y sus reformas.

Las modificaciones más recientes se encuentran en los Decretos 04-2012 y 10-2012 Ley Antievasión II y Ley de Actualización Tributaria, respectivamente. Su monto es del 12 % del bien o servicio, este porcentaje ya está incluido en el precio de venta.

## **2.4.2. Organigrama de la empresa**

Cada persona en toda empresa debe tener claro cuál es la posición que ocupa dentro de la misma, así como sus obligaciones, responsabilidades y otra información necesaria que le ayude a cumplir de mejor manera sus tareas y roles dentro de la organización. Las funciones de los principales puestos en una empresa dedicada a la extracción de aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda se detallan a continuación:

- Gerente General

Es el encargado de planificar, ordenar, supervisar, y organizar las operaciones de la empresa.

También es el encargado de velar por los intereses de los propietarios de la misma. Entre sus atribuciones es ser responsable, liderazgo, buenas relaciones interpersonales, capacidad de comunicación, buena presentación.

- Jefe Finanzas

Es el encargado de la gestión y planificación de las finanzas de la empresa, autorizar los insumos para la producción, llevar un control de planillas, tener a tiempo el sueldo de los trabajadores.

Entre sus atribuciones es la habilidad numérica, poseer conocimientos matemáticos-estadísticos, comprensivo y conocedor de la políticas de los pagos legales de la empresa

- Jefe de ventas y compras

Es el encargado de realizar las actividades de mercadeo, compras y ventas de la empresa, así como la expansión de nuevos clientes. Es quien tiene encargado los puntos de venta y cotizaciones.

Entre sus atribuciones están, dinámico, pasión por las ventas, buena comunicación, persuasivo.

- Jefe de producción

Es el encargado de la toma de decisiones durante el proceso de las extracciones. Debe de conocer muy bien todo el proceso de las mismas para que el producto terminado se de calidad e inocuo.

Entre sus atribuciones están poseer buenas relaciones personales, comunicativo, persuasivo exigente, muy observador.

- Contador

Es el encargado del control financiero, contable y legal de la empresa. Entre sus atribuciones esta que sea perito contador graduado y autorizado ante la SAT.

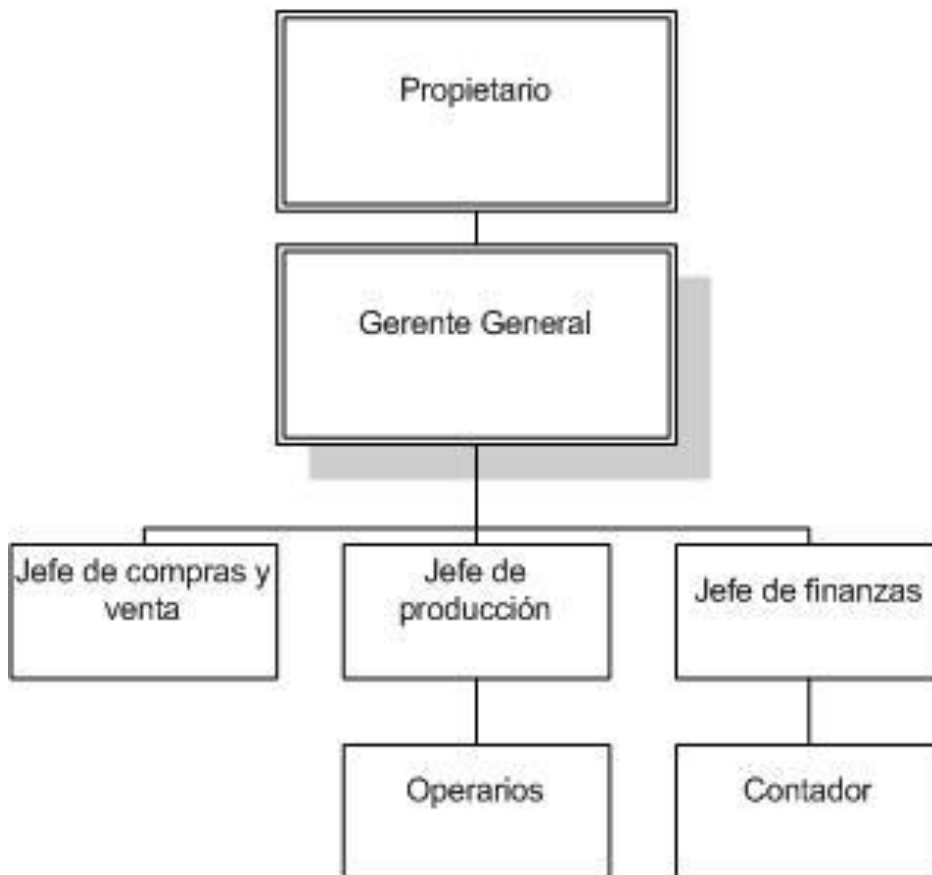
- Operarios

Son quienes realizan el proceso de las extracciones desde el almacenamiento de la materia prima, cargamento, destilación, hasta el producto terminado. Entre sus atribuciones es ser responsable, dinámico y proactivo.

La siguiente figura presenta gráficamente la relación entre puestos y funciones dentro de una empresa que se dedique a la extracción del aceite esencial y oleorresina, como se puede observar va en orden jerárquico desde el propietario hasta los operarios.

Es de resaltar que este es un organigrama básico donde la empresa ha iniciado operaciones, conforme la misma vaya creciendo será necesario de ampliar el organigrama.

Figura 10. **Organigrama de la empresa**



Fuente: elaboración propia.

## **2.5. Estudio de impacto ambiental**

En esta sección se comprende el conjunto de estudios y sistemas técnicos que permiten estimar los efectos que a ejecución de un determinado proyecto causa sobre el medio ambiente.

Mediante esta evaluación de impacto ambiental se pueden identificar y evaluar los efectos que puedan tener las extracciones del aceite esencial y oleoresina de pimienta gorda y así poder minimizar o eliminar estos efectos. Por lo que se determinan los impactos, las estrategias de control, se realiza una matriz de mitigación (matriz de Leopold modificada) y así poder realizar un plan de mitigación para disminuir o radicar los impactos que afectan al ambiente.

### **2.5.1. Determinación de impactos ambientales**

En la ejecución de las extracciones del aceite esencial y la oleoresina de pimienta gorda se generan diversos impactos (negativos o positivos) que afectan a los diversos factores ambientales, entre los más importantes están sistema atmosférico (aire), sistema hídrico (agua), sistema edáfico (suelo), sistema biótico (flora y fauna), paisaje y el medio socioeconómico.

Todos estos impactos generados se describen a continuación de una forma más detallada.

#### **2.5.1.1. Impactos ocasionados al aire**

El ambiente está conformado por una combinación de gases en proporciones ligeramente variables, compuesto por nitrógeno (78 %), oxígeno



(21 %),y otras sustancias (1 %), como ozono, dióxido de carbono, hidrógeno y gases nobles (como kriptón y argón).

Los impactos negativos provocados el aire se refiere a su calidad, debido a que la marmita para extraer aceite esencial y oleorresina de la pimienta gorda emite vapor cuando se hacen las purgas (cada 15 min) y cuando termina su proceso de extracción, y este vapor ocasiona efectos negativos en el aire.

#### **2.5.1.2. Impactos a los cuerpos de agua**

Uno de los factores que más impacto negativo causa es el agua ya que ésta se contamina por el las purgas que se realizan cada 15 minutos cuando está en funcionamiento la marmita de extracción (4 horas) y por los agentes químicos que se utilizan para mantener limpios los utensilios y equipos utilizados en el proceso productivo.

#### **2.5.1.3. Impacto ocasionados al suelo**

El impacto negativo que más afecta al ambiente es la generación de basura de los desechos sólidos de la materia prima (hojas y fruto) al ser ya utilizada, debido a que cuando ya se realizó la extracción ya no posee ninguna utilización y se procede a depositar estos desechos sólidos en la basura

En el suelo los impactos ocasionados se deben a dos actividades que resultan ser negativos. Estados dos actividades son en la molienda que deja residuos de la hoja y fruto de la pimienta gorda y en el lavado de equipos y utensilios para todo el proceso productivo, lo cual genera una contaminación en el suelo.

#### **2.5.1.4. Impactos ocasionados a la flora y fauna**

El impacto único negativo que afecta a la flora y fauna es en el momento en que las hojas y frutos del árbol de la pimienta gorda son cortadas de sus ramas, debido a que los recursos naturales (flora y fauna) están utilizándose para generar un nuevo producto (aceite esencial y oleorresina) pero al mismo momento se reduce la flora y por consiguiente los animales que habitan en los árboles de la pimienta gorda dejan de habitar en ellos.

#### **2.5.1.5. Impactos ocasionados al paisaje**

En el paisaje no existe ningún impacto generado debido a que no es alterado o modificado.

#### **2.5.1.6. Impactos al medio socioeconómico**

En el medio socioeconómico se genera un impacto, pero de carácter positivo ya que en todo el proceso de producción se requiere tener personal capacitado que estará encargado de velar porque todas las etapas se lleven a cabo a la perfección, y cada trabajador por lo tanto recibirá su sueldo respectivo. Además de aumentar el comercio con los extractos de aceite esencial y oleorresina.

### **2.5.2. Matriz de Leopold modificada**

La matriz de Leopold es un método de evaluación del impacto ambiental que se empleó por primera vez en 1971 por colaboradores de estudios geológicos de Estados Unidos en el estado de Washington

En cada celda de la matriz de Leopold modificada se colocan dos dígitos de la escala de -1 a 10, en la esquina superior izquierda se ingresa la magnitud de impacto con su respectivo signo (más si es un impacto positivo y menos si representa un impacto negativo) y en la esquina inferior derecha se ingresa la gravedad del impacto.

Sin embargo para fines de cálculos se utiliza el siguiente criterio:

- El signo positivo si el impacto es positivo, signo negativo si el impacto es negativo.
- Valor de cinco si el impacto es temporal, valor de 10 si es permanente.

A continuación en la tabla LI se presenta la matriz de Leopold modificada para el proceso de extracción de aceite esencial y oleorresina de la pimienta gorda.

Tabla LI. **Matriz de Leopold Modificada**

CAUSA EFECTO		PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL Y OLEORRESINA				TOTAL
		Secar materia prima al sol	Limpieza y reducción de la materia prima	Planta en funcionamiento	Limpieza de la planta	
ELEMENTOS AMBIENTALES	<b>SISTEMA ATMOSFÉRICO (AIRE)</b>					<b>-25</b>
	Generación de gases de combustión			-5		<b>-5</b>
	Generación de ruido y olores desagradables	-5	-5	-5	-5	<b>-20</b>
	<b>SISTEMA HÍDRICO (AGUA)</b>					<b>-15</b>
	Generación de líquidos contaminantes			-10	-5	<b>-15</b>
	<b>SISTEMA EDÁFICO (SUELO)</b>					<b>-25</b>
	Contaminación del suelo	-5	-10	-5	-5	<b>-25</b>
	<b>SISTEMA BIÓTICO (ANIMALES Y PLANTAS)</b>					<b>-20</b>
	Alejamiento o perturbación de la fauna	-10				<b>-10</b>
	Reducción de la cobertura vegetal	-10				<b>-10</b>
	<b>ELEMENTOS AUDIOVISUALES (PAISAJE)</b>					<b>0</b>
	Alteración de la calidad del paisaje local					<b>0</b>
	<b>ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS</b>					<b>40</b>
	Generación de empleo	5	5	5	5	<b>20</b>
	Dinamización del comercio y servicios	5	5	5	5	<b>20</b>
<b>TOTALES</b>	<b>-20</b>	<b>-5</b>	<b>-15</b>	<b>-5</b>	<b>-45</b>	

Fuente: elaboración propia.

La evaluación cualitativa y cuantitativa de la tabla XLI nos conduce a los resultados finales, los cuales se obtienen de la sumatoria de cada fila (factores

ambientales) y de cada columna (actividades del proceso de extracción), según Hernandez, Lenin con estos resultados se procede a evaluar los valores de impacto con los siguientes criterios:

- Impacto compatible. La carencia de impacto o la recuperación inmediata tras el cese de la acción, no se necesitan prácticas mitigadoras. Si el resultado de porcentaje obtenido en las actividades del proceso de extracción (columnas) o en los factores ambientales (filas) da un valor positivo, este es el nivel del impacto a medir.
- Impacto moderado. La recuperación de las condiciones iniciales requiere cierto tiempo, se precisan prácticas de mitigación simples. Si el porcentaje obtenido en las actividades del proceso de extracción (columnas) o en los factores ambientales (filas) da un valor de 0 a -35 por ciento, este es el nivel del impacto a medir.
- Impacto severo. La magnitud del impacto exige para la recuperación de las condiciones la adecuación de prácticas específicas de mitigación. Si el porcentaje obtenido en las actividades del proceso de extracción (columnas) o en los factores ambientales (filas) da un valor de -36 a -70 por ciento, este es el nivel del impacto a medir.
- Impacto crítico. La magnitud del impacto es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, con una probabilidad casi imposible de recuperación, incluso con la adopción de prácticas de mitigación. Si el porcentaje obtenido en las actividades del proceso de extracción (columnas) o en los factores ambientales (filas) da un valor de -70 a -100 por ciento, este es el nivel del impacto a medir. Para obtener este porcentaje se utiliza la siguiente ecuación:

$$6) \% = \frac{\text{Valor absoluto a evaluar}}{\text{Valor absoluto máximo del grupo de datos}}$$

A continuación se presenta en la tabla XLIX los resultados de los niveles de impacto generados en las actividades del proceso de extracción del aceite esencial y oleorresina.

Tabla LII. **Niveles de impacto en las actividades de la extracción de aceite esencial y oleorresina**

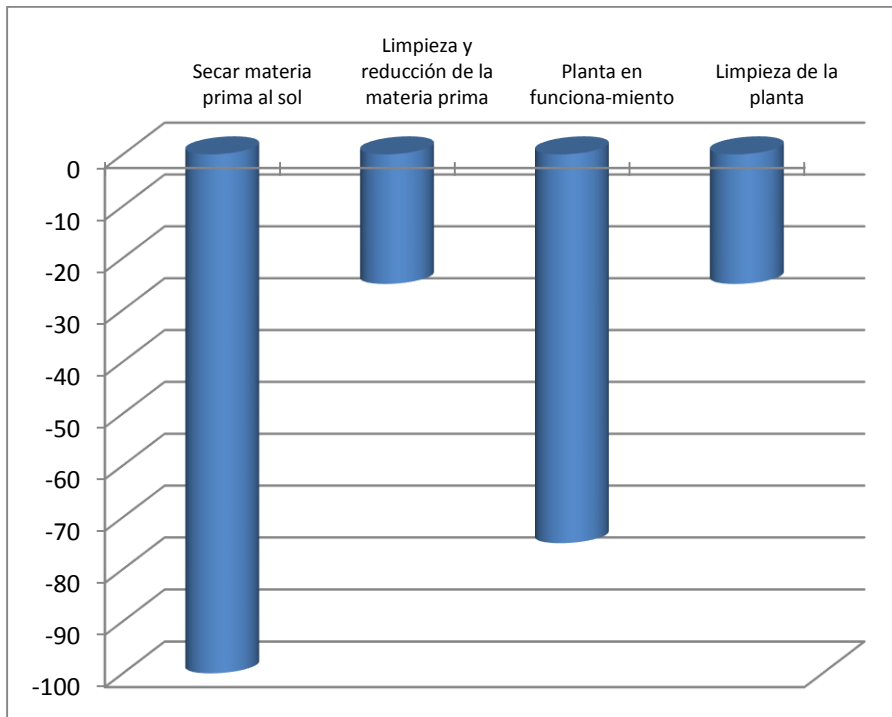
CAUSA EFECTO	PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL Y OLEORRESINA			
	Secar materia prima al sol	Limpieza y reducción de la materia prima	Planta en funcionamiento	Limpieza de la planta
Valor absoluto	20	5	15	5
Porcentaje	-100	-25	-75	-25
Nivel de impacto	<b>Critico</b>	<b>Moderado</b>	<b>Critico</b>	<b>Moderado</b>

Fuente: elaboración propia.

La tabla LII proporciona el nivel de impacto generado en cada de proceso de la producción de las extracciones de aceite esencial y oleorresina; como se puede observar ocurre un impacto crítico en el secado de la materia prima puesta al sol y cuando la marmita de extracción de la planta piloto está en funcionamiento; ocurre un impacto moderado cuando se realiza la limpieza y reducción de la materia prima y en la limpieza de los residuos y aguas que quedan en la planta piloto.

Para comprender mejor la tabla LII se realiza un gráfico de barras donde se pueden observar las actividades que mayor impacto ocasionan al ambiente.

Figura 11. **Porcentajes de impactos generados por las actividades del proceso de extracción de aceite esencial y oleorresina**



Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 11, los impactos que más ocasionan daño al ambiente ocurren en el secado de la materia prima y en la limpieza de la planta piloto, en las otras dos actividades ocurren impactos de menor daño al mismo.

Para realizar un análisis completo en la tabla LIII se presentan los resultados de los niveles de impacto en los factores ambientales que se ven afectados por las actividades del proceso de extracción del aceite esencial y oleorresina.

Tabla LIII. Niveles de impacto afectados en los factores ambiental

ELEMENTOS AMBIENTALES	CAUSA EFECTO	Valores absolutos	Porcentaje	Nivel de impacto	
	<b>SISTEMA ATMOSFÉRICO (AIRE)</b>				
	Generación de gases de combustión	5	-20	Moderado	
	Generación de ruido	20	-80	Crítico	
	<b>SISTEMA HÍDRICO (AGUA)</b>				
	Generación de líquidos contaminantes	15	-60	Severo	
	<b>SISTEMA EDÁFICO (SUELO)</b>				
	Contaminación del suelo	25	-100	Crítico	
	<b>SISTEMA BIÓTICO (FLORA Y FAUNA)</b>				
	Alejamiento o perturbación de la fauna	10	-40	Severo	
Reducción de la cobertura vegetal	10	-40	Severo		
<b>ELEMENTOS AUDIOVISUALES (PAISAJE)</b>					
Alteración de la calidad del paisaje local	0	0	Compatible		
<b>ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS</b>					
Generación de empleo	20	80	Compatible		
Dinamización del comercio y servicios	20	80	Compatible		

Fuente: elaboración propia.

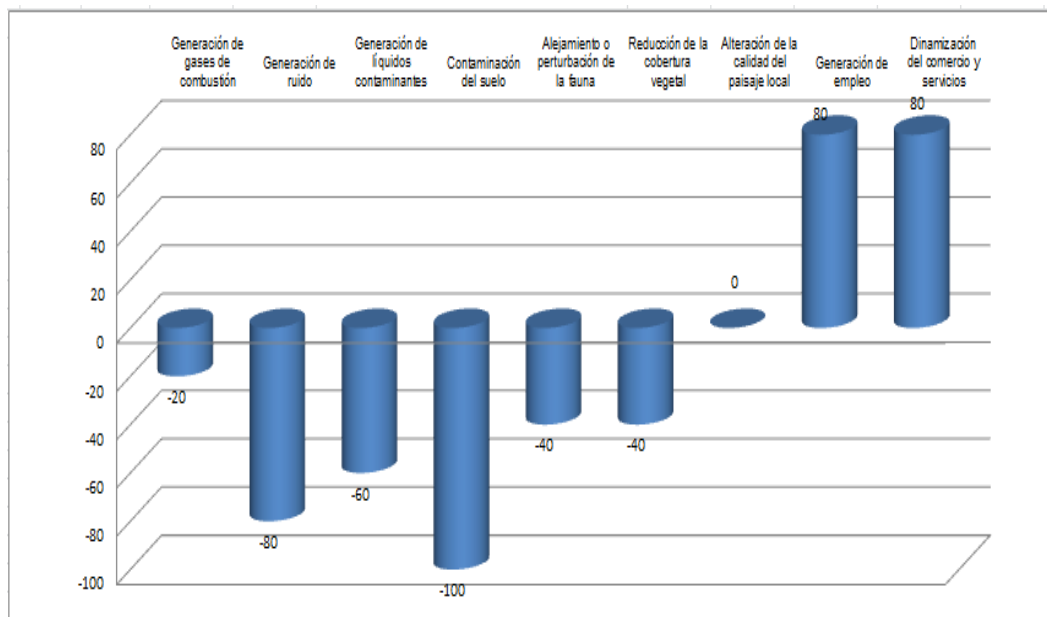
En la tabla LIII se pueden apreciar los resultados de los niveles de impacto obtenidos por los factores ambientales ocasionados por las actividades del proceso de extracción del aceite esencial y oleorresina.



Se puede observar que ocurren impactos críticos y moderados en el factor aire; impactos severos en los factores agua, flora y fauna; impactos compatibles en los factores socioeconómicos, paisaje en el suelo ocurren impactos críticos.

Para comprender mejor la tabla L se realiza un gráfico de barras donde se pueden observar las actividades que mayor impacto ocasionan a los factores ambientales ocasionados por las actividades del proceso de extracción del aceite esencial y oleoresina de pimienta gorda.

Figura 12. **Porcentajes obtenidos los de impactos ocasionados en los factores ambientales por las actividades realizadas en todo el proceso de extracción del aceite esencial y oleoresina**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 12 se pueden apreciar los resultados de los niveles de impacto ocasionados en los factores ambientales que se ven afectados por el proceso de extracción de aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda.

En esta figura se puede comprender de manera gráfica los factores ambientales más afectados: el aire (con la generación de ruido), el agua (generación de líquidos contaminantes) el suelo (en la contaminación del mismo).

De la misma manera los factores ambientales que generan un impacto compatible y positivo son en los aspectos socioeconómicos (generación de empleo, dinamización del comercio y servicios).

Estos resultados ayudan a la toma de decisiones de las medidas de mitigación que se hacen en el plan de gestión ambiental.

### **2.3.6. Plan de gestión ambiental (PGA)**

El plan de gestión ambiental (PGA), tiene como objetivo asegurar la operación del proyecto, cumpliendo a su vez con las normas legales, técnicas y ambientales, minimizando los impactos y cerciorar que las medidas que sean implementadas, disminuyan los potenciales impactos provocados por el proyecto.<sup>14</sup>

A continuación se presenta en la tabla LIV el plan de gestión ambiental (PGA) para reducir los impactos negativos en la ejecución de las extracciones de aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda.

---

<sup>14</sup> SPIEGEL, Jerry .*Control de la contaminación ambiental*, p.2.

Tabla LIV. **Plan de gestión ambiental (PGA)**

<b>COMPONENTE AMBIENTAL</b>	<b>FACTOR</b>	<b>MEDIDAS DE MITIGACIÓN</b>
Suelo	Contaminación del suelo	<p>Realizar la limpieza adecuada después de cada extracción debido a que es casi imposible evitar que caigan los residuos de la pimienta gorda después de su molienda, colocando un bote de basura en la planta piloto con su bolsa adecuada para la colocación de los desechos.</p> <p>Implementar pictogramas donde indiquen donde debe de colocarse la basura.</p>
Aire	Generación de gases de combustión.	Realizar un cronograma con los horarios establecidos (preferible en la mañana ya que en la tarde se imparten clases teóricas alrededor de la planta) para el molido de la materia prima lo cual causa ruido y vibraciones. Utilizar protectores para los oídos para evitar el deterioro del sentido.
	Generación de ruido y olores desagradables	Proveer mantenimiento a la caldera anual para garantizar la combustión adecuada y completa del diésel, para minimizar los efectos provocados en la calidad del aire, humedad y temperatura del ambiente. Así también se evitarán accidentes como una explosión. Implementar un biodigestor para que los desechos sólidos de la materia prima no se vayan a la basura y así aprovecharlos para combustión.
Agua	Generación de líquidos contaminantes.	No se verterá ningún tipo de desecho inorgánico contaminantes en los cuerpos de agua potable ya que estos serán vertidos en los drenajes municipales donde ellos serán los encargados del tratamiento posterior de dichas aguas y los desechos orgánicos serán llevados al biodigestor para el tratamiento respectivo.
Flora y fauna	Flora	No hay medidas de mitigación debido a que la flora no es afectada directamente por ningún impacto negativo.
	Fauna	No hay medidas de mitigación debido a que la fauna no es afectada directamente por ningún impacto negativo.

Fuente: elaboración propia.

### 2.3.7. Costos del plan de gestión ambiental (PGA)

Para llevar a cabo el plan de gestión ambiental (PGA), es necesario realiza la inversión necesaria en la compra de algunos equipos y ejecución de procesos adecuados. A continuación se presenta la tabla LV los costos considerados.

Tabla LV. Costo del plan de gestión ambiental (PGA)

No.	Descripción	Costo/unidad	Costo total
1	Protectores para sonido	Q15,00	Q45,00
2	1 bote de basura	Q50,00	Q50,00
3	100 bolsas para la basura	Q0,30	Q30,00
4	Implementación de un biodigestor	Q2 000,00	Q2,000 00
5	Colocar pictogramas	Q45,00	Q90,00
	<b>Total</b>		Q2 215,00

Fuente: elaboración propia.

Según la tabla LV el costo de la implementación del plan de gestión ambiental es e Q.2 215,00 cada 5 años (debido a que es tiempo de vida útil de los equipos), por lo que al año la inversión será de Q. 443,00.

### 2.6. Evaluación económica-financiera

Antes de realizar la evaluación económica-financiera debemos de saber el término de ingeniería económica que es un conjunto de técnicas para tomar decisiones de índole económica en el ámbito industrial.<sup>15</sup>

Este concepto en pocas palabras nos quiere decir que si al momento de realizar una inversión existe rentabilidad, sabremos si es rentable por medio de

<sup>15</sup>BACA URBINA, Gabriel. *Fundamentos de la Ingeniería económica*, p. 16.

los indicadores financieros: valor actual neto (V.A.N), Tasa interna de retorno (TIR), la tasa interna de retorno modificada (TIRM) y la relación beneficio-costos (B/C) que son calculadas a partir del flujo de caja previamente realizado con una inversión inicial de Q. 362 800, 00.

En el flujo de caja son considerados los ingresos (las ventas proyectadas y donaciones), y los egresos (costos fijos y costos variables), como se puede observar en el anexo 32 los ingresos no varían debido a que están estimados con una producción constante basado en las condiciones óptimas de la sección 2.3.2.1 (ver página 39-41).

### **2.6.1. Tasa interna de retorno (TIR)**

La tasa interna de retorno o de rendimiento como comúnmente se conoce es la ganancia anual que obtiene el inversionista.<sup>16</sup> . El criterio a considerar es: si TIR es mayor a cero y al costo de oportunidad es favorable decidir por invertir en el proyecto o negocio.

Al hablar de costo de oportunidad (tasa de descuento) es el que hace referencia a lo que una persona deja de ganar o de disfrutar, cuando elige una alternativa entre varias disponibles, para la extracción del aceite esencial y oleorresina se utilizó la tasa de descuento del 18.58 %.

Esta se calcula con la siguiente ecuación:

$$7) \sum_{t=0}^n \frac{FF}{(1+k)^t} = 0$$

Donde:

---

<sup>16</sup>BACA URBINA, Gabriel. *Fundamentos de la Ingeniería económica*, p. 92.

- $FF$ = Utilidad neta (positivo o negativo) del año  $t$
- $k$ = tasa de descuento del 18.58 %
  - $n$ = es el número de años que se empieza ejecutar dicho proyecto (debido a que el proyecto es ejecutado solo 1 año,  $n$  pasa a ser 12 meses).
- $I_0$  = Es la inversión inicial (Q. 362 800,00).Este valor se ingresa con signo negativo a la ecuación del VAN.

Debido que estimar la TIR a mano es bastante complejo, se utiliza la función financiera de la TIR en Excel

Al realizar el flujo de caja el resultado de la TIR en Excel es un valor de 75% Los criterios de decisión de la TIR son los siguientes:

- Si la  $TIR > k$  se acepta el proyecto
- Si la  $TIR=k$  es indiferente
- Si la  $TIR < k$  se rechaza el proyecto

Debido que la TIR es de 75 % y es mayor a la tasa de descuento (18, 58 %) el proyecto se acepta. Es de resaltar que el valor de la TIR no considera los últimos flujos a del proyecto a invertir se procede a estimar la tasa interna de retorno modificada (TIRM).

### **2.6.2. Tasa interna de retorno modificada (TIRM)**

La interna de retorno modificada (TIRM), es un indicador financiero que lleva a los últimos años todos los flujos del proyecto con sus respectivas tasas ( $k$  y  $k_d$ ); menos la inversión y así aplicar la ecuación siguiente:

$$8) TIRM = \left[ \frac{\sum (FF+)(1+k)^n - \sum (FF-)(1+kd)^n}{I_0} \right]^{\frac{1}{n}} - 1$$

Donde:

- FF(+): Son las utilidades netas positivas
- FF(-): Son las utilidades netas negativas
- K: tasa de descuento de 18,58 %
- Kd: tasa activa actual promedio de los bancos proporcionado por BANGUAT (13,09 %)
- $I_0$  = Es la inversión inicial (Q. 362 800,00). Este valor se ingresa con signo negativo a la ecuación del VAN.
- $n$  = número de meses para las utilidades negativas y positivas

Debido que estimar el valor de la TIRM a mano es bastante complejo, se utiliza la función financiera de la TIRM en Excel, la cual es de 4% (ver anexo 34).

Los criterios de decisión de la TIRM son los siguientes:

- Si la TIRM > k se acepta el proyecto
- Si la TIRM=k es indiferente
- Si la TIRM<k se rechaza el proyecto

Debido que la TIRM es de 42,0 % y es mayor a la tasa de descuento (18,58 %) el proyecto se acepta.

Pero estos indicadores (TIRM Y TIR) tienen una desventaja y es que asumen que todas las ganancias anuales se reinvierten totalmente en la empresa, lo cual es falso. Esta práctica se podría dar en algunos años pero no

al inicio, es por eso que se debe de aplicar otra razón financiera como lo es la relación beneficio-costo (B/C).

### 2.6.3. Relación beneficio-costo (B/C)

La relación beneficio-costo es aquella que nos indica cuanto se gana por cada quetzal invertido, es decir si es mayor a uno al quitarle la unidad da a conocer el valor monetario obtenido por ese quetzal invertido y entonces se acepta el proyecto; de suceder lo contrario es decir si es menor a uno se rechaza el proyecto se rechaza debido a que es una pérdida.

Este indicador financiero se obtiene con la siguiente ecuación:

$$9) \textit{Relación Beneficio/Costo} = \frac{\textit{VAB}}{\textit{VAC}}$$

Donde:

- VAB: Van de los ingresos
- VAC: Van de los egresos

El VAB y el VAC son estimados con las fórmulas financieras de Excel.

Para realizar la ejecución de la extracción del aceite esencial y oleoresina a escala industrial la relación beneficio-costo es de Q.1,13 (ver anexo 34); esto quiere decir que por cada quetzal invertido se gana Q.0,13 es decir el 13 % de los ingresos.

Sin embargo esta razón financiera tiene dos desventajas: la primera es que la relación beneficio costo hasta el final del proyecto y no lo considera anual



y por lo que ese % todas las ganancias anuales se reinvierten totalmente en la empresa, lo que resulta falso; y la segunda que no toma en cuenta el tamaño del proyecto.

#### 2.6.4. Valor actual neto (VAN)

El valor actual neto (VAN) es traer del futuro al presente cantidades monetarias a su valor equivalente.<sup>17</sup> Cuando el VAN es mayor a cero se considera que el proyecto es aceptable y de lo contrario es rechazable Este se calcula con la siguiente ecuación:

$$7) VAN = I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{FF}{(1+k)^t}$$

Donde:

- FF= Utilidad neta (positivo o negativo) del año t
- k= tasa de descuento (que para este estudio de factibilidad es la suma de la tasa de inflación (4,23 %), tasa pasiva del banco (5,46 %), y la tasa del riesgo país de Guatemala (8,89 %) que da una tasa de 18,58 %).
- n= es el número de años que se empieza ejecutar dicho proyecto; que en este caso el proyecto se ejecuta en un año, pero para fines de una evaluación económica aceptable se considera 5 años debido a que según el artículo 19 del ISR todo equipo tiene una vida útil de 5 años).
- $I_0$  = Es la inversión inicial (Q. 362 800,00). Este valor se ingresa con signo negativo a la ecuación del VAN.

---

<sup>17</sup>BACA URBINA. Gabriel. *Fundamentos de la Ingeniería económica*. p.89.

Debido que estimar el VAN a mano es bastante complejo, se utiliza la función financiera del VAN en Excel, la cual es de Q. 528 329,58 (ver anexo 34) y nos indica que al pasar cinco años el proyecto tendrá ese valor monetario. Debido a que este valor es mayor a cero (positivo) es factible el proyecto y por lo cual se acepta.

A partir de estas premisas se concluye que la extracción del aceite esencial y oleorresina ES FACTIBLE.



### **3. FASE DE INVESTIGACIÓN. PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DEL USO DE AGUA EN EL LABORATORIO DE EXTRACTOS VEGETALES (LIEXVE)**

#### **3.1. Situación actual del consumo del agua**

Actualmente el agua es utilizada en el lavamos y en la planta piloto. Con la finalidad de plantear un plan de ahorro de agua dentro de la planta piloto y en el laboratorio se deben proponer mejoras a la actual forma de utilización del agua dentro de la misma.

Para alcanzar esto se realiza un análisis de la situación actual del consumo del agua dentro del laboratorio y la planta piloto, luego se desarrollan las propuestas a considerar.

##### **3.1.1. Dentro del laboratorio**

El agua utilizada dentro del laboratorio es aquella que se usa en los equipos, como el roto-evaporador, el sistema *soxhlet* y el sistema de hidrodestilación.

El agua suministrada a estos equipos es recirculado en un recipiente, siendo la cantidad de agua por recipiente de 6,87 litros, dentro del laboratorio existen tres recipientes con la misma capacidad. El agua dentro de cada recipiente es cambiada cada semana

Por lo que el consumo de agua es de: 20.61 litros/semana, 89.55 litros/mes y 1 074 66 litros/año; por lo que se puede apreciar el consumo de agua dentro del laboratorio es relativamente poco.

### **3.1.1.1. Lavamanos**

En la planta hay un lavamanos con un grifo de cartucho de dos manijas (ver figura 13) que es utilizado para lavarse las manos, la cristalería y producto perecedero.

Figura 13. **Grifo de cartucho con dos manijas**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE)-.

Para determinar la cantidad de agua utilizada en el lavamanos se procedió a observar durante 5 días y los datos obtenidos se presentan la tabla LVI.

**Tabla LVI. Frecuencia con que es utilizado el lavamanos durante un día en el Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales**

Día	Frecuencia de:		
	lavado de manos	lavado de cristalería	lavado de materia prima
1	44	11	1
2	48	17	1
3	54	7	1
4	33	10	2
5	41	15	0
Promedio	44	12	1
Tiempo promedio(s)	14,5	6,5	700

Fuente: elaboración propia.

En promedio el lavamanos es utilizado al día 44 veces para lavarse las manos.

El tiempo promedio que se tardan para lavarse las manos es de 14,5 segundos y la descarga del lavamanos es de 10,88 segundos/litro, por lo que el consumo de agua por persona es de 1,33 litros/día.

Con estos datos se puede estimar el consumo de agua que es de: 58,64 litros/día, 293,2 litros/semana, 1 319,39 litros/mes y 15 832,72 litros/año.

Para el lavado de la cristalería, el lavamanos es utilizado 12 veces al día en promedio y toma un tiempo de 6,5 segundos por cristalería en promedio y la descarga del lavamanos es de 10,88 segundos/litro, por lo que el consumo de agua por cristalería es de 0,59 litros.

Con los datos anteriores podemos estimar el consumo de agua que es de: 7,16 litros/día, 35,84 litros/semana, 161,30 litros/mes y 1935,66 litros/año.

Para el lavado de materia prima el lavamanos es utilizado 1 vez al día. En cada lavada toma un tiempo promedio de 700 segundos por lavado y la descarga del lavamanos es de 11,21 segundos/litro, por lo que el consumo de agua por cristalería es de 62,44 litros.

Con los datos anteriores se estima que el consumo de agua es de: 62,44 litros/día, 312,22 litros/semana, 1 404,99 litros/mes y 16 859,95 litros/año.

El agua que se utiliza dentro del laboratorio se presenta en la tabla LVII por día, semana, mes y año.

Tabla LVII. **Total de agua utilizada en el lavamanos**

Tipo de uso	Litros			
	Día	Semana	Mes	Año
lavado de manos	58,64	293,20	1 319,39	15 832,72
lavado de cristalería	7,17	35,85	161,31	1 935,66
lavado de materia prima	62,44	312,22	1 405,00	16 859,95
<b>Total</b>	128,25	641,27	2 885,69	34 628,33

Fuente: elaboración propia.

Según la tabla LVII la cantidad de agua utilizada es de 128,25 litros/día, 641,27 litros/semana, 2 885,69 litros/mes y 34 628,28 litros/año, con estos datos podemos observar que el consumo de agua anual es de 34,63 metros cúbicos.

### **3.1.2. Planta piloto**

El consumo de agua en la planta piloto se debe a: caldera, sistema de enfriamiento, y la limpieza que se requiere.

#### **3.1.2.1. Caldera**

La caldera se utiliza para tres extracciones semanales, por lo que la caldera está encendida en promedio cinco horas, desde que se enciende la caldera hasta que finaliza la extracción. En estas cinco horas el consumo de agua de la caldera es de 743,75 litros.

Con estos datos se estima que el consumo de agua es de: 8 925 litros/mes, 107 100 litros/año.

#### **3.1.2.2. Sistema de enfriamiento**

El sistema de enfriamiento de en la planta piloto, el agua que utiliza es recirculada a un tanque de capacidad de 115 litros y esta es cambiada cada tres extracciones esto equivale a una semana, por lo tanto cada semana es cambiada el agua del tanque del recirculador.

Con estos datos se estimas que el consumo de agua es de: 460 litros/mes y 5 520 litros/año.



### 3.1.2.3. Limpieza

En la planta piloto la limpieza se realiza diariamente. Para determinar la cantidad de agua utilizada se procedió a determinar el tiempo en que el agua es utilizada en toda la fase de limpieza y es de 180 segundos y la descarga de agua es de 0,2191 Litros/segundo, por lo tanto el consumo del agua es de: 39,44 litros/día, 8874 litros/mes y 10 648,26 litros/año.

En total el agua utilizada en la planta piloto se presenta en la tabla LVIII.

Tabla LVIII. **Total de agua (L) utilizada en la planta piloto**

Tipo de uso	Litros		
	semana	Mes	año
Caldera	2 231,25	8 925,00	107 100,00
Sistema de enfriamiento	115,00	460,00	5520,00
Limpieza	197,2	887,4	10 648,8
<b>Total</b>	<b>2 543,45</b>	<b>10 272,4</b>	<b>123 268,8</b>

Fuente: elaboración propia

Según la tabla LVII la cantidad de agua utilizada es de 2 543,25 litros/semana, 10 272,4 litros/mes y 123 268,8 litros/año, con estos datos podemos observar que el consumo de agua anual es de 123,62 metros cúbicos.

Por lo que el agua consumida en el año en el Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales se presenta en el cuadro siguiente:

Tabla LIX. **Total de agua consumida (L) en el Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE)**

Tipo de uso	Litros		
	Semana	Mes	Año
Laboratorio	641,27	2 885,69	34 628,33
Planta piloto	2 543,45	10 272,4	123 268,8
<b>Total</b>	<b>3 184,72</b>	<b>13 158,09</b>	<b>157 897,13</b>

Fuente: elaboración propia.

Según la tabla LIX la cantidad de agua utilizada es de 3 184,72 litros/semana, 13 158,09 litros/mes y 157 897,13 litros/año, con estos datos podemos observar que el consumo de agua anual es de 157,89 metros cúbicos.

Debido a que se necesita saber el costo de consumir los 157,89 metros cúbicos de agua, se presenta a continuación la tabla del agua total consumida en (Q), el cual fue calculado al igual que en los costos del agua potable (ver página 80).

Tabla LX. **Total de agua consumida (Q) en el Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE)**

Tipo de uso	m3/año	Costo/m3 (Q)	Subtotal (Q/año)	Total (IVA+ Subtotal)(Q/año)
Laboratorio	34,63	1,97	394,50	465,51
Planta piloto	1 232,69	5,02	6 514,37	7 686,96
<b>Total(Q/año)</b>				<b>Q8 152,47</b>

Fuente: elaboración propia.

En la tabla LX se puede observar que el costo de consumir los 157,89 metros cúbicos es de Q 8 152,47 al año.

### **3.2. Plan de reducción del consumo del agua**

Para poder reducir el uso del agua se deberán realizar cambios en la tecnología y equipo, aplicar mantenimiento en algunos equipos y mejorar algunos procesos.

#### **3.2.1. Dentro del laboratorio**

Debido a que el uso del agua dentro del laboratorio es poca, se recomienda no desperdiciar el agua dejando prendido el chorro y evitar el uso de contaminantes que puedan restringir la circulación del agua por las tuberías.

##### **3.2.1.1. Lavamanos**

El grifo instalado en el lavamanos es de cartucho con dos manijas, para accionarlo la manija funciona en un movimiento ascendente/descendente para ajustar el volumen de agua.

Cambiar el lavamanos actual por un lavamanos de pedestal marca Torino, de 87,5 cm de altura y 46,3 cm de ancho (ver figura 14) debido a que este posee varias ventajas.

Una de ellas es que evita el rebose, evita el desperdicio de agua manual, evita el goteo, pueden trabajar dos personas a la vez por ser lavamanos de 2 grifos y también evita el contagio de bacterias; esta una alta tecnología que

ahorra en un 65% del agua a consumir; su desventaja es su costo de compra e instalación que es de Q.4500.00.

Figura 14. **Lavamanos de pedestal**



Fuente: <https://www.novex.com.gt>. Consulta: 10 de enero de 2016.

### **3.2.2. Planta piloto**

En la planta piloto lo indicado es el tratamiento de agua mediante el uso de la tecnología que ayuden a reducir los gases disueltos en el agua.

### **3.2.2.1. Caldera**

El consumo de agua de la caldera mensual es de 8,925.86 litros/mes por lo que es necesario recircular el agua pero previo a ello es recomendable tratar el agua.

El suavizador de agua, también llamado descalcificador de agua (ver figura 15), es un aparato que, por medios mecánicos, químicos y/o electrónicos trata el agua para reducir el contenido de sales minerales y sus incrustaciones en tuberías y depósitos de agua.

El agua con alto contenido de sales de calcio o magnesio (agua dura) tiende a formar incrustaciones minerales en las paredes de las tuberías. En algunos casos bloquean casi la totalidad de la sección del tubo.

Las sales se adhieren con más frecuencia a las tuberías de agua caliente así como las calderas. Los suavizadores se encargan de eliminar la dureza en el agua (sarro). Con el uso de este sistema se evita la incrustación de sarro en la caldera.

Al implementar los suavizadores se ahorra el consumo de agua debido a que se usa de una manera más eficaz y además se alarga la vida útil de la caldera, ya no se le da más mantenimiento a esta y también existe un ahorro de energía.

La función de un desgasificador en una planta térmica es eliminar el oxígeno y dióxido de carbono disuelto en el agua de alimentación de las calderas para prevenir problemas de corrosión.

El principio de funcionamiento de los desgasificadores se basa en el hecho que la solubilidad de los gases disueltos en el agua ( $O_2$  y  $CO_2$ ) disminuye cuando el agua está en el punto de ebullición ( $100\text{ }^\circ\text{C}$  a presión atmosférica).

Al considerar el desgasificador se considerara una reducción del 50 % del consumo de agua necesaria

Figura 15. **Suavizador de agua**



Fuente: <https://www.novex.com.gt>. Consulta: 10 de enero de 2016

### **3.2.2.2. Sistema de enfriamiento**

Debido que el agua utilizada para el sistema de enfriamiento es escasa solo se recomienda evitar contaminantes dentro de los recipientes que contienen el agua que se recircula.

### 3.2.2.3. Limpieza

Debido que para realizar la limpieza de la planta piloto se utiliza la manguera, que tiene fuga en la rosca con que hace contacto con el chorro, por lo que conviene instalar una pistola en la rosca para evitar esa fuga ya que esto mejorará en un 30 % el consumo de agua.

El ahorro de agua dentro del laboratorio propiamente no hay propuesta de reducción, en el lavamanos se estima una reducción del 65 %, debido a la instalación de un lavamanos de pedal. En la planta piloto la reducción de agua en la caldera es del 50 % y en la limpieza un 30 % con la instalación de la pistola para evitar la fuga.

Tabla LXI. **Comparación de consumo de agua actual con las propuestas**

Área	Equipo	Litros/año		
		Consumo actual	Consumo con propuesta	Ahorro de agua actual
Laboratorio	Cristalería	15 832,72	5 541,452	10 291,27
	Lavado de manos	1 935,66	677,4816	1 258,18
	Lavado de MP	16 859,95	5 900,981	10 958,97
Planta piloto	Caldera	107 100	53 550	53 550,00
	Sistema de enfriamiento	5 520	5 520	0,00
	Limpieza	10 648,8	7 454,16	3 194,64
		157 897,13	78 644,08	79 253,05

Fuente: elaboración propia.

Como se observará en la tabla LXI se logra reducir hasta 70,253 litros/año. Debido a que se necesita saber el costo de consumir los 78,9 metros cúbicos de agua, se presenta a continuación la tabla del agua total consumida en (Q), el

cual fue calculado al igual que en los costos del agua potable (ver página 86-89).

Tabla LXII. **Comparación de consumo de agua actual con las propuestas.**

Tipo de uso	m3/año	Costo/m3 (Q)	Subtotal (Q/año)	Total (IVA+ Subtotal)(Q/año)
Laboratorio	12,12	1,25	341,43	402,88
Planta piloto	66,52	5,02	660,23	779,07
<b>Total(Q/año)</b>				<b>Q1 181,96</b>

Según la tabla LXII el costo con las propuestas es de Q.1 181,96 al año, por lo que al implementar estas propuestas se llegaría a un ahorro de anual monetario de Q 6 970,51, lo que se estaría ahorrando en un 85 %.

### 3.3. Costos de la propuesta

Como pudimos ver se obtiene un 85% de ahorro de agua, más sin embargo el valor de estas propuestas se puede observar en el siguiente cuadro.

Tabla LXIII. **Costos de la propuesta**

Equipo	Costo
Un lavamanos de pedal	Q3 500,00
Suavizador de agua	Q15000,00
Desgasificador	Q10000,00
Pistola para la manguera	Q500,00
<b>TOTAL</b>	<b>Q29 000,00</b>

Fuente: elaboración propia.



Como se puede observar en la tabla LXIII el monto total es Q. 29 000,00, lo cual es una inversión inicial alta. Es de resaltar que esta es una única inversión que nos dará 10 años (que es el tiempo de vida útil que tienen estos equipos).

Esta inversión se considera viable ya que en estos 10 años se estarán ahorrando Q. 69 705,1 de consumo de agua potable, por lo que el ahorro neto sería de Q. 40 705,1 cada diez años, es decir Q. 4 070 551 anuales.

## **4. FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN**

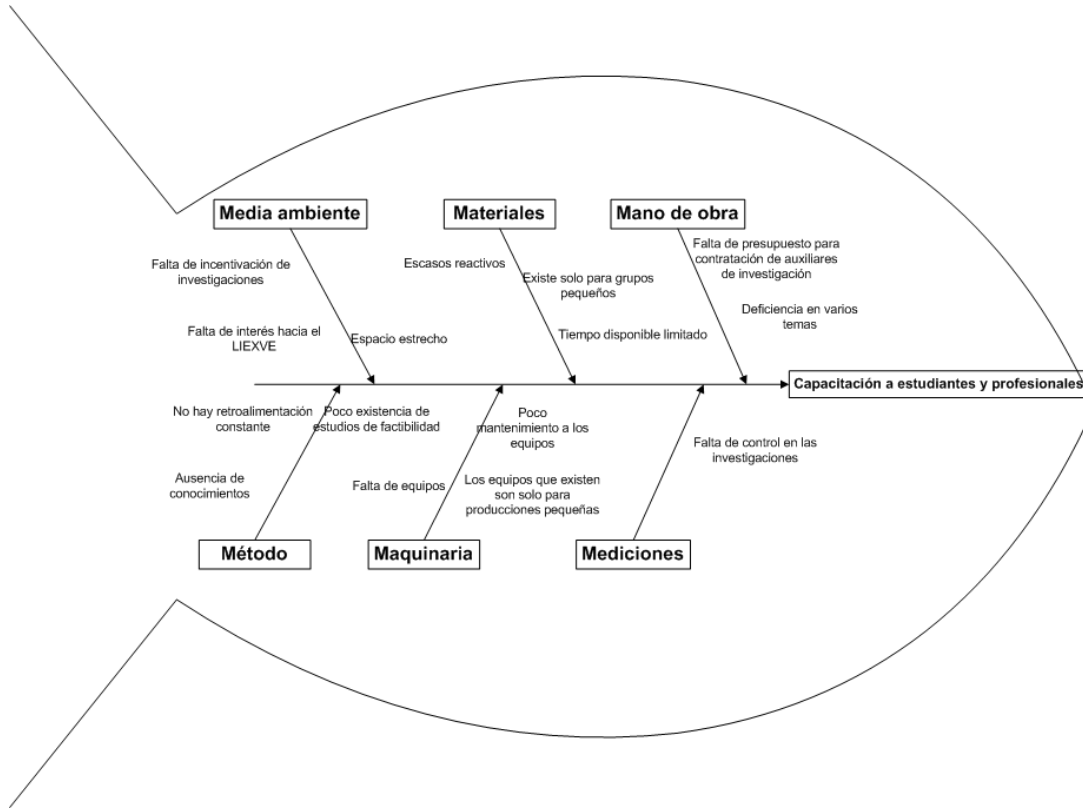
### **4.1. Diagnóstico de las necesidades de capacitación**

Se utiliza la herramienta de análisis de causa y efecto para determinar las razones del por qué se necesita un programa de capacitación y como ayuda a la mejora de la empresa.

Actualmente en el Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales se realizan diversas investigaciones que determinan el rendimiento, calidad de las extracciones: pero sin embargo existen capacitaciones a las que no se han podido desarrollar.

- Causas.
  - Medio ambiente: falta de interés de los estudiantes y profesionales involucrados respecto a los estudios de factibilidad.
  - Materiales: para realizar todas las investigaciones la falta de fondos económicos impiden el uso de reactivos.
  - Mano de obra: para realizar las investigaciones faltan auxiliares de investigación y más presupuesto de horarios
  - Método: los profesionales y estudiantes asociados no poseen los conocimientos para realizar un estudio de factibilidad.
  - Maquinaria y tecnología: falta de equipos y disponibilidad escasa.
  - Mediciones: Debe de existir más apoyo por la entidades para que el LIEXVE pueda ejecutar más investigaciones y así también estudios de factibilidad en ellas.

Figura 16. Diagrama de Pescado para diagnóstico de la capacitación



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

En el diagrama de pescado se visualizan varias causas para lograr diversas capacitaciones, que lleguen en forma clara y concisa.

#### 4.2. Plan de capacitación

Las necesidades de capacitación para los estudiantes y profesionales se describen a continuación.

Tabla LXIV. **Plan de capacitación**

<b>Tema de capacitación</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Responsable</b>	<b>Duración (horas)</b>	<b>Técnica</b>
Seguridad en los laboratorios	Conocimientos adquiridos en el uso del equipo de laboratorio y normas.	Profesional encargado.	30	Clases magistrales, debate, proyectos, entre otros
Administración de la calidad	Conocimiento e interpretación los requisitos de la norma internacional ISO 9001:2015 y las herramientas asociadas a la implementación de sistemas de gestión de la calidad		50	
Curso de extractos vegetales	Conocimiento en extractos vegetales (aceites, oleorresina, colorantes, etc.)		50	
Administración de la calidad en los alimentos	Conocimiento respecto BPM, BPA y POES		50	

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla LXIV los temas de la capacitación son referentes son los que más se necesitan para laborar en el LIEXVE.

Para llevar a cabo el plan de capacitación se realiza el siguiente programa de capacitación que indica el orden cronológico de las capacitaciones.

Figura 17. Programa de capacitación anual

Actividad/meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Seguridad en laboratorios	x	x										
Administración de la calidad		x	x	x	x	x						
Curso de extractos vegetales				x	x	x	x	x	x			
Administración de la calidad en los alimentos								x	x	x	x	x

Fuente: elaboración propia.

- Capacitación en seguridad en laboratorios: Esta capacitación es de carácter teórica, se reciben conocimientos sobre cuidados en trabajos con corriente eléctrica, con productos farmacéuticos, cuidados mecánicos y con cristalería y equipo.
- Capacitación en administración de la calidad: Clases teóricas mediante la ejemplificación de sucesos que ocurren en cuanto a la certificación de empresas. Se adquiere conocimiento e interpretación de los requisitos de la norma internacional ISO 9001:2015 y las herramientas asociadas a la implementación de sistemas de gestión de la calidad.
- Capacitación sobre los extractos vegetales: Esta capacitación es de carácter teórica y práctica, se reciben conocimientos sobre métodos de extracción y sus respectivas prácticas. Como parte del resultado; se incrementan los conocimientos sobre la temática de extractos vegetales

- Capacitación en administración de la calidad: en los alimentos Clases teóricas mediante la ejemplificación de sucesos que ocurren en cuanto al manejo de las buenas prácticas de manufactura, POES, etc. Se adquiere conocimiento e interpretación de las BPM'S, BPA'S, POES y las herramientas asociadas a la implementación de las mismas.

#### **4.3. Resultados de la capacitación**

El aprendizaje y aplicación correcta de estos nuevos conocimientos es importante.

Los estudiantes y profesionales involucrados comprenderán la importancia de trabajar con un orden secuencial y conoció aspectos importantes en cuanto a productividad empresarial y diferencias entre ser eficaz y ser eficiente.

También se logra una motivación al personal haciéndoles notar la importancia del trabajo para la institución y como estos nuevos procesos benefician a ambos, se logra una mejor coordinación y comunicación entre los departamentos involucrados.

A la vez, se logra un mejor ambiente de trabajo y minimización del esfuerzo de trabajo en el desarrollo de los nuevos proyectos que el LIEXVE tendrá.

#### **4.4. Costos del plan**

El costo del plan de capacitación requiere conocimiento más específico del tema es de contratar a las personas especialistas en el tema para que puedan capacitar a los estudiantes y profesionales involucrados en el LIEXVE.

Tabla LXV. **Costos del plan de capacitación**

<b>Nombre</b>	<b>Costo</b>	<b>impartido</b>
Seguridad en laboratorios	Q2 500,00	Especialista
Administración de la calidad	Q2 500,00	
Curso de extractos vegetales	Q2 500,00	
Administración de la calidad en los alimentos	Q2 500,00	
<b>Total</b>	<b>Q10 000,00</b>	

Fuente: elaboración propia.

El costo del plan de capacitación es de Q. 10 000,00 en la entidad privada adquiriendo conocimientos fundamentales para la evaluación de proyectos.

## CONCLUSIONES

1. La demanda potencial insatisfecha actual (693,88 kg) nos indica que existen clientes por satisfacer, por lo que existe la oportunidad de inversión del aceite esencial con precio de Q.70,00 la onza y de Q.504.00 el medio kilogramo de oleorresina, siendo el canal de comercialización el de productor- usuario industrial
2. La capacidad máxima de producción de producto terminado por día es de 6,3 kg de aceite esencial y de 1,98 de oleorresina, ambos de procesos de extracción en la ciudad capital trabajando en las 3 jornadas laborales (diurna, mixta y nocturna).
3. En una relación laboral patrono-trabajador, se rige por el los artículos 61, 62 y 102 para el patrono, artículos 63 y 64 para el trabajador y para ambos los artículos 116-137 del Código de Trabajo también por los artículos 130-131 de la Constitución Política la República de Guatemala; en la organización del recurso humano se contemplan los puestos de gerente general, jefe de compras y ventas, jefe de producción, jefe de finanzas y operarios.
4. Los principales impactos negativos generados por las extracciones de aceite esencial y oleorresina en los factores ambientales en el aire y suelo (ocasionado en el secado de la materia prima al sol y limpieza en la planta piloto por la generación de residuos contaminantes al suelo y aire, siendo este un impacto crítico), en factores ambientales como el agua, flora fauna (ocasionado en la limpieza y reducción de la materia prima, limpieza de la planta piloto por la generación de líquidos contaminantes, siendo este un



impacto severo. El impacto positivo (compatible) es generado en el aspecto socioeconómico por la generación de empleado; todos estos impactos son mitigados con el plan de gestión ambiental con un costo de anual de Q. 443,00.

5. En el estudio económico-financiero a través del VAN se espera que el proyecto tenga un valor después de 5 años de Q.528 329,58 por lo que el proyecto es factible.
6. Se propone la inversión de Q. 29 000,00 con la instalación de un lavamanos de pedal, un suavizador de agua, un desgasificador y una pistola y así poder obtener un ahorro de Q. 4 070 551 anuales en agua potable.
7. Las capacitaciones necesarias en el Laboratorio de Investigación de extractos vegetales son: seguridad en laboratorios, administración de la calidad, extractos vegetales y administración de la calidad en los alimentos, con un costo único de Q. 10 000,00.

## RECOMENDACIONES

1. Al momento de comprar la materia prima, realizar una compra cada año para así tener en almacenamiento para todas las producciones correspondientes anuales y así reducir gastos de combustible en la compra.
2. Priorizar las actividades de promoción y ventas del producto, de tal forma de recuperar la inversión lo más pronto.
3. Mantener inventario de repuestos para los diferentes equipos y maquinaria, de tal manera que se pueda reaccionar ante cualquier falla de los mismos y garantizar una producción continua.
4. En el plan de mitigación también considerar las políticas de la empresa como colocar diferentes basureros para clasificar todo tipo de desechos.
5. La contratación del personal es vital para el éxito del proyecto, por lo que es necesario contar con personal con experiencia en la industria, que aporte un valor agregado y ayude a mejorar los procesos actuales, especialmente en el departamento de cocina.
6. Controlar estrictamente el plan de mantenimiento preventivo, pues el mismo permitirá mantener los equipos en condiciones óptimas de funcionamiento.

7. Poner en marcha el plan de gestión ambiental, ante impactos adversos al medio ambiente.
8. Para lograr maximizar la rentabilidad será necesario que se hagan negociaciones con proveedores exclusivos y lograr rebajas en los costos de la materia prima.
9. Tener un control estricto del inventario de materia prima, para evitar merma, mal uso y durabilidad de los productos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. BACA URBINA, Gabriel. *Evaluación de Proyectos*, 4ª ed. México: McGraw-Hill. México. 2011. 400 p.
2. \_\_\_\_\_. *Fundamentos de Ingeniería económica*, 4ª ed. México: McGraw-Hill 2011. 608 p.
3. \_\_\_\_\_. *Listado de incisos arancelarios*. [en línea]. <[http://www.banguat.gob.gt/estaeco/ceie/ceie\\_clasificaci%C3%B3n%20SAC%202006.pdf](http://www.banguat.gob.gt/estaeco/ceie/ceie_clasificaci%C3%B3n%20SAC%202006.pdf)>. [Consulta: 2 de noviembre de 2016].
4. \_\_\_\_\_. *Inflación total*. [en línea]. <<http://www.banguat.gob.gt/inc/ver.asp?id=/imm/imm01>>. [Consulta: 27 de mayo de 2017].
5. \_\_\_\_\_. *Tasa de interés pasiva en moneda nacional*. [en línea]. <<https://www.banguat.gob.gt/inc/ver.asp?id=/imm/imm05>>. [Consulta: 27 de mayo de 2017].
6. Centro de Comercio Internacional. *Estudio de mercado, aceites esenciales y oleorresinas*. Suiza: UNCTAD/GATT, 2011. 65 p.
7. COHEN, Ernesto. *Evaluación de Proyectos Sociales*, México: Grupo Editor Latinoamericano, 2015. 341 p.

8. *Constitución Política de la República de Guatemala*, Guatemala. 1993. 76 p.
9. *Estudio de Impacto Ambiental*. [en línea]. <[https://www.miga.org/documents/EIA\\_EXP\\_124-96.pdf](https://www.miga.org/documents/EIA_EXP_124-96.pdf)> [Consulta: 2 de enero de 2017].
10. Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales, Sección Química Industrial, Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. *Evaluación de la calidad y rendimiento del aceite esencial y oleorresina obtenidos de las hojas y frutos de la pimienta gorda (Pimenta dioica (L.) Merrill) proveniente de Alta Verapaz y Petén*. Guatemala, 2015. 36 p.
11. Ministerio de Trabajo y Prevención Social. *Código de Trabajo -Derecho laboral-legislación-Guatemala*. 2014. 192 p.
12. OSORIO, Oscar. *Estructura para la inversión de estudios de pre-inversión de proyectos agroindustriales*, Guatemala. 2014.100 p.
13. RENDER, Barry. *Métodos Cuantitativos para los negocios*, México: Pearson, 2012. 645 p.
14. Reyes, Mamerto. *Algunas funciones de producción usadas en la asignación óptima de insumos y diagnóstico de cultivos: Propiedades económicas y enfoques para su ajuste empírico*, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala, enero 2014. 271 p.

15. RODRÍGUEZ SEGURA. Salvador. *Análisis de la regresión lineal múltiple y simple en Excel*. [en línea]. <<https://www.youtube.com/watch?v=Qinzjci-ic>> [Consulta: 2 de noviembre de 2016].
16. SAPAJ CHAIN, Nassir. *Preparación y evaluación de Proyectos*, 5ª ed. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill, 2011. 463 p.
17. Superintendencia Administrativa Tributaria, *Exportaciones e importaciones por inciso arancelario*. Guatemala, SAT: 2015. 30 p
18. \_\_\_\_\_, *Ley de ISR* [en línea]. <[https://www.google.com.gt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjPn47exdXUAhUqBcAKHWohAoQQFgggMAA&url=http%3A%2F%2Fportal.sat.gob.gt%2Fsitio%2Findex.php%2Fleyes%2Fdoc\\_download%2F2446-leydelimpuestosobrelarenta.html&usg=AFQjCNEqiUbJ4K9B-kZbpUNiAf-Jzuffag](https://www.google.com.gt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjPn47exdXUAhUqBcAKHWohAoQQFgggMAA&url=http%3A%2F%2Fportal.sat.gob.gt%2Fsitio%2Findex.php%2Fleyes%2Fdoc_download%2F2446-leydelimpuestosobrelarenta.html&usg=AFQjCNEqiUbJ4K9B-kZbpUNiAf-Jzuffag)>. [Consulta: 20 de junio de 2017].
19. *Política del Centro Investigaciones de Ingeniería (CII)*. Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Guatemala: 2008. 30 p.
20. USAC. *Recopilación de leyes y reglamentos de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. Editorial Universitaria. [En línea]. <<http://www2.usac.edu.gt/cip/docs/Leyes-y-Reglamentos-de-la-USAC-2008.pdf>>. Guatemala: 2008. 260 p



## APÉNDICES

### Apéndice 1. Hoja pimienta gorda molida



Fuente: elaboración propia.



**Apéndice 2. Fruto de la pimienta gorda (Pimenta dioca (L.) Merrill), proveniente de Cahabón, Campur y San Pedro Carchá, Alta Verapaz; colocada en el secador solar del CEDA, facultad de Agronomía, USAC**



Fuente: Elaboración propia.

**Apéndice 3. Hojas de la pimienta gorda (Pimenta dioca (L.) Merrill), proveniente de Doloers, Petén; colocada en el secador solar del CEDA, facultad de Agronomía, USAC**



Fuente: Elaboración propia.

#### Apéndice 4. Flujo de caja de la extracción del esencial y oleorresina de pimienta gorda

Actividad	Años					Total	
	0	1	2	3	4		5
Ingresos		Q1,481,004.00	Q1,481,004.00	Q1,481,004.00	Q1,481,004.00	Q1,481,004.00	Q7,405,020.00
Egresos con impuesto	Q362,800.00	Q1,192,288.04	Q1,192,288.04	Q1,192,288.04	Q1,192,288.04	Q1,192,288.04	Q5,961,440.18
Utilidades Netas	<b>Q362,800.00</b>	Q288,715.96	Q288,715.96	Q288,715.96	Q288,715.96	Q288,715.96	Q1,443,579.80
Utilidad actualizada	<b>(Q362,800.00)</b>	Q243,477.79	Q205,327.87	Q173,155.57	Q146,024.26	Q123,144.09	<b>Q528,329.57</b>
Utilidad Acumulada	<b>(Q362,800.00)</b>	<b>(Q119,322.21)</b>	Q86,005.66	Q259,161.22	Q405,185.48	<b>Q528,329.57</b>	
VA ingresos		Q1,248,949.23	Q1,053,254.54	Q888,222.75	Q749,049.38	Q631,682.73	Q4,571,158.63
VA egresos	Q362,800.00	Q1,005,471.44	Q847,926.67	Q715,067.18	Q603,025.12	Q508,538.64	Q4,042,829.05

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel, 2010.

#### Apéndice 5. Indicadores financieros del flujo de caja

Indicador financiero	Valor
VAN	Q528,329.58
TIR	75%
TIRM	42%
beneficio-costo	1.13

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel, 2010.

#### Apéndice 6. Tasa activa, pasiva, tasa de inflación utilizada para la elaboración del flujo de caja

Fecha/tasas	Tasa pasiva	Tasa activa	Tasa de inflación
may-16	5.46%	13.15%	4.27%
jul-16	5.46%	13.11%	4.30%
ago-16	5.47%	13.12%	4.34%
sep-16	5.48%	13.09%	4.39%
oct-16	5.49%	13.13%	4.41%
nov-16	5.49%	13.12%	4.45%
dic-16	5.44%	13.06%	4.47%
ene-17	5.45%	13.05%	4.45%
feb-17	5.45%	13.05%	3.83%
mar-17	5.44%	13.08%	3.89%
abr-17	5.42%	13.08%	3.93%
may-17	5.41%	13.04%	3.97%
<b>promedio</b>	<b>5.46%</b>	<b>13.09%</b>	<b>4.23%</b>

Fuente: elaboración propia con datos del Banco de Guatemala (BANGUAT), 2016.



## ANEXOS

### Anexo 1. Equipo de hidrodestilación Neoclevenger



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE)

Anexo 2. Rotaevaporador marca Buchi



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIECVE)

### Anexo 3. Extractos de aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE).



Anexo 4. **Planta piloto de extracción-destilación**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE).

Anexo 5. **Platos de la marmita con agujeros que permiten el paso del vapor**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE)



## Anexo 6. El vaso florentino con sus aberturas



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIECVE).

## Anexo 7. Simbología del método SLP

Letra	Orden de proximidad	Valor en líneas
A	<u>A</u> bsolutamente necesaria	=====
E	<u>E</u> specialmente importante	=====
I	<u>I</u> mportante	=====
O	<u>O</u> rdinaria o normal	=====
U	<u>U</u> nimportant (sin importancia)	=====
X	<u>X</u> ndeseable	~~~~~
XX	<u>XX</u> muy indeseable	~~~~~

Fuente: BACA URBINA, Gabriel, *Evaluación de Proyectos*, 2006.121 p.

## Anexo 8. Expediente UIPSAT No. 1737-UIPSAT No. 1737



### Expediente UIPSAT No. 1737-2016 Resolución No. R-SAT-IAJ-DC-UIP-1769-2016

SUPERINTENDENCIA DE ADMINISTRACIÓN TRIBUTARIA, INTENDENCIA DE ASUNTOS JURÍDICOS, DEPARTAMENTO DE CONSULTAS, UNIDAD DE INFORMACIÓN PÚBLICA. Guatemala, dieciocho de noviembre de dos mil dieciséis.

**ASUNTO:** HÉCTOR ALFREDO MARTÍNEZ FIGUEROA, el 14 de noviembre de 2016, presentó solicitud por escrito a la Unidad de Información Pública de la Superintendencia de Administración Tributaria, en la cual requiere se le proporcione información relacionada a las importaciones y exportaciones referentes a la partida arancelaria 3301.29.00 efectuadas en el período comprendido del 2002 al 2015, que incluya el nombre del importador y/o exportador, así como su respectivo domicilio fiscal.

Se tiene a la vista para resolver el expediente UIPSAT No.1737-2016, que contiene la solicitud formulada por escrito a la Unidad de Información Pública, por Héctor Alfredo Martínez Figueroa, acerca de la información indicada en el asunto.

#### CONSIDERANDO:

Que el Decreto número 57-2008 del Congreso de la República de Guatemala en el artículo 1 numeral 1, garantiza a toda persona interesada, sin discriminación alguna, el derecho a solicitar y a tener acceso a la información pública en posesión de las autoridades y los sujetos obligados, en los términos y condiciones establecidas. Asimismo, el artículo 4 del citado Decreto regula que el ámbito de aplicación lo constituye la información contenida en registros, fichas, bancos o cualquier otra forma de almacenamiento de información pública, en custodia, depósito o administración de los sujetos obligados.

#### CONSIDERANDO:

Que el artículo 19 del Decreto relacionado regula que el titular de cada sujeto obligado debe designar al servidor público, empleado u órgano interno que fungirá como Unidad de Información, debiendo tener un enlace en todas las dependencias que el sujeto obligado tenga ubicadas a nivel nacional; por su parte el artículo 2 de la Resolución SAT-S-639-2011 del Superintendente de Administración Tributaria establece que el enlace de cada una de las dependencias de la SAT coadyuvará

Página 1 de 3  
Unidad de Información Pública  
R-SAT-IAJ-DC-UIP-1769-2016  
OASV/FMGL/mrgm

Lic. Otto Adolfo Sotelo Valdez  
Jefe de Dependencia de Información Pública  
Intendencia de Asuntos Jurídicos

Lic. María del Carmen López  
Unidad de Información Pública  
Intendencia de Asuntos Jurídicos

Lic. María del Carmen López  
Intendencia de Asuntos Jurídicos

Continuación del anexo 8.



en el adecuado cumplimiento de lo dispuesto en la Ley de Acceso a la Información Pública y demás disposiciones aplicables, quién deberá estar debidamente facultado en lo que compete a la dependencia que representa para la toma de decisiones en materia de acceso a la información pública.

**CONSIDERANDO:**

Que conforme el artículo 45 del Decreto citado, la información se proporcionará en el estado en que se encuentre en posesión de los sujetos obligados. La obligación no comprenderá el procesamiento de la misma, ni el presentarla conforme al interés del solicitante.

**CONSIDERANDO:**

Que por medio de la Resolución de Superintendente de Administración Tributaria número SAT-S-1706-2012, que reforma la Resolución número 467-2007, que detalla las Figuras Organizativas de Segundo y Tercer Nivel de las Dependencias de la Superintendencia de Administración Tributaria, se modificó la estructura organizativa del Departamento de Consultas, de la Intendencia de Asuntos Jurídicos del cual depende la Unidad de Información Pública.

**POR TANTO:**

La Unidad de Información Pública de la Superintendencia de Administración Tributaria, conforme a lo anteriormente considerado y con fundamento en los artículos: 28 de la Constitución Política de la República de Guatemala; 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 15, 16, 18, 19, 20, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42 y 45 del Decreto número 57-2008 del Congreso de la República de Guatemala, Resolución SAT-S-639-2011 del Superintendente de Administración Tributaria.

**RESUELVE:**

- I. Tener por presentada y admitida para su trámite la solicitud formulada por escrito a la Unidad de Información Pública por **Héctor Alfredo Martínez Figueroa**.
- II. Formar el expediente respectivo.
- III. Proporcionar al solicitante la información requerida, atendiendo a las disposiciones establecidas en el artículo 45 del Decreto 57-2008 del Congreso de la República de Guatemala, consistente en el listado de las importaciones y exportaciones realizadas en el período enero 2002 a diciembre 2015, bajo la fracción arancelaria 3301.29.00, acorde al Sistema Arancelario Centroamericano –SAC-, reporte que

Página 2 de 3  
Unidad de Información Pública  
R-SAT-IAJ-DC-UIP-1769-2016  
OASV/FMGL/mrgm

Continuación del anexo 8.



incluye el detalle de los importadores y exportadores, con su respectivo domicilio fiscal, el cual fue remitido por la Intendencia de Aduanas de la Superintendencia de Administración Tributaria –SAT- mismo que se encuentra contenido de 9 folios, y que se adjunta a la presente resolución en formato PDF.

Asimismo, se hace de su conocimiento que de conformidad con lo indicado por la dependencia referida en el párrafo precedente, en la base de datos del inciso arancelario 3301.29.00 no se reportan movimientos de importaciones y exportaciones para el período octubre 2007 a diciembre 2015, lo anterior tomando en consideración lo establecido en el artículo 2 de la Resolución SAT-S-639-2011 del Superintendente de Administración Tributaria, el cual establece que el enlace de cada una de las dependencias de la SAT coadyuvará en el adecuado cumplimiento de lo dispuesto en la Ley de Acceso a la Información Pública y demás disposiciones aplicables, quien deberá estar debidamente facultado en lo que compete a la dependencia que representa para la toma de decisiones en materia de acceso a la información pública.

- IV. Informar al requirente que será responsable penal y civilmente por el uso, manejo o difusión de la información pública que por parte de la Superintendencia de Administración Tributaria se le entrega, conforme lo regulado en el artículo 15 del Decreto número 57-2008 del Congreso de la República de Guatemala.
- V. Remitir para conocimiento del solicitante, copia de la presente resolución a la dirección de correo electrónico [hector17irb@yahoo.com](mailto:hector17irb@yahoo.com), proporcionada para el efecto, adjuntando en formato PDF la información requerida.
- VI. Archivar las presentes actuaciones, una vez diligenciado lo anterior.

  
Lic. Micaela Arango Girón Méndez  
Intendencia de Asuntos Jurídicos

  
Licda. Flor de María Girón López  
Unidad de Información Pública  
Intendencia de Asuntos Jurídicos

  
Lic. Otto Roberto Steyer Valdez  
Jefe de Departamento de Consultas Tributarias Internas  
Intendencia de Asuntos Jurídicos

Página 3 de 3  
Unidad de Información Pública  
R-SAT-IAJ-DC-UIP-1769-2016  
OASV/FMGL/mrgm

Fuente: Superintendencia de administración tributaria, (SAT), 2017



Anexo 9. Listado de porcentaje depreciaciones, según Art. 19 de la Ley de  
ISR.

<b>Depreciaciones de Activos Tangibles:</b>	<b>Porcentaje</b>
Edificios construcciones e instalaciones adheridas a los inmuebles y sus mejoras.	5%
Arboles, arbustos, frutales, otros árboles y especies vegetales que produzcan frutos o productos que generen rentas gravadas, con inclusión de los gastos capitalizables para formar las plantaciones.	15%
Instalaciones no adheridas a los inmuebles; mobiliario y equipo de oficina; buques – tanques, barcos y material ferroviario marítimo fluvial o lacustre.	20%
Los semovientes utilizados como animales de carga o de trabajo, maquinaria, vehículos en general, grúas, aviones, remolques, semirremolques, contenedores y material rodante de todo tipo, excluyendo el ferroviario	20%
Equipo de computación, incluyendo los programas.	33.33%
Herramientas, porcelana, cristalería, mantelería, y similares; reproductores de raza, machos y hembras. En el último caso, la depreciación se calcula sobre el valor de costo de tales animales menos su valor como ganado común.	25%
Para los bienes no indicados en los incisos anteriores	10%
<b>Amortizaciones Activos Intangibles</b>	
Los gastos de exploración serán deducibles por una sola vez o en cinco (5) cuotas anuales, sucesivas e iguales, a partir del período anual de imposición en que se inicie la explotación.	20%
Marcas de fábrica o de comercio, los procedimientos de fabricación, las patentes de invención, los derechos de propiedad intelectual, las fórmulas y otros activos intangibles similares,.. no puede ser menor de cinco (5) años	20%
El costo de los derechos de llave efectivamente incurridos	10%

Fuente: Ley de ISR.

## Anexo 10. Metodología para análisis de regresión lineal simple

### 4.5 Uso de software de cómputo para regresión

Con frecuencia se emplea software como QM para Windows (apéndice 4.2), Excel y Excel QM (apéndice 4.3) para los cálculos de regresión. Utilizaremos Excel para la mayoría de los cálculos en lo que resta del capítulo. Al usar Excel para desarrollar un modelo de regresión, la entrada y la salida para Excel 2007 y Excel 2010 son las mismas.

Se usará el ejemplo de Triple A Construction para ilustrar cómo desarrollar un modelo de regresión en Excel 2010. Vaya a la pestaña de *Data* y elija *Data Analysis*, como se indica en el programa 4.1A. Si no aparece *Data Analysis*, entonces, debe activar este complemento de Excel en el paquete de herramientas de análisis. El apéndice F al final del libro brinda las instrucciones para la activación de este y otros complementos de Excel 2010 y Excel 2007. Una vez activado el complemento, quedará en la pestaña *Data* para uso futuro.

Cuando se abre la ventana de *Data Analysis*, recórrela y señale *Regression*, oprima *OK*, como se ilustra en el programa 4.1A. Se abrirá la ventana de *Regression*, como se observa en el programa 4.1B, y puede ingresar los rangos *X* y *Y*. Active el cuadro *Labels* porque las celdas con los nombres de las variables se incluyeron en la primera fila de los rangos de *X* y *Y*. Para que los resultados se presenten en esta hoja de trabajo y no en una nueva, seleccione *Output Range* y dé una dirección de celda para el inicio de los resultados. Oprima *OK* y estos aparecerán en las celdas especificadas.

El programa 4.1C muestra la intersección (2), la pendiente (1.25) y otra información que se calculó antes para el ejemplo de Triple A Construction.

La suma de cuadrados de los errores se muestra en la columna con *SS*. Otro nombre para el *error* es *residuo*. En Excel, la suma de cuadrados de los errores se muestra como la suma de cuadrados residual. Los valores en estos resultados son los mismos que los contenidos en la tabla 4.3.

Suma de cuadrados de la regresión =  $SCR = 15.625$

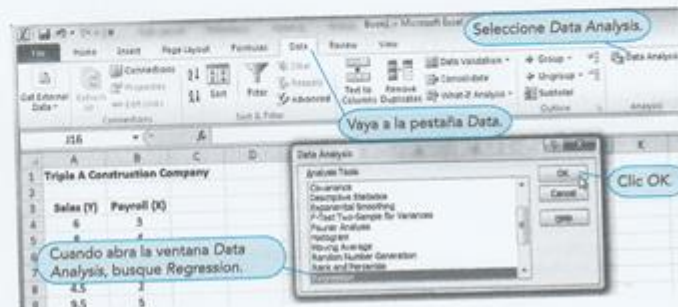
Suma de cuadrados de los errores (residuo) =  $SCE = 6.8750$

Suma de cuadrados total =  $SCT = 22.5$

El coeficiente de determinación ( $r^2$ ) se muestra como 0.6944. El coeficiente de correlación ( $r$ ) denominado *Multiple R* en la salida de Excel es 0.8333.

Los errores también reciben el nombre de residuos.

**PROGRAMA 4.1A**  
Acceso a la opción de regresión en Excel 2010



Continuación del anexo 10.

**PROGRAMA 4.1B**  
Datos de entrada para regresión en Excel

Active el cuadro Labels si la primera fila en los rangos X y Y incluye los nombres de las variables.

Especifique los rangos X y Y.

Oprima OK para que Excel desarrolle el modelo de regresión.

Especifique la localización de la salida. Para ponerla en la hoja de trabajo actual, seleccione Output Range y dé la localización de la celda inicial.

	A	B	C
1	Triple A Construction Company		
2			
3	Sales (Y)	Payroll (X)	
4	6	3	
5	8	4	
6	9	6	
7	5	4	
8	4.5	2	
9	9.5	5	

**PROGRAMA 4.1C**  
Salida de Excel para el ejemplo de Triple A Construction

Es deseable una  $r^2$  alta (cerca a 1).

Las SCR (regresión), SCE (error o residuo) y SCT (total) se muestran en la columna de suma de cuadrados (SS) de la tabla de análisis de varianza (ANOVA).

Un valor crítico de F (Significance F, valor p en el modelo general) bajo (por ejemplo, menor que 0.05) indica una relación significativa entre X y Y.

Los coeficientes de regresión están dados en esta columna.

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	SUMMARY OUTPUT									
2										
3	Regression Statistics									
4	Multiple R	0.8333								
5	R Square	0.6944								
6	Adjusted R Square	0.6181								
7	Standard Error	1.3110								
8	Observations	6								
9	ANOVA									
10		df	SS	MS	F	Significance F				
11	Regression	1	15.6250	15.6250	9.0909	0.0394				
12	Residual	4	6.8750	1.7188						
13	Total	5	22.5							
14										
15		Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%	
16										
17	Intercept	2	1.7425	1.1477	0.3150	-2.8381	6.8381	-2.8381	6.8381	
18	Payroll (X)	1.25	0.4146	3.0151	0.0394	0.0989	2.4011	0.0989	2.4011	

#### 4.6 Supuestos del modelo de regresión

Si podemos hacer ciertos supuestos acerca de los errores en un modelo de regresión, podremos realizar pruebas estadísticas para determinar si el modelo es útil. Se plantean los siguientes supuestos acerca de los errores:

1. Los errores son independientes.
2. Los errores siguen una distribución normal.
3. Los errores tienen una media de cero.
4. Los errores tienen una varianza constante (sin importar el valor de X).

Fuente: RENDER, Barry. *Métodos Cuantitativos para los negocios*. México: Pearson, 2012. 122 p.

## Anexo 11. Metodología para análisis de regresión lineal múltiple

**TABLA 4.4**  
Tabla de análisis de varianza (ANOVA) para regresión

	DF	SC	MC	F	SIGNIFICANCIA F
Regresión	$k$	SCR	$RMC = SCR/k$	$RMC/EMC$	$P(F > RMC/EMC)$
Resíduo	$n - k - 1$	SCE	$EMC = SCE/(n - k - 1)$		
Total	$n - 1$	SCT			

La tabla 4.4 ofrece un resumen de la tabla de análisis de varianza. Indica cómo se calculan los números en las últimas tres columnas. La última columna de esta tabla, Significancia  $F$ , es el valor- $p$ , o el nivel de significancia observado, que se puede utilizar en la prueba de hipótesis sobre el modelo de regresión.

### Ejemplo de análisis de varianza para Triple A Construction

La salida de Excel que incluye la tabla de análisis de varianza para los datos de Triple A Construction se ilustra en el programa 4.1C. El nivel de significancia observado para  $F = 9.0909$  está dado por 0.0394, lo cual significa que:

$$P(F > 9.0909) = 0.0394$$

Como esta probabilidad es menor que 0.05 ( $\alpha$ ), rechazaríamos la hipótesis de que no hay relación lineal, y concluimos que existe una relación lineal entre  $X$  y  $Y$ . Observe en la figura 4.5 que el área bajo la curva a la derecha de 9.09 es claramente menor que 0.05, que es el área a la derecha del valor  $F$  asociado con un nivel de significancia de 0.05.

## 4.8 Análisis de regresión múltiple

*Un modelo de regresión múltiple tiene más de una variable independiente.*

El **modelo de regresión múltiple** es una extensión práctica del modelo que acabamos de observar. Nos permite construir un modelo con varias variables independientes. El modelo fundamental es:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_k X_k + \epsilon \quad (4-16)$$

donde:

- $Y$  = variable dependiente (variable de respuesta)
- $X_i$  =  $i$ -ésima variable independiente (variable predictiva o variable explicativa)
- $\beta_0$  = intersección (valor de  $Y$  cuando  $X_i = 0$ , ordenada al origen)
- $\beta_i$  = coeficiente de la  $i$ -ésima variable independiente
- $k$  = número de variables independientes
- $\epsilon$  = error aleatorio

Para estimar los valores de estos coeficientes, se toma una muestra y se desarrolla la siguiente ecuación:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \cdots + b_k X_k \quad (4-17)$$

donde

- $\hat{Y}$  = valor pronosticado de  $Y$
- $b_0$  = intersección de la muestra (estimación de  $\beta_0$ )
- $b_i$  = coeficiente muestral de la  $i$ -ésima variable (estimación de  $\beta_i$ )

Considere el caso de Jenny Wilson Realty, una compañía de bienes raíces en Montgomery, Alabama. Jenny Wilson, dueña y corredora de esta compañía, quiere desarrollar un modelo para determinar los precios listados sugeridos para las casas con base en el tamaño y la antigüedad de ellas. Selecciona una muestra de casas que se hayan vendido recientemente en un área específica y registra el precio de venta, los pies cuadrados de construcción y la antigüedad de cada una; además, realiza



Continuación del anexo 11.

raíces de Jenny Wilson				
95,000	1,926	30	Buena	
119,000	2,069	40	Excelente	
124,800	1,720	30	Excelente	
135,000	1,396	15	Buena	
142,800	1,706	32	Nueva	
145,000	1,847	38	Nueva	
159,000	1,950	27	Nueva	
165,000	2,323	30	Excelente	
182,000	2,285	26	Nueva	
183,000	3,752	35	Buena	
200,000	2,300	18	Buena	
211,000	2,525	17	Buena	
215,000	3,800	40	Excelente	
219,000	1,740	12	Nueva	

usar tan solo los pies cuadrados de construcción y la antigüedad para desarrollar un modelo, aunque quiere guardar la información sobre la condición de la casa para usarla después. Desea encontrar los coeficientes del siguiente modelo de regresión múltiple:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2$$

dónde:

- $\hat{Y}$  = predicción del valor de la variable dependiente (precio de venta)
- $b_0$  = intersección de  $Y$
- $X_1$  y  $X_2$  = valor de las dos variables independientes (pies cuadrados y antigüedad), respectivamente
- $b_1$  y  $b_2$  = pendientes de  $X_1$  y  $X_2$ , respectivamente

Las matemáticas de la regresión múltiple se vuelven bastante complejas, de manera que dejamos las fórmulas para  $b_0$ ,  $b_1$  y  $b_2$  para los libros de regresión.\* Se puede usar Excel para desarrollar un modelo de regresión múltiple tal como se utilizó para el modelo de regresión lineal simple. Cuando ingresamos los datos en Excel, es importante que todas las variables independientes estén en columnas contiguas para facilitar la captura. De la pestaña *Data* en Excel, seleccione *Data Analysis* y luego *Regression*, como se ilustró en el programa 4.1A. Así se abre la ventana de regresión para permitir la entrada de datos, como se mostró en el programa 4.2A. Note que el *rango de X* incluye los datos en dos columnas (B y C) porque hay dos variables independientes. La salida de Excel que obtiene Jenny Wilson se ilustra en el programa 4.2B y proporciona la siguiente ecuación:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2$$

$$= 146,630.89 + 43.82 X_1 - 2898.69 X_2$$

**Evaluación del modelo de regresión múltiple**

Un modelo de regresión múltiple se evalúa de forma similar a como se evaluó el modelo de regresión lineal simple. En los modelos de regresión múltiple, el valor- $p$  para la prueba  $F$  y  $r^2$  se interpreta igual que en los modelos de regresión lineal simple. Sin embargo, como hay más de una variable

\*Véase, por ejemplo, Norman R. Draper y Harry Smith. *Applied Regression Analysis*, 3a. ed. Nueva York: John Wiley & Sons, 1998.

Continuación del anexo 11.

independiente, la hipótesis que se prueba con la prueba  $F$  es que todos los coeficientes son iguales a 0. Si todos son 0, entonces, ninguna de las variables del modelo es útil para predecir la variable dependiente.

**PROGRAMA 4.2A**  
Pantalla de entrada para el ejemplo de regresión múltiple de Jenny Wilson Realty

	A	B	C
1	Jenny Wilson Realty		
2			
3	SELL PRICE	SF	AGE
4	95000	1925	30
5	119000	2069	40
6	124800	1720	30
7	135000	1396	15
8	142800	1706	32
9	145000	1847	38
10	159000	1950	27
11	165000	2323	30
12	182000	2285	26
13	183000	3752	35
14	200000	2300	18
15	211000	2525	17
16	215000	3800	40
17	219000	1740	12

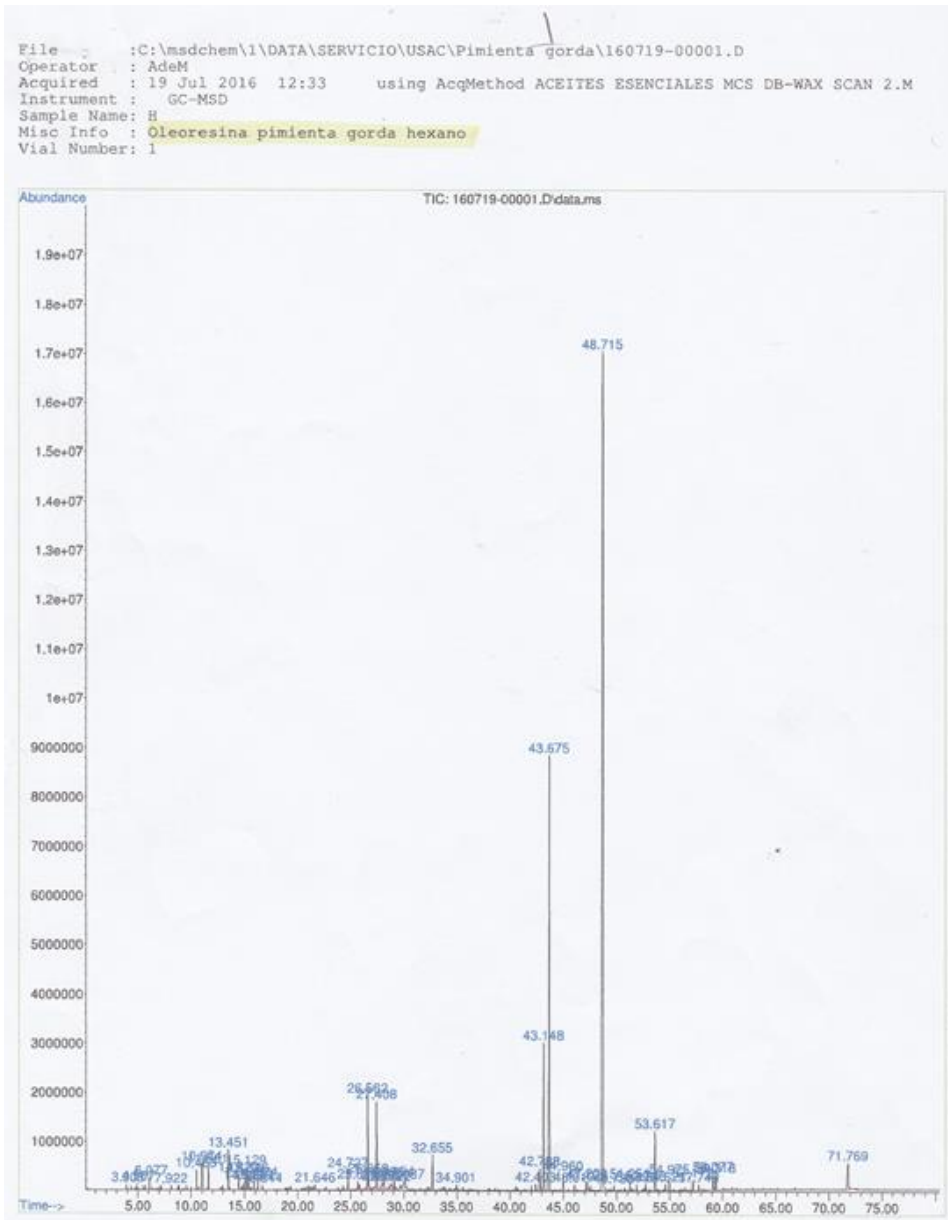
**PROGRAMA 4.2B**  
Salida para el ejemplo de regresión múltiple de Jenny Wilson Realty

SUMMARY OUTPUT						
Regression Statistics						
Multiple R	0.8197					
R Square	0.6719					
Adjusted R Square	0.6122					
Standard Error	24312.607					
Observations	14					
ANOVA						
	df	SS	MS	F	Significance F	
Regression	2	1331393698	665696849	11.2619	0.00217877	
Residual	11	6502151603	591102873			
Total	13	19816068571				
Coefficients						
		Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	146630.89	25482.0829	5.7543	0.0001	90545.2073	202716.5798
SF	48.82	10.2830	4.2622	0.0013	21.1911	66.4476
AGE	-2898.69	796.5648	-3.6390	0.0039	-4651.9139	-1145.4589

Para determinar cuál de las variables independientes en un modelo de regresión múltiple es significativa, se realiza una prueba de significancia sobre los coeficientes de cada variable. Mientras los libros de estadística proporcionan detalles de estas pruebas, los resultados se despliegan de forma automática en la salida de Excel. La hipótesis nula es que el coeficiente es cero ( $H_0: \beta_j = 0$ ). La hipótesis alternativa es que no es cero ( $H_1: \beta_j \neq 0$ ). El estadístico de prueba se calcula en Excel con los valores  $p$ . Si el valor  $p$  es menor que el nivel de significancia ( $\alpha$ ), entonces, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que la variable es significativa.

Fuente: RENDER, Barry. *Métodos Cuantitativos para los negocios*. México: Pearson, 2012. 122 p.

## Anexo 12. Cromatografía con hexano de la oleorresina de pimienta gorda



Continuación del anexo 12.

```

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Pimienta gorda\
Data File : 160719-00001.D
Acq On    : 19 Jul 2016 12:33
Operator  : AdeM
Sample    : H
Misc      : Oleoresina pimienta gorda hexano
ALS Vis   : 1 Sample Multiplier: 1

Integration Parameters: autointA.e
Integrator: ChemStation

Method    : C:\msdchem\1\METHODS\ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Title     :

Signal    : TIC: 160719-00001.D\data.ms
    
```

peak #	R.T. min	first scan	max scan	last scan	PK TY	peak height	corr. area	corr. % max.	% of total
1	3.903	811	839	866	BB 2	110019	2871478	0.21%	0.113%
2	4.907	1042	1060	1079	BV	137569	2846308	0.21%	0.112%
3	6.077	1304	1317	1342	BB	253068	5746493	0.42%	0.226%
4	7.922	1617	1722	1828	BB 4	85030	321454	0.02%	0.013%
5	10.463	2218	2281	2297	BV	404574	11202165	0.83%	0.440%
6	10.974	2365	2393	2422	BB 3	547426	23776887	1.75%	0.934%
7	11.561	2503	2522	2552	BB	479477	13436198	0.99%	0.528%
8	13.452	2919	2938	2955	BV 4	812606	25930528	1.91%	1.018%
9	14.423	3121	3152	3175	BB	321243	9626211	0.71%	0.378%
10	14.909	3243	3258	3285	BV 2	162516	5874178	0.43%	0.231%
11	15.129	3285	3307	3326	VV 4	466344	17976654	1.33%	0.706%
12	15.346	3326	3355	3372	VV	308846	10082875	0.74%	0.396%
13	15.854	3450	3466	3491	BB 2	169191	5263201	0.39%	0.207%
14	16.224	3521	3548	3568	BB 2	232642	7212887	0.53%	0.283%
15	16.644	3607	3640	3667	BB 8	104234	4367848	0.32%	0.172%
16	21.646	4722	4739	4766	BB	116482	3835404	0.28%	0.151%
17	24.727	5397	5417	5443	BB 2	402016	14098296	1.04%	0.554%
18	25.636	5598	5617	5635	BV 2	166386	4160708	0.31%	0.163%
19	26.562	5739	5820	5833	BV 2	1888319	65431973	4.83%	2.569%
20	26.659	5833	5842	5865	VV 2	263003	8374879	0.62%	0.329%
21	27.408	5921	6006	6047	BB 6	1772770	86847799	6.41%	3.410%
22	27.892	6058	6113	6124	BV 4	130438	9364094	0.69%	0.368%
23	28.091	6124	6157	6165	VB 2	208384	11336849	0.84%	0.445%
24	28.722	6262	6295	6332	VB 8	117086	14071016	1.04%	0.552%
25	29.054	6352	6368	6386	BV 3	214092	7154176	0.53%	0.281%
26	30.037	6518	6584	6606	PV 8	124120	16526917	1.22%	0.649%
27	32.655	7126	7160	7185	BB	718112	24551775	1.81%	0.964%
28	34.901	7635	7654	7671	BV 4	104949	3756822	0.28%	0.148%
29	42.403	9276	9303	9337	BB 2	134322	6029140	0.44%	0.237%
30	42.788	9362	9388	9407	BV 4	443170	18708833	1.38%	0.735%
31	43.148	9438	9467	9508	BB 3	2991793	132372866	9.77%	5.198%
32	43.675	9536	9583	9618	BB 2	8816795	414889919	30.61%	16.290%
33	44.960	9824	9865	9905	BB 3	354129	16396825	1.21%	0.644%
34	46.017	10007	10097	10124	BB 5	125962	6545792	0.48%	0.257%
35	47.129	10319	10342	10350	BV 2	160498	6320495	0.47%	0.248%
36	47.209	10350	10360	10395	VB 4	200021	8721600	0.64%	0.342%
37	48.715	10638	10691	10761	BB 3	16974233	1355211419	100.00%	53.212%
38	49.733	10896	10914	10946	BB 4	107897	3968060	0.29%	0.156%
39	51.251	11225	11248	11270	VB 2	201089	8505812	0.63%	0.334%
40	51.890	11361	11388	11428	BB 3	137948	5940883	0.44%	0.233%



Continuación del anexo 12.

```

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Pimienta gorda\
Data File : 160719-00001.D
Title      :
Acq On    : 19 Jul 2016 12:33
Operator   : AdeM
Sample    : H
Misc      : Oleoresina pimienta gorda hexano
ALS Vial   : 1 Sample Multiplier: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L           Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
Integration Events: ChemStation Integrator - autointA.e
  
```

#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	3.904	0.11	C:\Database\NIST05a.L 2-Pentanamine, 4-methyl- Carbon dioxide 1-Octanamine, N-methyl-	4069 80 19634	000108-09-8 000124-38-9 002439-54-5	9 4 4
2	4.909	0.11	C:\Database\NIST05a.L Acetone Manganese(II) acetate Acetone	210 38574 211	000067-64-1 006156-78-1 000067-64-1	86 72 72
3	6.078	0.23	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol Ethyl alcohol Ethyl alcohol	94 95 93	000064-17-5 000064-17-5 000064-17-5	91 91 59
4	7.920	0.01	C:\Database\NIST05a.L Nitrous Oxide Nitrous Oxide Carbon dioxide	83 82 81	010024-97-2 010024-97-2 000124-38-9	2 2 2
5	10.463	0.44	C:\Database\NIST05a.L (+)-3-Methyl-1-penten-3-ol Sulfurous acid, nonyl 2-pentyl ester Decane, 2,8,8-trimethyl-	3836 110484 46157	086361-10-6 1000309-15-8 1000060-81-2	72 64 59
6	10.972	0.93	C:\Database\NIST05a.L 1-Bromo-7-(tetrahydro-2-pyranyloxy) heptane 3-Buten-2-ol, 2,3-dimethyl- 3,3,6-Trimethyl-1,5-heptadien-4-ol	110309 3841 25659	010160-25-5 010473-13-9 057590-19-9	43 40 38
7	11.559	0.53	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene .beta.-Myrcene .beta.-Pinene	15180 15177 15176	000123-35-3 000123-35-3 000127-91-3	91 76 64
8	13.451	1.02	C:\Database\NIST05a.L Eucalyptol Eucalyptol Eucalyptol	25509 25508 25507	000470-82-6 000470-82-6 000470-82-6	98 98 95
9	14.425	0.38	C:\Database\NIST05a.L 1-Penten-3-ol, 2-methyl- 1-Penten-3-ol, 2-methyl- 1-Penten-3-ol, 2-methyl-	3817 3815 3807	002088-07-5 002088-07-5 002088-07-5	91 90 87
0	14.907	0.23	C:\Database\NIST05a.L 4-Hexen-3-ol Valeric acid, 2-tetrahydrofurylmet hyl ester 4-Hexen-3-ol, 2-methyl-	3706 47049 7335	004798-58-7 005451-86-5 004798-60-1	60 59 59
1	15.130	0.71	C:\Database\NIST05a.L 2-Pentoxo-tetrahydropyran Furfuryl alcohol, tetrahydro-5-met hyl-, cis-	37524 7991	032767-70-7 016015-08-0	53 50

BITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Jul 22 09:15:11 2016 Page: 1

Continuación del anexo 12.

```

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Pimienta gorda\
Data File : 160719-00001.D
Title :
Acq On : 19 Jul 2016 12:33
Operator : AdeM
Sample : H
Misc : Oleoresina pimienta gorda hexano
ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
Integration Events: ChemStation Integrator - autointA.e

```

#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			3,3,6-Trimethyl-1,5-heptadien-4-ol	25660	057590-19-9	47
12	15.348	0.40	C:\Database\NIST05a.L trans-3-Penten-2-ol	1725	003899-34-1	72
			1-Penten-3-ol, 3-methyl-	3806	000918-85-4	64
			1-Penten-3-ol, 2-methyl-	3815	002088-07-5	64
13	15.853	0.21	C:\Database\NIST05a.L Oxetane, 2,2,4-trimethyl-	3827	023120-44-7	64
			2-Pentanol, 2,3-dimethyl-	8152	004911-70-0	53
			2-Butanol, 3-methoxy-	4646	053778-72-6	47
14	16.226	0.28	C:\Database\NIST05a.L 1,3-Butadiene, 1-(methylthio)-	3676	010574-97-7	72
			1-Methoxy-3-methyl-2-butene	3837	022093-99-8	56
			2H-Pyran, tetrahydro-2-[2-(methyl- necyclopropyl)ethoxy]-	44420	107616-98-8	53
15	16.645	0.17	C:\Database\NIST05a.L 1-Penten-3-yne, 2-methyl-	1075	000926-55-6	50
			1-Penten-3-yne, 2-methyl-	1074	000926-55-6	50
			2-Hexen-4-yne, (Z)-	1065	030626-48-3	50
16	21.643	0.15	C:\Database\NIST05a.L 1-Penten-3-ol, 2-methyl-	3817	002088-07-5	64
			4-Hexen-3-ol	3706	004798-58-7	64
			trans-2-Methyl-4-hexen-3-ol	7385	096346-76-8	59
17	24.727	0.55	C:\Database\NIST05a.L Copaene	59778	003856-25-5	99
			Copaene	59780	003856-25-5	99
			.alpha.-Cubebene	59824	017699-14-8	98
18	25.637	0.16	C:\Database\NIST05a.L 2-Pentanol, 2-methyl-	4345	000590-36-3	53
			2-Butanol, 1-methoxy-	4653	053778-73-7	50
			2-Butanol, 2,3-dimethyl-	4373	000594-60-5	47
19	26.561	2.57	C:\Database\NIST05a.L Oxalic acid, cyclohexyl decyl este	132106	1000309-31-2	43
			Oxalic acid, cyclohexyl undecyl es	140132	1000309-31-3	43
			ter			
			Cyclohexane, nitro-	12443	001122-60-7	43
20	26.661	0.33	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25636	000078-70-6	93
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, acetate	54267	000115-95-7	58
			1,3,7-Octatriene, 3,7-dimethyl-	15243	000502-99-8	53
21	27.407	3.41	C:\Database\NIST05a.L Oxalic acid, cyclohexyl octyl este	114607	1000309-31-0	59
			Oxalic acid, cyclohexyl isohehexyl e	95933	1000309-30-7	53
			ster			
			2-Pentene, 2,4-dimethyl-	3293	000625-65-0	50
22	27.893	0.37	C:\Database\NIST05a.L			

DEITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Jul 22 09:15:11 2016 Page: 2

Continuación del anexo 12.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Pimienta gorda\  
 Data File : 160719-00001.D  
 Title :  
 Acq On : 19 Jul 2016 12:33  
 Operator : AdeM  
 Sample : H  
 Misc : Oleoresina pimienta gorda hexano  
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0  
 Unknown Spectrum: Apex  
 Integration Events: ChemStation Integrator - autointA.e

c#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			1-Butanol, 3-methoxy-, acetate	21114	004435-53-4	50
			1-Butanol, 3-methoxy-, acetate	21115	004435-53-4	50
			Oxetane, 2,2,3-trimethyl-	3822	023120-43-6	47
23	28.093	0.45	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Butene, 2-ethyl-3-methyl-	3319	007357-93-9	43
			2-Hexene, 2-methyl-	3265	002738-19-4	41
			4-Methyl-2-hexene,c&t	3279	003404-55-5	38
24	28.721	0.55	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclopropane, 1,1,2,3-tetramethyl-	3343	074752-93-5	68
			2-Pentene, 4,4-dimethyl-	3284	026232-98-4	50
			2-Pentanone, 3-methylene-	3168	004359-77-7	50
25	29.053	0.28	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	25750	000562-74-3	97
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	25745	000562-74-3	96
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-, (R)-	25784	020126-76-5	96
26	30.036	0.65	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Pentanone, 3-methylene-	3168	004359-77-7	60
			Cyclopropane, 1,1,2,3-tetramethyl-	3341	074752-93-5	53
			2-Pentanone, 3-methylene-	3156	004359-77-7	47
27	32.656	0.96	C:\Database\NIST05a.L			
			p-menth-1-en-8-ol	25545	1000157-89-9	90
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, (S)-	25843	010482-56-1	86
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-	25797	000098-55-5	80
28	34.903	0.15	C:\Database\NIST05a.L			
			Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydr o-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	59980	000483-76-1	99
			Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydr o-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	59979	000483-76-1	94
			Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydr o-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	59977	000483-76-1	94
29	42.403	0.24	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Hexen-2-one, 5-methyl-	6337	005166-53-0	55
			3-Hexen-2-one, 5-methyl-	6349	005166-53-0	49
			Sorbic Acid	6181	000110-44-1	49
30	42.790	0.73	C:\Database\NIST05a.L			
			Caryophyllene oxide	71353	001139-30-6	83
			Caryophyllene oxide	71350	001139-30-6	83
			Caryophyllene oxide	71352	001139-30-6	60
31	43.149	5.20	C:\Database\NIST05a.L			
			Caryophyllene oxide	71350	001139-30-6	91

CEITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Jul 22 09:15:11 2016

Continuación del anexo 12.

```

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Pimienta gorda\
Data File : 160719-00001.D
Title      :
Acq On    : 19 Jul 2016 12:33
Operator   : AdeM
Sample    : H
Misc      : Oleoresina pimienta gorda hexano
ALS Vial  : 1 Sample Multiplier: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
Integration Events: ChemStation Integrator - autointA.e
  
```

<#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Caryophyllene oxide	71353	001139-30-6	91
			Caryophyllene oxide	71352	001139-30-6	53
32	43.677	16.29	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1,2-dimethoxy-4-(2-propenyl)-	41487	000093-15-2	97
			Benzene, 1,2-dimethoxy-4-(2-propenyl)-	41492	000093-15-2	97
			Benzene, 1,2-dimethoxy-4-(2-propenyl)-	41486	000093-15-2	94
33	44.960	0.64	C:\Database\NIST05a.L 12-Oxabicyclo[9.1.0]dodeca-3,7-diene, 1,5,5,8-tetramethyl-, [1R-(1R*,3E,7E,11R*)]-	71453	019888-34-7	80
			3,5-Dimethylcyclohex-1-ene-4-carboxaldehyde	17040	006975-94-6	68
			Naphthalene, decahydro-, cis-	16344	000493-01-6	58
34	46.015	0.26	C:\Database\NIST05a.L 2-Cyclopenten-1-one, 2-methyl-3-Heptyne	2760	001120-73-6	55
			2-Buten-1-ol, 2-methyl-	2768	002586-89-2	45
			2-Buten-1-ol, 2-methyl-	1753	004675-87-0	38
35	47.129	0.25	C:\Database\NIST05a.L 2-Buten-1-ol, 2-methyl-	1753	004675-87-0	47
			2-Buten-1-ol, 2-methyl-	1760	004675-87-0	47
			2-Buten-1-ol, 3-methyl-	1758	000556-82-1	47
36	47.211	0.34	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexanone, 3-methyl-, (R)-	6409	013368-65-5	46
			Cyclopentanone, 2,5-dimethyl-	6405	004041-09-2	45
			3-Octene, (E)-	6457	014919-01-8	38
37	48.717	53.21	C:\Database\NIST05a.L 3-Allyl-6-methoxyphenol	31757	000501-19-9	98
			Eugenol	31716	000097-53-0	98
			Phenol, 2-methoxy-3-(2-propenyl)-	31835	001941-12-4	97
38	49.731	0.16	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-, [1R-(1R*,4Z,9S*)]-	59971	000118-65-0	59
			2,6,11,15-Tetramethyl-hexadeca-2,6,8,10,14-pentaene	107082	038259-79-9	47
			Cyclohexene, 3-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-6-methylene-, [S-(R*,S*)]-	59945	020307-83-9	38
39	51.251	0.33	C:\Database\NIST05a.L Hexadecanoic acid, ethyl ester	114844	000628-97-7	99
			Hexadecanoic acid, ethyl ester	114846	000628-97-7	94
			Hexadecanoic acid, ethyl ester	114848	000628-97-7	93
40	51.887	0.23	C:\Database\NIST05a.L 2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl-	6245	000080-71-7	52
			2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl-	6247	000080-71-7	49

CEITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Jul 22 09:15:11 2016 Page: 4



Continuación del anexo 12.

```

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Pimienta gorda\
Data File : 160719-00001.D
Title :
Acq On : 19 Jul 2016 12:33
Operator : AdeM
Sample : H
Misc : Oleoresina pimienta gorda hexano
ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
Integration Events: ChemStation Integrator - autointA.e

```

<#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			ethyl-Cyclohexanone, 3-methyl-	6358	000591-24-2	49
41	52.747	0.23	C:\Database\NIST05a.L 10,10-Dimethyl-2,6-dimethylenebicyclo[7.2.0]undecan-5.beta.-ol Bicyclo[3.2.2]non-6-en-3-one Benzenemethanol, 3,5-dimethyl-	71421 15926 15943	019431-80-2 1000072-31-7 027129-87-9	68 49 49
42	53.616	1.80	C:\Database\NIST05a.L Phenol, 4-(2-propenyl)- Phenol, 4-(2-propenyl)- Benzaldehyde, 4-ethyl-	14802 14803 14797	000501-92-8 000501-92-8 004748-78-1	96 94 76
43	54.621	0.34	C:\Database\NIST05a.L Diethyl Phthalate Diethyl Phthalate 1-Methyl-3-ethyladamantane	72412 72414 41745	000084-66-2 000084-66-2 001687-34-9	91 55 55
44	54.976	0.45	C:\Database\NIST05a.L Limonene oxide, cis- cis-2-.alpha.-Bisabolene epoxide Z-3-Hexadecen-7-yne	24056 71387 71491	004680-24-4 1000131-71-2 1000130-91-3	55 50 49
45	57.173	0.33	C:\Database\NIST05a.L Octadecanoic acid, ethyl ester Octadecanoic acid, ethyl ester Octadecanoic acid, ethyl ester	132323 132326 132325	000111-61-5 000111-61-5 000111-61-5	99 94 93
46	57.751	0.17	C:\Database\NIST05a.L Ethyl Oleate (E)-9-Octadecenoic acid ethyl ester Ethyl Oleate	131052 131091 131053	000111-62-6 006114-18-7 000111-62-6	99 97 95
47	59.079	0.49	C:\Database\NIST05a.L Linoleic acid ethyl ester 9,12-Octadecadienoic acid, ethyl ester Linoleic acid ethyl ester	129812 129833 129811	000544-35-4 007619-08-1 000544-35-4	99 99 99
48	59.320	0.43	C:\Database\NIST05a.L Phenol, 2,6-dimethoxy-4-(2-propenyl)- Phenol, 2,6-dimethoxy-4-(2-propenyl)- 2-Propenoic acid, 3-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-, (E)-	52459 52464 52322	006627-88-9 006627-88-9 000537-98-4	99 96 60
49	71.769	1.54	C:\Database\NIST05a.L n-Hexadecanoic acid n-Hexadecanoic acid n-Hexadecanoic acid	96235 96234 96233	000057-10-3 000057-10-3 000057-10-3	99 98 95

DEITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Jul 22 09:15:11 2016 Page: 5

Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada del Instituto de Investigación, UVG.

### Anexo 13. Planilla para incentivos de la investigación

PLANILLA PARA INCENTIVOS A LA INVESTIGACION												
<b>Proyecto ACECYT No.</b>		037-15										
<b>Nombre del Proyecto:</b>		Rendimiento del aceite esencial y oleoresina obtenida de las hojas y frutos proveniente de Alta Verapaz y Petén para su aplicación en la industria alimenticia y cosmética										
<b>Investigador Principal:</b>		INGA. QCA. TELMA MARICELA CANO MORALES										
<b>Unidad Ejecutora:</b>		CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA										
No.	Nombre	Cargo	**Si está en Planilla de Institución	**hrs. Diarias al mes	Incentivo para la investigación FONACYT	TOTAL AL MES	Duración meses	TOTAL FONACYT	TOTAL CONTRAPARTIDA	TOTAL OTRAS FUENTES	MONTO TOTAL	
1	INGA. QCA Telma Maricela Cano	Investigador Principal I	Si	4	800.00	3,200.00	12	38,400.00	30,000.00	0.00	68,400.00	
2	ING. QCC. Mario José Mérida	Investigador Principal II	Si	4	800.00	3,200.00	12	38,400.00	34,500.00	0.00	72,900.00	
3	BR. Juana Betzabé Estrella	Auxiliar de Investigación I	Si	3	500.00	1,500.00	12	18,000.00	23,000.00	0.00	41,000.00	
4	BR. Eduardo Bucaro	Auxiliar de Investigación II	No	3	500.00	1,500.00	12	18,000.00	20,000.00	0.00	38,000.00	
5	BR. Luis Pedro Rios	Auxiliar de Investigación III	Si	2	500.00	1,000.00	12	12,000.00	0.00	0.00	12,000.00	
								<b>TOTAL</b>	<b>Q124,800.00</b>	<b>Q107,500.00</b>	<b>Q0.00</b>	<b>Q232,300.00</b>
1 *Cargo desempeñado en el proyecto (investigador principal, investigador asociado, asistente de investigación o técnico)												
2 **Indicar Si o No												
3 *** Hora diaria mes. Se conceptualiza como una hora diaria dedicada al proyecto durante un mes de trabajo.												
4 Imprimir y adjuntar a solicitud ACECYT												
5 Guardar como documento Excel (97-2003) en CD, nombre del archivo: Planilla												

Fuente: Proyecto FODECYT 037-15

### Anexo 14. Descripción de la inversión inicial del proyecto

Descripción de la actividad a realizar	Rubro de gasto.	Renglón	Fecha de desembolso	Monto
Servicios técnicos y profesionales	(Ver cuadro)		Según contrato	Q.124,800.00
Evaluación externa del impacto		181		Q. 8,000.00
Equipo	1 aparato neoclevenger para extracción de aceites esenciales a nivel	323		Q 8,000.00

Continuación del anexo 14.

	laboratorio.			
	1 Molino de cuchillas tipo Wiley, para molienda de la pimienta gorda. Piezas móviles, totalmente encerradas, cámara de molienda y entrada de 2¼ de pulgada de ducto.	323		Q 70,000.00
	1 tamizadora escala laboratorio, con movimiento tridimensional con diámetro de tamices acoplables 200 mm.	323		Q 75,000.00
	4 aparatos para maceración dinámica con refluo a nivel laboratorio.	323		Q 5,000.00
	<b>Subtotal de equipo</b>			<b>Q 158,000.00</b>
Productos Químicos y conexos	Materias primas para elaboración de Alimentos: embutidos y quesos con aditivos de oleoresina de pimienta gorda. Cosméticos: Loción astringente, crema para masajes y jabón de tocador.	261		Q 12,000.00
	1,500 libras de fruto de pimienta negra.	214		Q 10,000.00
	Reactivos químicos para realización de análisis por cromatografía de gases con acoplamiento de espectrometría de masas a 18 muestras de aceite esencial y 18 muestras de oleoresina obtenidos a nivel laboratorio y piloto,	261		Q 10,000.00

Continuación del anexo 14.

	<p>además análisis por cromatografía en capa fina a realizarse en Laboratorio de Instrumentación de química avanzada del instituto de investigación UVG.</p> <p>Reactivos químicos para la realización de análisis fisicoquímicos a productos finales elaborados: Loción astringente, jabón de tocador, crema para masaje.</p>			
<b>Subtotal (materiales y suministros)</b>				<b>Q 32,000.00</b>
<b>Publicidad, Impresión y encuadernación</b>	<p>Levantado de texto</p> <p>Impresión</p> <p>Encuadernación</p>	122		Q 2,000.00
<b>Subtotal publicación de resultados</b>				<b>Q 2,000.00</b>
<b>Viáticos y gastos anexos</b>	<p>Viáticos para realizar los viajes a Peten y Alta Verapaz.</p>	133		Q 6,000.00
	<p>Boleto para dos persona para realizar viaje al exterior para asistir a una pasantía sobre metodologías de extracción y caracterización fisicoquímica de aceites esenciales en la Universidad Nacional de Buenos Aires Argentina con el Profesor experto Aldo Baldoni</p>	131		Q 24,000.00
<b>Subtotal (Viáticos y gastos conexos)</b>				<b>Q 30,000.00</b>
		262		

Continuación del anexo 14.

<b>Combustible</b>	Gasolina para transportarse a los departamentos de Alta Verapaz y Peten para obtener la materia prima.			Q 4,000.000
	Diesel para el funcionamiento de la caldera de la planta piloto de extracción-distilación.	262		Q 4,000.00
<b>Subtotal (combustible)</b>				<b>Q8, 000.00</b>
<b>TOTAL</b>				<b>Q 362,8000.00</b>

Fuente: Proyecto FODECYT 037-15

### Anexo 15. Cronograma de trabajo del proyecto de la extracción del aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda

No.	Actividades	Duración en meses												Total (meses)	Responsable	Lugar
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	Validación del método y trámites de adquisición de material e insumos	■												3	Investigador principal	Alta Verapaz
2	Adquisición de la materia prima													3	Investigador asociado II, III y IV	LIEXVE, USAC
3	Procesado de la materia prima													4	Investigador asociado IV y V	LIEXVE, USAC
4	Extracción de aceite esencial de pimienta gorda a escala laboratorio													3	Investigador asociado I, II y III	LIEXVE, USAC
5	Extracción de oleorresina de pimienta gorda a escala laboratorio													5	Investigador asociado II, III y IV	LIEXVE, USAC
6	Extracción de aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda a escala planta piloto													5	Investigador principal e Investigador asociado I, IV, y V	LIEXVE, USAC
7	Caraterización fisicoquímica de los aceites esenciales y oleorresina													4	Investigador principal e Investigador asociado II, III, y IV	LIEXVE, USAC

Continuación de anexo 15

No.	Actividades	Duración en meses												Total (mes)	Responsable	Lugar
8	Elaboración de crema para masajes,, loción astringente y jabón de tocador, embutidos y													4	Investigador principal e Investigador asociado I y IV	LIEXVE, USAC
9	Evaluación de la calidad de producto cosméticos y alimenticios													4	Investigador principal e Investigador asociado I, II, III, y IV	LIEXVE, USAC
10	Compilación de datos													4	Investigador principal e Investigador asociado I, II y IV	LIEXVE, USAC
11	Evaluación de Resultados obtenidos													3	Investigador principal e Investigador asociado III, IV, y	LIEXVE, USAC
12	Discusión y elaboración de informe final													3	Investigador principal e Investigador asociado I, II, III, y IV	LIEXVE, USAC
13	Impresión													3	Investigador principal e Investigador asociado I, II, III, y IV	LIEXVE, USAC
14	Empastado													2	Investigador principal e Investigador asociado I, II, III, y IV	LIEXVE, USAC

Fuente: Proyecto FODECYT 037-15

