



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA  
*La Universidad Católica de Loja*

AREA BIOLÓGICA

TITULACIÓN DE INGENIERÍA QUÍMICA

Optimización de una formulación para la fabricación de incienso basado en aceite esencial de fruto de Palo Santo y planteamiento de un proceso productivo a escala piloto

TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

**AUTORA:** Chamba Eras, Irene de Lourdes

**DIRECTORA:** Guaya Caraguay, Diana Elizabeth, MSc

LOJA - ECUADOR

2013



*Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>*

2013

## CERTIFICACIÓN

Magister.

Diana Elizabeth Guaya Caraguay.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

CERTIFICA:

Que el presente trabajo, denominado “Optimización de una formulación para la fabricación de incienso basado en aceite esencial de fruto de Palo Santo y planteamiento de un proceso productivo a escala piloto” realizado por el profesional en formación: Irene de Lourdes Chamba Eras; cumple con los requisitos establecidos en las normas generales para la Graduación en la Universidad Técnica Particular de Loja, tanto en el aspecto de forma como de contenido, por lo cual me permito autorizar su presentación para los fines pertinentes.

Loja, septiembre de 2013

f).....

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo Irene de Lourdes Chamba Eras, declaro ser autora del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f.....

Autora: Chamba Eras Irene de Lourdes

Cédula: 1104932452

## DEDICATORIA

*A Dios,  
por su infinito amor y constante inspiración en toda mi vida.*

*A mi mamita Irene,  
por su amor, cuidado y tutela desde el Cielo que siempre me han acompañado.*

*A mi papito Luis, a mis hermanitos bellos Luis Antonio y José Eduardo,  
por ser mi apoyo fundamental y por su amor incondicional.*

*A mis abuelitos Polivio y Matilde,  
por su inmenso cariño y grandes oraciones.*

*Y a ti Néstor,  
por ser una persona importante en mi vida*

*Los Amo!!.. Irene de Lourdes.*

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco primeramente a Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente en todo el desarrollo de esta tesis.*

*A mi mamita Irene, que desde el Cielo ha sabido hacerme sentir su compañía, su bendición y su amor, y por ser mi inspiración para cumplir mis sueños.*

*A mi papi Luis por su amor, su paciencia y por creer en mí. A mis hermanitos Toño, por ser mi ejemplo a seguir y por estar cerca de mí cuando más lo he necesitado y por compartir aquellos sueños que han sido parte de nuestra felicidad. A Pepe, por ser el hermanito consentidor y ser un apoyo incondicional durante todos mis estudios.*

*A mi toda mi familia, a mis abuelitos por sus infinitas oraciones, que han sabido llenarme de mucha fortaleza. A mis tíos y primos por su apoyo cuando lo necesitaba.*

*A mis mejores amigas, Yessy y Cory, que han sido más que hermanas en todo este sueño de universidad, hemos pasado mil y un cosas juntas y agradecerles infinitamente por todo, ya que han sido y seguirán siendo parte indispensable en mi vida...las Amo amigas mías.*

*Al Sr. Manuel Bravo y Sra. Alisba Jiménez quienes han sido como unos padres para mí durante toda la carrera, han abierto con mucha generosidad las puertas de su casa y han sabido ayudarme cuando lo he necesitado.*

*A Jana y Silvia quienes han sido parte fundamental en el transcurso de mi etapa universitaria, por ser más que hermanas, ser como unas preciosas Madres, y enseñarme su hermoso carisma y lo esencial de la vida, que es mirar la vida a través de los ojos de Cristo.*

*A todos mis amigos y compañeros de universidad, quienes han sido parte importante de alguna manera en el transcurso de esta tesis.*

*A todos mis maestros de la carrera que con sus enseñanzas han sabido dar lo mejor de sus conocimientos en el transcurso de mi formación estudiantil. De una manera especial al Ing. Víctor que en la primera parte de la realización de mi tesis estuvo ayudándome en lo que necesitaba.*

*A mi tribunal del jurado, Ing. Alfonso y Bq. Santiago por sus grandes aportes y sugerencias durante el transcurso de la realización del presente proyecto, y por brindarme su gran amistad.*

*Finalmente, pero no menos importante, a mi directora de tesis MSc. Diana Guaya, por ser una excelente persona, por su generosidad, por compartir sus conocimientos conmigo, por creer y confiar en mí y por estar apoyándome en todo momento durante el concurso de "Reconocimiento a la Investigación Universitaria Estudiantil - SENESCYT 2013", el reconocimiento al segundo lugar es nuestro, gracias infinitamente a Ud.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA .....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN EJECUTIVO .....	1
ABSTRACT .....	2
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
1.1 Justificación.....	4
<b>2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS .....</b>	<b>5</b>
2.1 Objetivo General .....	5
2.2 Objetivos específicos.....	5
2.3 Hipótesis .....	5
<b>3. ESTADO DEL ARTE.....</b>	<b>6</b>

3.1	Situación actual de los bosques secos .....	6
3.2	Especie <i>B. graveolens</i> .....	7
3.2.1	Composición química del aceite esencial extraído del tallo y del fruto de <i>B. graveolens</i> .....	9
3.3	Descripción de la problemática del cantón Zapotillo .....	11
3.3.1	Experiencia Desarrollo comunitario y actores implicados.....	12
3.4	Tecnología del Incienso, usos y aplicaciones .....	14
3.4.1	Definición de incienso, usos y aplicaciones .....	14
3.4.2	Tecnológica del incienso .....	15
3.4	Importancia Económica del Incienso .....	16
<b>4.</b>	<b>METODOLOGÍA EXPERIMENTAL</b> .....	<b>17</b>
4.1	Descripción de materias primas .....	17
4.2	Preparación de materiales.....	18
4.3	Desarrollo de la optimización de la formulación.....	18
4.4	Desarrollo de la metodología para la elaboración de incienso .....	20
4.5	Desarrollo del manual de proceso .....	23
4.6	Desarrollo del planteamiento del proceso productivo a escala piloto .....	23
4.7	Desarrollo de evaluación de costos .....	24
4.7.1	Estudio de mercado.....	24
4.7.2	Consideraciones tecnológicas .....	24
4.7.3	Estructura financiera del proyecto.....	24
4.7.4	Evaluación financiera.....	25

<b>5. RESULTADOS Y ANÁLISIS .....</b>	<b>26</b>
5.1 Optimización de la formulación para la fabricación de incienso en base a aceite esencial del fruto de <i>B. graveolens</i> .....	26
5.2 Desarrollo de la metodología para la elaboración de incienso en base a aceite esencial del fruto de <i>B. graveolens</i> .....	30
5.3 Manual del proceso para la elaboración de incienso en base a aceite esencial del fruto de <i>B. graveolens</i> .....	32
5.4 Proceso productivo de fabricación de incienso en base a aceite esencial del fruto de <i>B. graveolens</i> a escala piloto .....	32
5.5 Evaluación de costos de producción del proceso productivo de fabricación de incienso en base a aceite esencial del fruto de <i>B. graveolens</i> a escala piloto.....	33
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>34</b>
<b>7. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>36</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>37</b>
<b>9. ANEXOS .....</b>	<b>43</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.	Descripción taxonómica de la especie <i>B. graveolens</i> .....	8
Tabla II.	Composición química del aceite esencial extraído del tallo y fruto de <i>B. graveolens</i> por cromatografía de gases y espectrometría de masas .....	10
Tabla III.	Materias primas.....	17
Tabla IV.	Función de las materias primas .....	17
Tabla V.	Criterios de aceptabilidad del incienso .....	19
Tabla VI.	Criterios de evaluación de cada formulación.....	19
Tabla VII.	Formulación óptima para la fabricación de incienso en base a 100 gr .....	20
Tabla VIII.	Factores a evaluar con los niveles de variación .....	26
Tabla IX.	Parámetros de evaluación del incienso con sus resultados .....	27
Tabla X.	Análisis de varianza ANOVA para los factores a evaluar .....	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama del proceso de obtención de incienso .....	21
Figura 2. Gráfica de probabilidad normal de los efectos .....	28
Figura 3. Gráfica del factor principal .....	29
Figura 4. Gráfica de cubos para aceptabilidad del incienso .....	30
Figura 5. Curva de secado del residuo del fruto de <i>B. graveolens</i> .....	31

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo está encaminado a generar alternativas de aplicabilidad del aceite esencial extraído del fruto de *Bursera graveolens* (Palo Santo). Actualmente el aprovechamiento sustentable de *B. graveolens* es de suma importancia para contrarrestar una posible extinción a causa de la tala indiscriminada de esta especie. Razón por la cual se pretende elaborar un incienso como un subproducto del aceite esencial de *B. graveolens*, a través del desarrollo de una formulación y el planteamiento de un proceso productivo a escala piloto, de manera que pueda ser transferido a un corto plazo como una oportunidad de negocio para los habitantes de las comunidades de Malvas, Chaquiro y Tutumos del Cantón Zapotillo de la Provincia de Loja.

**PALABRAS CLAVE:** *Bursera graveolens*, Palo Santo, incienso

## ABSTRACT

This work is oriented at generating alternative of applicability essential oil extracted from the fruit of *Bursera graveolens* (Palo Santo). Currently the sustainable use of *B. graveolens* is critical to compensate possible extinction due to indiscriminate cutting of this species. Reason for which it is intend to elaborate an incense as a by-product of essential oil *B. graveolens*, through the development of a formulation and the approach of a pilot-scale production process, so it can be transferred to a short term as an opportunity business for people in the communities of Malvas, Chaquiro and Tutumos of the Zapotillo Canton of the Province of Loja.

**KEYWORDS:** *Bursera graveolens*, Palo Santo, incense.

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de fin de titulación (TFT) está orientado al aprovechamiento sustentable de la especie *Bursera graveolens* (Palo Santo), mediante el desarrollo de subproductos que tienen como base el aceite esencial extraído de su fruto.

En este caso particular se pretende elaborar un incienso, cuyo concepto es la sostenibilidad ambiental y la transferencia tecnológica. Lo cual comprende por una parte la optimización de su formulación; y, posterior a ello, realizar el planteamiento del proceso productivo a escala piloto.

En la presente investigación, la segunda sección expone el objetivo general, los objetivos específicos e hipótesis que se han planteado.

Seguidamente, en la sección tres, se presenta el estado del arte del proyecto. El cual inicia describiendo la situación actual de los bosques secos, en referencia a la especie *B. graveolens*. Así también se expone la problemática de los habitantes del cantón Zapotillo y las oportunidades de emprendimiento que es posible que surjan a partir de esta investigación. Finalmente, se presenta una descripción general del contexto de la fabricación, tecnología, usos, aplicaciones e importancia económica de los inciensos.

Por su parte, la sección cuatro describe los materiales y métodos, que corresponden a la metodología que se ha empleado para conseguir la optimización de la formulación de incienso y realizar la propuesta tecnológica para su producción a escala piloto.

En la quinta sección se da a conocer los resultados obtenidos durante la formulación del incienso, así como el análisis y la discusión correspondiente. Posteriormente se analiza la propuesta del proceso productivo a escala piloto y se evalúan los costos de producción.

Finalmente, en la sexta sección, se exponen las conclusiones del estudio y las recomendaciones que han surgido del desarrollo de este proyecto.

## 1.1 Justificación

Una de las actividades de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL) es la ejecución de proyectos que estén vinculados a la sociedad, en su afán de contribuir con conocimiento y desarrollo de la misma.

En el año 2007 el Departamento de Química en conjunto con la empresa NATURA de Brasil, dieron inicio al “Proyecto de extracción de aceite esencial del fruto de *B. graveolens*”, el cual surge ante la problemática de la tala excesiva de esta especie.

Además este proyecto cuenta con la participación de varias familias de las comunidades de Malvas, Chaquiro, El Cabuyo y Tutumos del cantón Zapotillo, quienes realizan principalmente la recolección del fruto, recibiendo una remuneración que sirve como medio de sustento para sus familias. De lo cual surge el presente trabajo, cuya finalidad es la desarrollar alternativas para dar aplicabilidad al aceite esencial extraído del fruto de *B. graveolens*.

Así se pretende generar un producto innovador, amigable con el medio ambiente y comprometido con el manejo sustentable de los recursos naturales, con posibilidad de industrialización y comercialización posterior; para de esta manera brindar una alternativa de desarrollo económico, social y cultural de la región Sur del país, específicamente de los habitantes del cantón Zapotillo.

## 2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

### 2.1 Objetivo general

- Optimizar una formulación para la fabricación de incienso basado en aceite esencial del fruto de *Bursera graveolens* (Palo Santo) y plantear un proceso productivo a escala piloto.

### 2.2 Objetivos específicos

- Optimizar una formulación para la fabricación de incienso en base a aceite esencial del fruto de *Bursera graveolens* (Palo Santo).
- Desarrollar una metodología para la fabricación a escala laboratorio de incienso en base a aceite esencial del fruto de *Bursera graveolens* (Palo Santo).
- Realizar un manual de proceso para la elaboración de incienso en base a aceite esencial del fruto de *Bursera graveolens* (Palo Santo).
- Proponer un proceso productivo de fabricación de incienso en base a aceite esencial de fruto de *Bursera graveolens* (Palo Santo) a escala piloto.
- Evaluar los costos de producción del proceso productivo de fabricación de incienso en base a aceite esencial de fruto de *Bursera graveolens* (Palo Santo), a escala piloto.

### 2.3 Hipótesis

Considerando que en control de calidad de los inciensos, se evalúan tres aspectos fundamentales y de forma simultánea: el aroma, tiempo de quemado y color del humo desprendido del incienso. Se ha planteado la siguiente hipótesis:

**H0:** Los porcentajes de nitrato de potasio, carbonato de calcio y aceite esencial no influyen en los criterios de aceptabilidad del incienso.

### 3. ESTADO DEL ARTE

Hoy en día, a nivel mundial existe una gran preocupación por el deterioro y la pérdida de ecosistemas que gradualmente son objeto de una indiscriminada utilización para distintos fines. Es así que los desafíos más importantes que enfrentan los gobiernos son el diseño e implementación de políticas que sean compatibles con el desarrollo económico y social de un país, que vayan a la par con la protección y preservación del ambiente que exige la sociedad moderna [1].

Por consiguiente, el desarrollo sustentable es parte primordial de nuestro diario vivir; ya que se demuestra que el ser humano es capaz de generar nuevas alternativas de desarrollo tecnológico, económico y social que sean amigables con el medio ambiente.

Por ende, el objetivo principal de la presente sección es el de enmarcar al incienso como un producto de naturaleza sustentable, innovador y con una gran oportunidad de emprendimiento para el desarrollo económico-social de las comunidades del cantón Zapotillo.

Ante ello, la primera sección del estado de arte nos permite hacer una revisión bibliográfica sobre la situación actual de los bosques secos a nivel global y seccional presentes en nuestros tiempos con sus principales características. La segunda sección tiene a bien mencionar la problemática del cantón Zapotillo. Asimismo, se menciona el proyecto de *B. graveolens* en los cuales están inmersos y las posibles oportunidades de emprendimiento que surgirá a partir de este proyecto. Seguidamente se expone los aspectos tecnológicos del incienso, usos y aplicaciones. Finalmente se presenta la importancia económica del mismo.

#### 3.1 Situación actual de los bosques secos

Actualmente los bosques secos tropicales son los más amenazados del planeta incluso mucho más que los bosques lluviosos tropicales [2] [3] [4]. Son considerados como zona de importancia científica por ser un ecosistema singular, muy amenazado y poco estudiado [5] [6].

Se encuentran generalmente en zonas pobladas, donde existe la intervención del ser humano, ya sea por deforestación para la agricultura, abastecimiento de leña o por extracción de madera selectiva [2] [3] [4] [7] [8].

Estos bosques reciben aproximadamente el 80% de la precipitación durante cuatro meses; y por el contrario, el periodo de sequía se amplía de 5 a 6 meses al año [9] ocasionando un déficit hídrico [10] [11]; siendo esto último una de las características más notables de este tipo de bosques. Por consiguiente, su fenología es distinta a la mayoría de plantas, ya que está sujeta a la pérdida estacional de las hojas, con una época sin hojas durante la estación seca y un aspecto del bosque siempre verde en época lluviosa [6].

En América, las mayores extensiones de bosques secos tropicales incluyen las costas del Pacífico de América Central, desde México hasta Costa Rica, en países como Brasil, Bolivia, Argentina, Paraguay, Ecuador y Perú [12] [13].

El Ecuador, por su amplia gama de ecosistemas, es considerado uno de los 12 países más ricos en biodiversidad del mundo [14]. Entre los ecosistemas importantes del país están los bosques secos. Éstos se encuentran ubicados en la región Pacífico Ecuatorial [6]. Son continuos en la región Costa y aislados en los valles secos del callejón interandino. Entre estos últimos están presentes en la provincia de Loja, región Sur del País [8]. Se caracterizan por desarrollarse en zonas con bajas precipitaciones que varía entre 500 y 1000 mm, oscilando la temperatura entre 20 y 27 °C [15]. Estos bosques son el hábitat de distintas especies animales y vegetales [16] [17] [18], algunas de ellas con un rango de distribución reducido. Esto conlleva a una pronta destrucción de este ecosistema que está amenazado a consecuencia de las actividades humanas [3] [15] [14] [19].

Es así que, en la provincia de Loja, se encuentra la mayor superficie de este ecosistema [15]. El cual está conformado por los siguientes cantones: Zapotillo, Macará, Celica, Pindal, Puyango y Sozoranga [20].

Específicamente, el presente trabajo se centra en los bosques secos del cantón Zapotillo, siendo estos muy conocidos por poseer vegetación caducifolia. Las especies mayoritarias que se encuentran en la zona son la *Ceiba trichistranda*, *Eriquina smithiana*, entre otros; además estos terrenos se caracterizan tanto por su regularidad como de sus pendientes que no sobrepasa el 5%, en donde se destaca la mayor presencia de *B. graveolens* (Kunth) Triana & Planch [20].

### **3.2 Especie *B. graveolens***

*B. graveolens* (Kunth) Triana & Planch, especie comúnmente llamada “palo santo”. Son árboles de 12 hasta 15 m de alto, aromáticos, con tronco desde 25 cm hasta 80 cm de diámetro, corteza gris, lisa y ramas rojizas [21].

Esta especie presenta características de ser caducifolia, es decir, pierde sus hojas en períodos desfavorables de su desarrollo. La corteza y las ramas exudan una resina amarilla con olor alcanforado o incienso.

Posee hojas alternas con borde crenado y flores en panículas. El fruto es una drupa de 1 cm de largo con una semilla aovada. Principalmente se desarrolla en bosques de clima tropical, entre los 120 y 1100 m.s.n.m a un rango térmico de 22 °C a 26 °C [22] [23] [24] [25] [26].

La descripción Taxonómica [14] [27] [28] [29] de esta especie *B. graveolens*, se la detalla en la Tabla I.

Tabla I. Descripción Taxonómica de la especie *B. graveolens*

TAXONOMÍA	
Nombre científico:	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch
Nombre común:	Palo Santo
Reino:	Plantae
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Sapindales
Familia:	Burseraceae
Género:	<i>Bursera</i>
Especie	<i>graveolens</i>

Fuente: Manzano, 2009.

La especie *B. graveolens* ha sido utilizada desde épocas remotas como recurso curativo para dolores estomacales y como bálsamo para reumatismos y dolores del cuerpo. También la madera seca se utiliza para sahumarla y como repelente de insectos voladores [14].

En las últimas décadas, la producción de aceite esencial, mediante “Destilación por corriente a vapor”, es el principal interés de la comunidad científica moderna [14]; por lo cual, se ha incrementado la difusión de investigaciones acerca de metabolitos secundarios presentes en especies como *Bursera*. Circunstancia que ha dado inicio al desarrollo de fitofármacos y subproductos elaborados a partir de la madera seca [30] [31] [32].

Es así que actualmente en Ecuador se aprovecha la producción de aceite esencial de manera progresiva por sus propiedades repelentes y se la produce y comercializa a escala semi-industrial en las provincias de Azuay y El Oro, situación que está poniendo en riesgo su extinción debido a la tala de esta especie [27].

Incluso algunos investigadores de Etiopía y Países bajos han publicado estudios que revelan que estas especies, utilizadas para la elaboración de ciertos productos, están sufriendo una drástica disminución, y que de aquí al 2027 se prevé que su población se reduzca a la mitad [29].

Por esta razón, se destaca la importante labor que la UTPL, junto a la empresa NATURA de Brasil. Desde el año 2007 emprendieron en el “Proyecto de extracción de aceite esencial del fruto de *B. graveolens*”, que abarca principalmente el manejo sustentable de la especie *B. graveolens*, mediante la extracción de aceite esencial a partir de su fruto, evitando así la tala innecesaria de dicha especie.

### **3.2.1 Composición química del aceite esencial extraído del tallo y del fruto de *B. graveolens*.**

Es importante realizar un esquema de comparación entre la composición del aceite esencial extraído del tallo y la del fruto de *B. graveolens*, para así poder observar la mejor alternativa, tanto en sustentabilidad ambiental como de rendimiento.

Así, la composición química del aceite esencial extraído del tallo [33] y la del fruto [34] de *B. graveolens*, se la detalla en la Tabla II.

Tabla II. Composición química del aceite esencial extraído del tallo y aceite esencial extraído del fruto de *B. graveolens* por cromatografía de gases y espectrometría de masas.

ANÁLISIS GC/MS – ACEITE ESENCIAL EXTRAÍDO DEL TALLO DE <i>B. GRAVEOLENS</i>		ANÁLISIS GC/MS - ACEITE ESENCIAL EXTRAÍDO DEL FRUTO DE <i>B. GRAVEOLENS</i>	
Limonene	58.6 %	Limonene	48.48 %
$\alpha$ -Terpineol	10.9 %	$\alpha$ -phellandrene	36.59 %
Menthofuran	6.6 %	$\alpha$ -thujene	5.97 %
Carvone	2.0 %	Germacrene D	1.22 %
Germacrene D	1.7 %	$\alpha$ -pinene	0.96 %
$\gamma$ -Muurolene	1.2 %	p-cymene	0.88 %
Trans-Carveol	1.1 %	Sabinene	0.35 %
Pulegone	1.1 %	$\alpha$ -thujene	0.28 %

Fuente: Fabrizio, 2011 y Valarezo *et al.*, 2008

Como se indica en la Tabla II, los componentes mayoritarios para el aceite esencial extraído del tallo de *B. graveolens* están marcados por el Limonene y  $\alpha$ -Terpineol, con 58.6 % y 10.9 % respectivamente.

Sin embargo, los componentes mayoritarios para el aceite esencial extraído del fruto de *B. graveolens* son: Limonene y  $\alpha$ -phellandrene 48.48 % y 36.59 % respectivamente.

Asimismo, el rendimiento promedio reportado para la extracción de aceite esencial, tanto de las hojas como la del tallo [35], son 0.13 % y 0.14 %, respectivamente. Mientras que para el aceite esencial extraído del fruto de *B. graveolens* es de 2.5 % [36]. Esto indica que al realizar la destilación a partir del fruto se obtiene un eficaz proceso de obtención de aceite.

Es así que el Limonene es uno de los terpenos más comunes en la naturaleza y es uno de los componentes más importantes de los aceites cítricos. Se considera que tiene muy baja toxicidad [37]. Ciertos estudios demuestran que no presenta ningún tipo de riesgo mutagénico, carcinogénico o nefrotóxicos en los seres humano [37]. Es un excelente disolvente de colesterol y se lo ha utilizado clínicamente para disolver cálculos biliares que contiene colesterol [37].

Además, debido a su efecto de neutralización de ácido gástrico, se lo ha utilizado para el alivio de la acidez estomacal [37]. También se lo ha considerado muy aceptable para actividades quimiopreventivos contra muchos tipos de cánceres [37]

El  $\alpha$ -phellandrene, es un fitoquímico de tipo terpenoide, abundante en los aceites esenciales. Tiene propiedades potentes de ser insecticida y fungicida [38].

El  $\alpha$ -terpineol forma parte de los monoterpenos volátiles. Es relativamente no tóxico y uno de los principales componentes de los aceites esenciales de diferentes especies de plantas [39]. Además tiene propiedades antibacterianas, antifúngicas, antiinflamatorias y antioxidantes en los aceites esenciales [40]; mientras que el Mentofurano, compuesto orgánico que se encuentra en una variedad de aceites esenciales, es altamente tóxico y se cree que la toxina primaria en Pennyroyal es responsable de sus efectos potencialmente mortales [41].

Como se puede observar, existen claramente ciertos beneficios de los tres componentes mayoritarios en la extracción de aceite. Sin embargo, hay un riesgo con la presencia del Mentofurano en la extracción de aceite esencial del tallo de *B. graveolens*, pues presenta cierta toxicidad y, por ende, implica un riesgo considerable para la salud humana.

Es así que se demuestra la confiabilidad y seguridad de desarrollar productos en base a aceite esencial extraído del fruto de *B. graveolens*, tomando en cuenta que es una alternativa innovadora, eficiente, sustentable y segura saludablemente.

### **3.3 Descripción de la problemática del cantón Zapotillo**

El cantón Zapotillo está ubicado en el extremo sur-occidental a 220 km. de la ciudad de Loja, con una altitud de 325 m.s.n.m. y extensión territorial de 1238 km<sup>2</sup> [42]. Es aquí, en este cantón, específicamente el valle de Malvas, conocido también como “valle de palo santo”, donde se encuentran comunidades tales como Malvas, Tutumos, El Cabuyo y Chaquiro, en donde se desarrolla la especie *B. graveolens* [20].

En esta zona la distribución de lluvias y la poca precipitación limitan la producción agrícola [9]. Esto conlleva a que la población se dedique principalmente a la crianza de ganado caprino a campo abierto.

Aun así, los habitantes de esta comunidad, en época de lluvia se dedican al cultivo de cebolla y ajo. En cambio, en verano, se pueden observar pequeños sembríos de cebolla, camote, maní y ajo en los lechos de las quebradas.

Sin embargo, ésta situación refleja una baja productividad que genera ingresos que apenas sostienen a las familias de esta zona del país [20]. Además, estas poblaciones viven rodeadas de áreas naturales boscosas que poco y nada las aprovechan, salvo el

forraje para el ganado, leña, madera (tanto para la infraestructura productiva como para sus viviendas) y algunas plantas medicinales, además de otros pocos productos del bosque. Aun así son insuficientes, considerando todas las necesidades de las familias [43].

Asimismo, el nivel de vida en esta zona no es aceptable, ya que los habitantes no se benefician con el abastecimiento de agua potable; sino que su fuente principal de agua es una quebrada llamada “Quebrada de Malvas”, la misma que es utilizada para sus cultivos, uso animal y consumo humano.

De la misma manera, todas las comunidades de esta parte del cantón tienen carreteras de tercer y segundo orden; en época de invierno, existen complicaciones de transportación y conexión con los principales centros poblados y del comercio de la región [43].

Los habitantes de estas comunidades trabajan, participan y son beneficiarios de proyectos de conservación y desarrollo de Organizaciones tanto Gubernamentales como Privadas, lo que les ha permitido fortalecer sus formas de organización y gestión comunitaria y esto, a su vez, facilitar el trabajo con nuevos proyectos [44].

### **3.3.1 Experiencia Desarrollo comunitario y actores implicados.**

Como se menciona anteriormente, las comunidades del cantón Zapotillo han venido involucrándose en proyectos de desarrollo comunitario.

Así, a partir del año 2000, Naturaleza y Cultura Internacional (NCI) dio inicio a una propuesta para el establecimiento de áreas protegidas: estatales, comunitarias y privadas. El estudio abarcó una zona protegida privada del cantón Zapotillo, llamada “Reserva natural Tumbesia La Ceiba”. Su fin sigue siendo garantizar la conservación de la diversidad biológica y cultural de la región sur del Ecuador, pero trabajando conjuntamente con la comunidad [45].

Paralelamente, la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), en conjunto con la empresa NATURA de Brasil, emprendieron en el año 2007 el “Proyecto de extracción de aceite esencial del fruto de *B. graveolens*”, el cual consiste en proveer a la empresa NATURA de aceite esencial extraído del fruto de *B. graveolens*, atendiendo a las necesidades de manejo sustentable y protección del medio ambiente [46].

En dicho proyecto se cuenta con la participación de la comunidad con la recolección de los frutos (25 % de fruta por árbol), siendo éstos beneficiarios directos del proyecto. Las personas que participan en el proyecto, además de recibir la remuneración de su trabajo

diario, reciben el 25 % del costo total del proyecto como premio de parte de la empresa NATURA. Parte de dicho premio se utiliza para la conservación del “valle del palo santo” y el restante es destinado para creación de un Banco Comunitario, que da microcréditos (con el 1% de interés a los 3 meses) a los campesinos que participaron del proyecto [45].

Siendo así que, desde el año 2007, estos cuatro agentes (NCI, UTPL, NATURA y la Comunidad), cumplen un rol importante en cuanto al aprovechamiento sustentable y extracción de aceite esencial del fruto de *B. graveolens*.

Por otro lado, a partir del año 2011 surgieron, de manera vertiginosa el BIOCOMERCIO en Ecuador y el desarrollo de proyectos; es decir, la búsqueda de oportunidades de negocio aprovechando sustentablemente los recursos naturales. A consecuencia de ello, se suman cuatro agentes más: GIZ, USAID, ADE-Loja y ADITMAQ.

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) – Cooperación Técnica Alemana. Convenio en conjunto con la UTPL, que permite contar con fondos considerables; en el cual el objetivo es desarrollar un modelo de aprovechamiento sustentable del fruto de *Bursera graveolens*, integrando componentes de conservación del bosque, investigación e industria [47].

Seguidamente USAID, que aporta fondos importantes, los cuales además de lo concerniente a la cosecha del fruto de *Bursera graveolens*, permiten realizar actividades de conocimiento y desarrollo de aspectos tanto ambientales como sociales. Estos fondos son administrados por la Agencia de Desarrollo Empresarial de Loja (ADE-Loja) [45].

Y finalmente se encuentra la empresa de Aditivos y Maquinaria (ADITMAQ). Es la encargada de compra y distribución del aceite que no es destinado a la empresa NATURA y, por ende, permite identificar nuevos demandantes del producto [45].

Además, cabe mencionar que la UTPL desde el año 2011, con el afán de aportar con conocimiento al desarrollo económico-social de esta zona del país, ha dado cabida a la ejecución de proyectos que tengan como fin contribuir con oportunidades de emprendimiento para el desarrollo de estas comunidades. Es así, que se cuenta como experiencia con una formulación óptima para la elaboración de velas con acción repelente utilizando aceite esencial del fruto de *B. graveolens*.

De la misma manera, se cuenta con dos clases de repelentes, en crema y loción, desarrollados en el laboratorio de tecnología farmacéutica de la sección de química básica y aplicada.

Así, en el presente trabajo se pretende dar una nueva aplicación sustentable al aceite esencial extraído del fruto de *B. graveolens*, desarrollando una formulación óptima en la elaboración de incienso en base a este aceite y, posterior a ello, realizar un planteamiento productivo a escala piloto.

### **3.4 Tecnología del Incienso, usos y aplicaciones**

#### **3.4.1 Definición del incienso, usos y aplicaciones.**

El incienso viene siendo utilizado desde el antiguo Egipto. Ha sido considerado como medicina tradicional desde el norte de África hasta China [48]. Es una resina compuesta de materiales orgánicos aromáticos que liberan humo fragante al momento de su quema [49]. Ha sido utilizado hace mucho tiempo como parte de los rituales religiosos [50], para purificar el aire y elevar el estado emocional; además de ser un excelente material para centros de aromaterapia [51] [52].

Se conoce también que el incienso es útil para ayudar a centrar la mente, superar el estrés y la desesperación [49]; así también, en gran parte de Asia, desde hace muchas décadas, el incienso ha sido utilizado como medida de tiempo [53].

Además, ciertas investigaciones le atribuyen actividad farmacológica, ya que el efecto del humo puede ser útil tanto para limpiar el aire, matar gérmenes y como repelente de insectos [52].

Hace algunos años, la ciencia médica ha realizado estudios de tratamiento con incienso para combatir enfermedades crónicas. A ello se le atribuye a la presencia de mono-terpenos naturales, que tiene propiedades antisépticas, antiinflamatorias, cicatrizantes y antihemorrágico, obteniéndose resultados favorables [48]. Tales son los casos de ciertos estudios clínicos de la Universidad Rey Faisal de El Cairo, que informa: “El aceite obtenido del incienso (destilación a vapor de la resina de goma de *Boswellia serrata*), presenta una fuerte actividad inmuno-estimulante”. De igual manera en otro estudio en la Facultad de Medicina-Universidad Estatal de Weber – EE.UU., se dice que este incienso ayuda a la prevención de la degradación del ADN y el aumento de la longevidad. Además, afirma: “El incienso tiene la capacidad de reparar el ADN...”. Mientras tanto, en Japón y Sudán, se realizaron pruebas, comprobando que el incienso tiene un efecto inhibitor sobre virus de la Hepatitis C [48].

A partir de ello, en la sub-sección siguiente se expone la parte tecnológica del incienso, materiales utilizados y procesos implementados.

### **3.4.2 Tecnología del Incienso.**

Tradicionalmente, para la elaboración del incienso, los ingredientes se dividen en dos grandes categorías: productos vegetales y animales. Sin embargo, es ahora, en las últimas décadas, donde se han implementado el uso de aceites sintéticos en los productos [54].

Es así que la fabricación del incienso lleva consigo una mezcla de maderas aromáticas en polvo, aceites fragantes, carbón (o algún otro medio de combustión) y agua. Para dicha elaboración existen tres factores importantes en su fabricación y que atribuyen a las diferentes fragancias que poseen los diversos inciensos.

El primero de ellos es la intensidad o debilidad de un olor en particular. La segunda se refiere a la cantidad de materiales utilizados, ya que en una proporción pequeña de material puede desprender un aroma muy fuerte; siendo al contrario que teniendo una gran cantidad de material puede emitir sólo un olor leve. El tercer factor es el calor, debido a la velocidad de quema del incienso, ya que las partículas se comportan distintamente a nivel molecular al momento que se produce la quema [54].

El incienso se lo produce de una manera estandarizada que, en cierto grado, tiene una similitud a procesos tales como la producción de cerámica. Es así que, para la elaboración del incienso, las materias primas son seleccionadas y compradas de primera calidad. Luego intervienen procesos de mezclado, amasado, formado, secado, envasado y finalmente la distribución a los mercados del incienso [54].

El proceso de amasado implica una mezcla completa de ingredientes aromáticos con agua y agente fijador. La cantidad de agente fijador y de agua determinará la duración del tiempo de quema de una varilla de incienso (entre más pegajosa sea la textura más tiempo dura). Además en este proceso de amasado se toma en cuenta aspectos como viscosidad, dureza y suavidad de los materiales; de tal modo que algunos fabricantes realizan al menos tres concentraciones diferentes de aglutinante (agente fijador) para asegurar la consistencia del incienso. Mientras que el proceso de secado se lo realiza en salas de secado que cumplen con especificaciones de tener 22 ° C de temperatura y 7 % de humedad dentro de las 24 horas [54].

Cabe señalar que, en la industria japonesa, aproximadamente se estima que 80 kg de material de incienso (peso estándar para la mayoría de las máquinas de amasado), luego de haber sido sometido al proceso de amasado, produce 1200 bandejas; en el cual existe alrededor de 660 palillos de incienso. Este proceso se repite hasta 5 veces al día, de tal modo que una fábrica en promedio produce alrededor de 400 kg de incienso por día [54].

Finalmente intervienen procesos de empaclado y distribución. Generalmente al incienso se lo vende por peso, a partir de 25 gr en adelante [54].

A partir de todo este contexto, en la siguiente sección se menciona la importancia económica de la fabricación de incienso.

### **3.5 Importancia Económica del Incienso**

Hoy en día, la producción de incienso es muy beneficiosa para la economía del Medio Oriente, ya que es aquí en donde se da la producción de grandes volúmenes de este producto, por lo que es considerado un centro de comercio de lujo muy rentable [48]. Actualmente se están exportando grandes cantidades a países tales como Canadá, Gran Bretaña y los países del este de África [58].

En efecto, se tiene conocimiento que el mercado del incienso japonés llega a un poco más de 20 millones de euros al año y se ha mantenido constante por largos periodos. En este país existen alrededor 120 fabricantes de incienso. Los cuatro primeros en la lista tienen una participación del 60 % en el mercado; siendo la fábrica “Nippon Kodo”, la más grande con 40 % en el mercado [54]. Así como también en Etiopía se estima una producción de más de 21.956 toneladas al incienso anualmente [59].

Por lo expuesto, es notable un movimiento en la economía de dichos países. Siendo así, se puede considerar la factibilidad de producción de incienso en nuestra zona, ya que a más de ser un producto sustentable para el medio ambiente, aportaría un considerable flujo en la economía del cantón Zapotillo.

#### 4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

En esta sección se definen los procedimientos que se han empleado para cumplir con los componentes del proyecto.

##### 4.1 Descripción de materias primas

Las materias primas involucradas en el proceso de obtención de incienso y su función se detallan en la Tabla III y Tabla IV respectivamente.

Tabla III. Materias primas

Materia prima
Residuo resultante de la destilación de aceite esencial del fruto de <i>B. graveolens</i> .
CarboxiMetilCelulosa (CMC)
Esencia de sándalo
Nitrato de potasio (KNO <sub>3</sub> )
Carbonato de calcio (CaCO <sub>3</sub> )
Aceite esencial del <i>B. graveolens</i> y <i>Cymbopogon citratus</i> .
Agua (H <sub>2</sub> O)

Fuente: Deón, 2004

Tabla IV. Función de las materias primas

Función
Harina de madera
Aglutinante
Fijador de fragancia
Regulador de combustión
Regulador de quemado
Fragancia
Disolvente

Fuente: Deón, 2004

Cabe mencionar que, según referencias bibliográficas consultadas, la base principal del incienso es harina de madera. Sin embargo, en el presente proyecto se pretende desarrollar un producto amigable con el ambiente, por lo cual se ha sustituido ésta harina de madera por el residuo resultante de la destilación del aceite esencial del fruto de *B. graveolens*, con la finalidad de darle así una aplicación a éste residuo. Así la harina de residuo, de fruto se constituye en el componente fundamental del incienso debido a que, aunque es un residuo posee un leve aroma característico a palo santo, ayudando así a un aroma más natural.

El aglutinante cumple con la función de que todos los componentes parte de la formulación se unifiquen correctamente, lentifica el tiempo de consumo del incienso y disminuye la cantidad de humo [61].

El fijador de fragancia es indispensable en todo incienso, ya que permite que el aroma del incienso perdure por más tiempo [55].

El regulador de combustión facilita la combustión [56]; es decir, ayuda al encendido del incienso y regula el tiempo de quemado [55]. El regulador de quemado evita que el incienso despida humo negro [56] [60].

La fragancia a utilizar es la combinación de aceite extraído del fruto de *B. graveolens* y el aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (hierba luisa), en una proporción 2:1 respectivamente. Esta relación tiene como precedente su aceptación en un emprendimiento previo, el de las velas que anteriormente se mencionó, el cual se basó en estudio de aceptación de mercado [63].

#### **4.2 Preparación de materias primas**

El residuo proveniente de la destilación de aceite esencial del fruto de *B. graveolens* fue colocado en una cámara de secado de bandejas, el cual se encuentra ubicada en los laboratorios de la sección de Ingeniería de Procesos del Departamento de Química. De esta manera, se mantuvo una temperatura de 30 °C durante un periodo de 16 horas, hasta alcanzar la humedad de equilibrio del residuo.

Seguidamente se realizó una reducción de tamaño, utilizando un molino de discos, modelo RS-1, marca RETSCH a 700 rpm por diferentes tiempos. Para lo cual simultáneamente se procede a realizar el análisis granulométrico del material en un tamiz ASTM E11, marca HUMBOLDT, controlando así el tamaño de grano producido.

#### **4.3 Desarrollo de la optimización de la formulación**

El diseño factorial empleado es de  $2^3$ . Los ocho experimentos que constan en el diseño experimental se realizaron de forma aleatoria y con tres réplicas, dando en total 24 experimentos [62].

Las variables de respuesta, evaluadas de manera simultánea durante la optimización de la formulación, son el tiempo de quemado, color de humo y olor del incienso, lo cuales se cree dependerán de la composición en nitrato de potasio, carbonato de calcio y aceite esencial, respectivamente. De esta manera, la Tabla V resume los criterios de aceptabilidad que se han planteado para evaluar las distintas formulaciones del incienso. Con lo cual finalmente los resultados se analizarán mediante el software MINITAB14, utilizando la técnica de análisis de varianza ANOVA en función de lo cual es posible contrastar la hipótesis planteada [64].

De esta manera se asignó un valor de 100% al criterio de aceptación, mientras que se dio un valor de 0% para el criterio de rechazo como lo podemos observar en la Tabla VI.

Tabla V. Criterios de aceptabilidad del incienso

<b>CRITERIOS DE ACEPTABILIDAD DEL INCIENSO</b>	
Tiempo de quemado	Aceptación $\geq 43$ min
	Rechazo $\leq 43$ min
Olor	Aceptación No generar olor a madera quemada, más si a palo santo - hierba luisa.
	Rechazo Generar olor a madera quemada y opaque el olor a palo santo - hierba luisa.
Color de humo	Aceptación Color blanquecino
	Rechazo Color negro

Fuente: Deón, 2004; Saleh, 2005

Tabla VI. Criterio de evaluación del incienso

<b>Criterio de aceptabilidad</b>	
Aceptable (A)	100 %
Rechazo (R)	0 %

#### 4.4 Desarrollo de la metodología para la elaboración de incienso

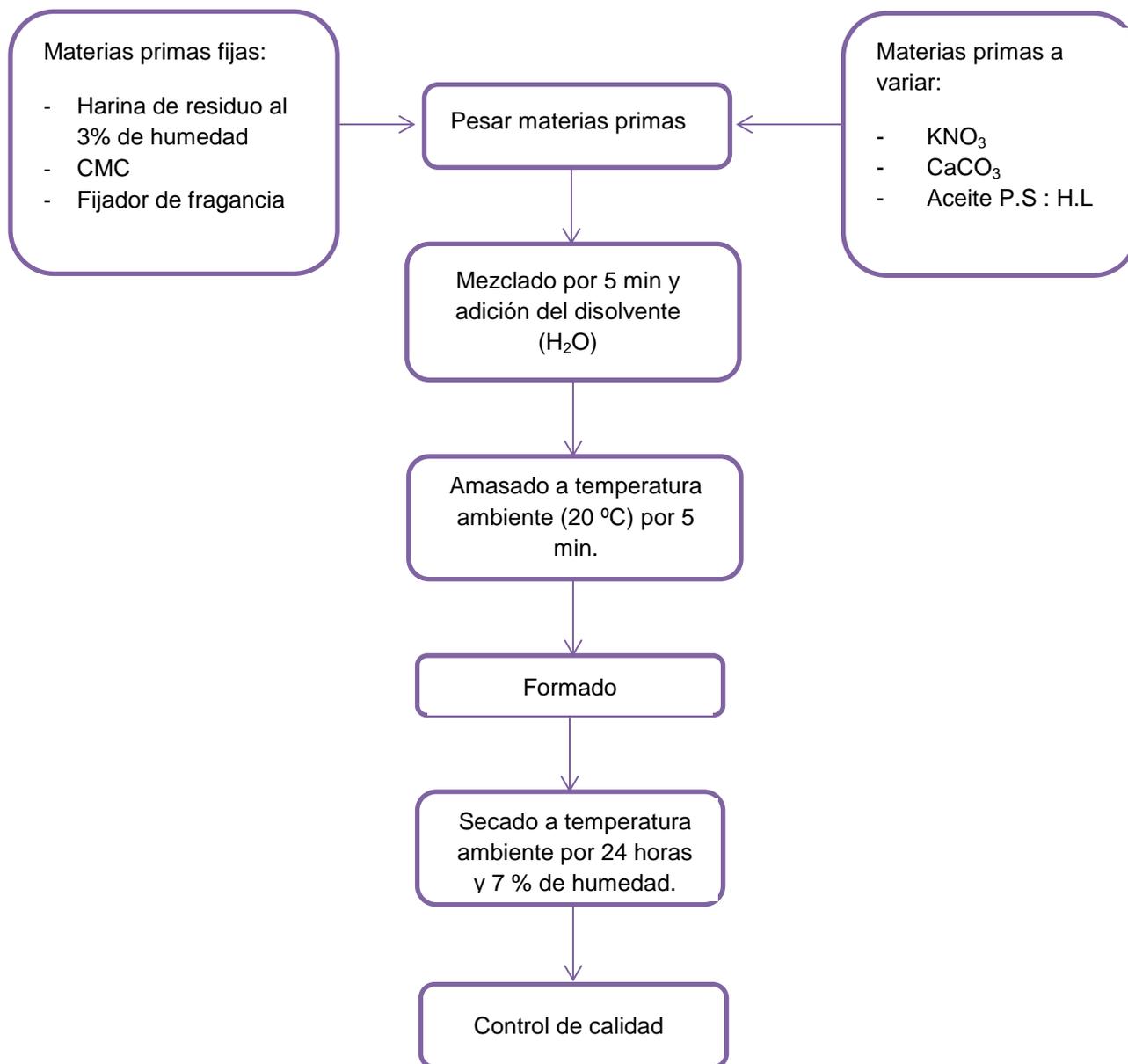
La Tabla VII muestra la formulación óptima para la fabricación del incienso para 100 gr de producción. Cabe indicar que todo el proceso se lo realiza a temperatura ambiente.

Tabla VII. Formulación óptima para la fabricación de incienso en base a 100 gr.

<b>Formulación del incienso</b>	
<b>Materias primas</b>	<b>Cantidad (gr)</b>
Harina de residuo	34,5
Carboximetilcelulosa	2,3
Agua	47
Sándalo	1,7
Nitrato de potasio	2,5
Carbonato de calcio	2
Aceite esencial	10
	100

La figura 1 describe brevemente el diagrama de proceso, utilizado para la elaboración del incienso.

Fig. 1 Diagrama del proceso de obtención de incienso



Fuente: Moeran, 2007

- 1) Se pesa 34.5 gr de harina de residuo, 2.3 gr de carboximetilcelulosa (CMC), 2 gr de carbonato de calcio.

- 2) Se realiza un mezclado por 5 minutos de las materias primas sólidas: harina de residuo del fruto de *B. graveolens*, CarboxiMetilCelulosa (CMC) y, carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>). Por otra parte 2.5 gr de nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>) se disuelve en 47 mL de agua.
- 3) Los componentes en estado líquido (solución de nitrato de potasio, 1.7 gr (1.73 mL) de sándalo y los 10 gr (11.4 mL) de aceite esencial) se añaden a la mezcla de sólidos, para proceder al proceso de amasado por 5 min aproximadamente.
- 4) Colocar la mezcla anterior en un extrusor y aplicar presión para empujar la mezcla hacia fuera en forma de tiras. Cortar las tiras de acuerdo al tamaño que se requiere.
- 5) Depositar las tiras en una bandeja con malla perforada y dejar secar al ambiente por 24 horas.
- 6) Realizar el control de calidad respectivo.

Cabe mencionar que para determinar las distintas humedades del residuo del fruto de *B. graveolens*, se utiliza una lámpara de laboratorio, modelo ULTRA X, en el cual, se determina la humedad inicial a la que entra el residuo a la cámara de secado, posterior a ello se toman muestras después de 2, 4, 8 y 16 horas transcurridas hasta alcanzar la humedad de equilibrio del residuo.

De igual manera, para determinar el tamaño de grano óptimo para la formulación, se inició con una molienda de 6 minutos, en molino de discos modelo RS-1, marca RETSCH a 700 rpm, en el cual se realizó un análisis granulométrico y se determinó el D<sub>80</sub> a malla N° 40; es decir 425 µm (0.42 mm). Luego se procedieron a realizar distintas pruebas variando el tiempo de molienda y se determinó a 40 minutos un D<sub>80</sub> una malla N°120; es decir a un tamaño de grano de 0.125 mm [65]. Finalmente se realizó un tamizado a una malla N°60; es decir a un tamaño de grano de 250 µm (0.25 mm) para evaluar los efectos del tamaño de grano en la formulación del incienso.

Para determinar el medio aglutinante se realizó pruebas con distintos materiales aglutinantes citados en bibliografía: goma arábiga, fécula de maíz, harina de trigo y goma xathan. Las pruebas consistieron en realizar formulaciones en las que intervengan estos aglutinantes en proporción solos y en combinación de dos aglutinantes.

Finalmente para determinar el porcentaje de contracción longitudinal de secado de las varitas de incienso, se lo determina mediante la ecuación 1 [66].

$$CL = \frac{Li-Lf}{Li} \times 100 \quad \text{Ec. (1)}$$

Siendo:

**CL** : contracción longitudinal

**Li** : longitud inicial

**Lf** : longitud final

En cambio, para determinar el porcentaje de contracción transversal se determina a través de la ecuación 2 [66].

$$CT = \frac{Di-Df}{Di} \times 100 \quad \text{Ec. (2)}$$

Siendo:

**CT** : contracción transversal

**Di** : diámetro inicial

**Df** : diámetro final

#### **4.5 Desarrollo del manual de proceso**

El manual de proceso consiste en un documento que tiene por finalidad describir de manera muy concisa la formulación y metodología que se empleó a escala laboratorio en la obtención del incienso. Para ello, se tomaron fotografías de cada una de las materias primas utilizadas, así como de los procesos de pesado, mezclado, amasado, formado, secado y control de calidad del incienso. De manera que éste se constituya en una guía práctica para quienes tengan interés de replicar estos procedimientos.

#### **4.6 Desarrollo del planteamiento del proceso productivo a escala piloto**

Para el planteamiento del proceso productivo a escala piloto, se realizaron balances de materia en cada una de las etapas del proceso y, posterior a ello, se realizó el planteamiento del proceso productivo para la obtención del incienso. De esta manera, se procedió a la solicitud de cotizaciones de los equipos que permitan replicar el proceso desarrollado en laboratorio, para elaborar a una escala piloto varitas de incienso. Por lo cual se constituye en

un documento con información relevante, en el cual se detalla cada uno de los equipos, en lo que a características técnicas y operativas de los mismos se refiere.

#### **4.7 Desarrollo de evaluación de costos**

Para la evaluación de costos, se realizó inicialmente un estudio de mercado mediante la aplicación de encuestas de oferta y demanda en la ciudad de Loja. Luego de lo cual se consideran algunos factores tecnológicos para establecer la estructura financiera del proyecto y finalmente se realiza la evaluación financiera total del proyecto [67]. Además, cabe indicar que el horizonte del proyecto está estimado para 11 años de vida útil; siendo el último año la liquidación del proyecto.

##### **4.7.1 Estudio de mercado.**

Las encuestas de oferta fueron dirigidas a nueve locales comerciales de la ciudad. En cambio, las encuestas de demanda fueron aplicadas a setenta personas de la ciudad de Loja. Mediante la aplicación de fórmulas que determinan el tamaño de muestra de una población, se establece la cantidad de encuestados; la cual se detallan en el ANEXO 1. En el ANEXO 2, se exponen el formato de encuestas que se realizó; y seguidamente en el ANEXO 3 se realizó la tabulación de las mismas.

##### **4.7.2 Consideraciones tecnológicas.**

Se realizan cotizaciones de las materias primas, materiales y equipos de producción. Además se estima los sueldos de los operarios que estarán a cargo de la fabricación de los inciensos.

##### **4.7.3 Estructura financiera del proyecto.**

Se evalúan costos de producción, administración, venta y financiamiento del proyecto. Para el financiamiento del proyecto, se considera la realización de un préstamo en el Banco comunitario, que está a cargo propiamente de las comunidades, para costos de puesta en marcha de la planta piloto. También se consideran los ingresos que se generarían con las

ventas de inciensos, tomando como referencia el precio estimado mediante las encuestas realizadas.

#### **4.7.4 Evaluación financiera.**

Los principales indicadores económicos a utilizar son el valor presente neto (VPN) y la relación Beneficio-Costo. Estos indicadores son evaluados mediante el flujo neto de caja; la misma, permite determinar el tiempo de recuperación de la inversión del proyecto.

El valor presente neto corresponde a la diferencia entre el valor presente de los ingresos y el valor presente de los egresos, tal como se indica en la ecuación (3) [67].

$$VPN = VPI - VPE \quad \text{Ec. (3)}$$

Para lo cual se establecen criterios de decisión como instrumento el VPN para ver si es conveniente, inconveniente o indiferente la propuesta:

$$VPN > 0 \quad \text{conveniente}$$

$$VPN < 0 \quad \text{inconveniente}$$

$$VPN = 0 \quad \text{indiferente}$$

Por tanto, la regla de decisión para éste indicador será: se recomienda invertir en el proyecto cuando  $VPN > 0$ . De igual forma el beneficio – costo permite evaluar la conveniencia y oportunidad del proyecto, si éste valor es mayor a 1 [67].

El punto de equilibrio es el nivel en el cual los ingresos son iguales a los costos totales de producción del proyecto; es decir donde no hay utilidad ni pérdida [67].

Ante todo ello, en el ANEXO 4, se expone el estudio financiero realizado.

## 5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 5.1 Optimización de la formulación para la fabricación de incienso en base a aceite esencial del fruto de *B. graveolens*

En la TABLA VIII, se indican los factores a evaluar con los niveles de variación, y en la TABLA IX, se resumen los resultados obtenidos. La valoración que se le asignó a cada experimento es un promedio de los tres factores en porcentaje según la aceptación o rechazo de cada uno de estos factores. Es así que se considera aceptada a aquella formulación que cumple los tres criterios de aceptabilidad de forma simultánea.

TABLA VIII. Factores a evaluar para la optimización de la formulación de incienso

Factor	Nivel bajo	Nivel alto
	(-)	(+)
KNO <sub>3</sub> (A)	2,5 %	10 %
CaCO <sub>3</sub> (B)	0 %	2 %
Aceite <i>B. graveolens</i> – <i>C. Citratus</i> 2 : 1 (C)	5 %	10 %

Fuente: Deón, 2004.

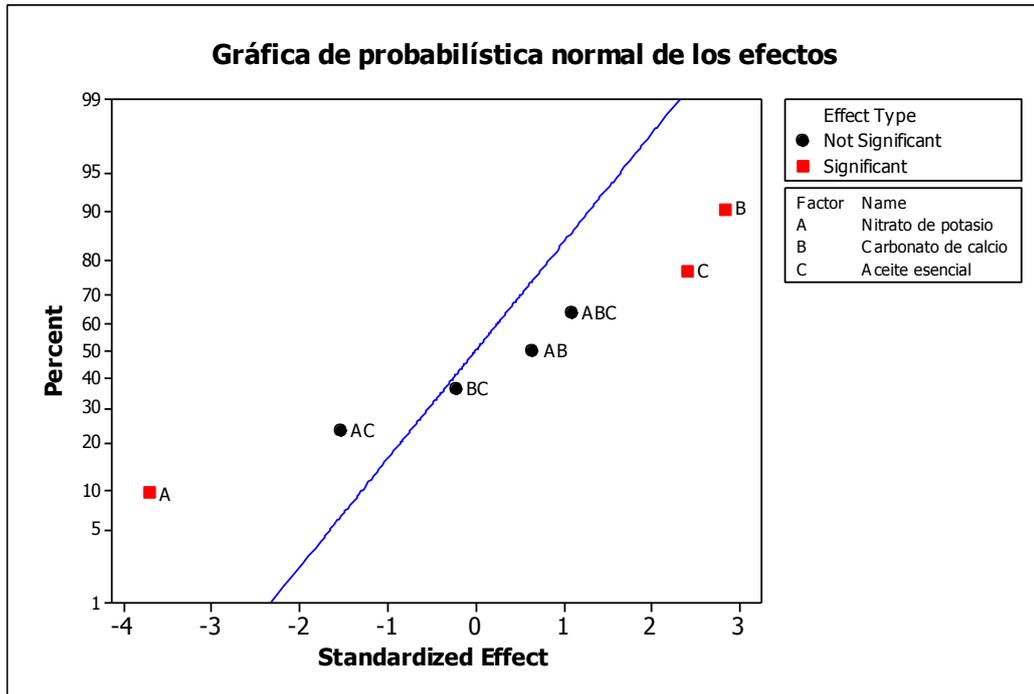
TABLA IX. Parámetros de evaluación del incienso con sus resultados

N ° de experimento	Nitrato de potasio	Carbonato de calcio	Aceite esencial	Valoración			Aceptación (%)
				Tiempo de quemado	Olor	Color del humo	
5	2,5	0	10	R	A	A	67
11	2,5	2	5	A	A	A	100
24	5	2	10	R	A	A	67
7	2,5	2	10	A	A	A	100
4	5	2	5	R	R	R	0
10	5	0	5	R	R	R	0
2	5	0	5	R	R	R	0
8	5	2	10	R	R	R	0
1	2,5	0	5	R	R	R	0
21	2,5	0	10	A	A	A	100
15	2,5	2	10	R	R	R	100
13	2,5	0	10	A	A	A	100
19	2,5	2	5	A	A	A	100
17	2,5	0	5	A	R	A	33
16	5	2	10	A	A	A	100
23	2,5	2	10	A	A	A	100
14	5	0	10	R	R	R	0
18	5	0	5	R	R	R	0
20	5	2	5	A	A	R	67
3	2,5	2	5	R	R	R	0
6	5	0	10	R	R	R	0
22	5	0	10	R	R	R	0
12	5	2	5	R	R	A	33
9	2,5	0	5	R	A	R	33

Fuente: La autora, pruebas experimentales.

En la figura 2, se muestra la gráfica de probabilística normal; la cual nos indica que los efectos de los factores A (nitrato de potasio), factor B (carbonato de calcio) y factor C (aceite esencial) son significativos. Es decir, estas variables efectivamente afectan a la aceptabilidad del incienso. Sin embargo, las interacciones AB (nitrato de potasio-carbonato de calcio), BC (carbonato de calcio-aceite esencial), AC (nitrato de potasio-aceite esencial) y ABC (nitrato de potasio-carbonato de calcio-aceite esencial) no son significativas dentro de los parámetros de aceptabilidad del incienso.

Fig. 2 Gráfica de probabilidad normal de los efectos



De esta manera, el ANOVA aplicado al diseño factorial  $2^3$  empleado genera los resultados que se indican en la TABLA X.

TABLA X. Análisis de varianza ANOVA para los factores a evaluar

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj SS	F	P
Main Effects	3	26839,0	26839,0	8946,3	9,20	0,001
2-Way Interactions	3	2746,3	2746,3	915,4	0,94	0,444
3-Way Interactions	1	1176,0	1176,0	1176,0	1,21	0,288
Residual Error	16	15556,0	15556,0	972,3		
Pure Error	16	15556,0	15556,0	972,2		
Total	23	46317,3				

A partir de estos resultados, se procede a realizar la comparación de los valores de F (Fisher), entre Fisher calculado y Fisher de la tabla (ANEXO 5), teniendo un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ . Así al tratar con la hipótesis nula que dice:

**H<sub>0</sub>:** El porcentaje de nitrato de potasio, carbonato de calcio y aceite esencial no influyen en los criterios de aceptabilidad del incienso.

Entonces:

$$H_0 = 9,20 > F_{3,16;0,05}$$

$$H_0 = 9,20 > 8,692$$

Conociendo que: se rechaza  $H_0 = \alpha_3 = 0$  al nivel  $\alpha$  cuando  $FA > F_{\alpha-1, ab (n-1); \alpha}$

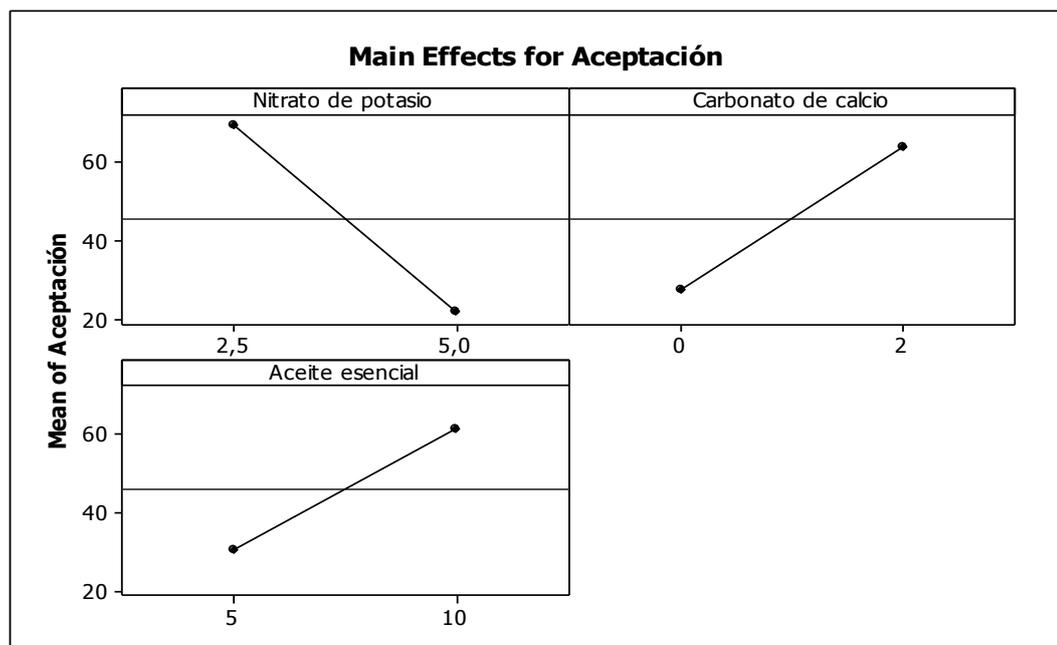
Por ende, al ser Fisher calculado mayor al obtenido en tablas, la hipótesis se rechaza, concluyéndose que los factores nitrato de potasio, carbonato de calcio y aceite esencial sí influyen para el criterio de aceptabilidad del incienso.

Así, la figura 3 indica la relación entre los efectos principales y el cumplimiento de los criterios de aceptación del incienso. De esta manera se puede evidenciar que para nitrato de potasio existe una mayor aceptabilidad si éste se encuentra en un nivel bajo de 2,5 % comparado con el nivel alto equivalente al 5 %, el cual muestra una baja aceptabilidad del incienso.

Por su parte, para carbonato de calcio se muestra una alta aceptabilidad, si éste se encuentra en un nivel alto de variación; es decir del 2 %; ya que, por el contrario, para el nivel bajo del 0 %, la aceptabilidad del incienso es baja.

Finalmente para el aceite esencial se revela una alta aceptabilidad del incienso para un nivel alto del 10 %, al contrario del nivel bajo del 5 %, en que no hay aceptabilidad del factor.

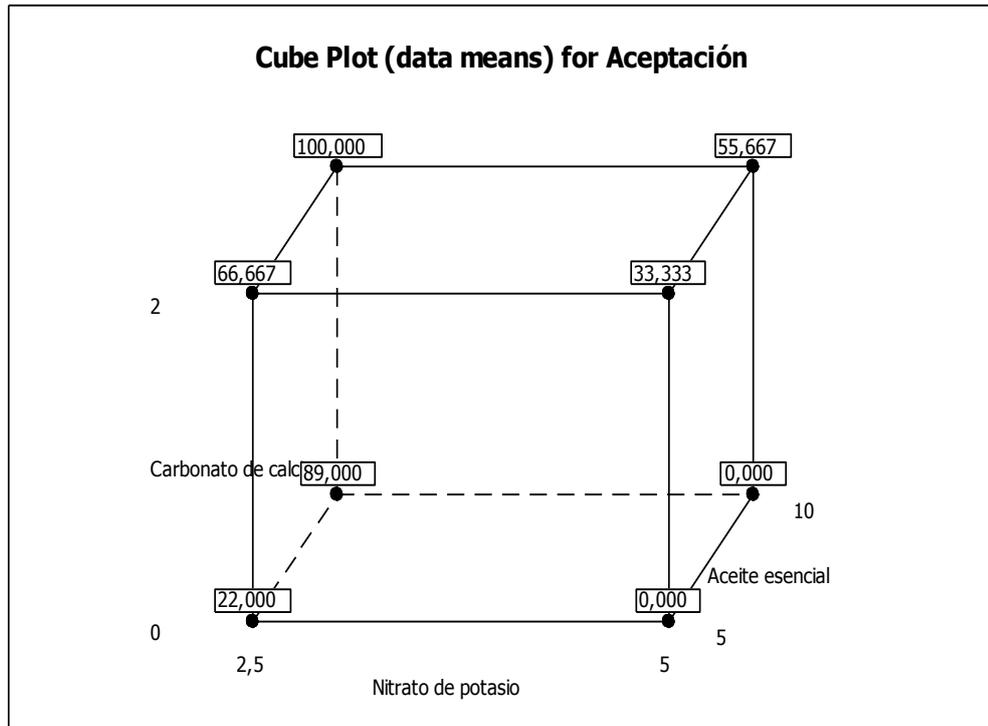
Fig. 3 Gráfica del factor principal



Finalmente, concluyendo con el análisis, la gráfica de cubos (figura 4) revela que al combinar los tres factores conjuntamente, los niveles de variación en los que es posible

obtener una aceptabilidad del 100% del incienso son: un porcentaje de 2,5 % de nitrato de potasio, 2 % de carbonato de calcio y 10 % de aceite esencial.

Fig.4 Gráfica de cubos para aceptabilidad del incienso



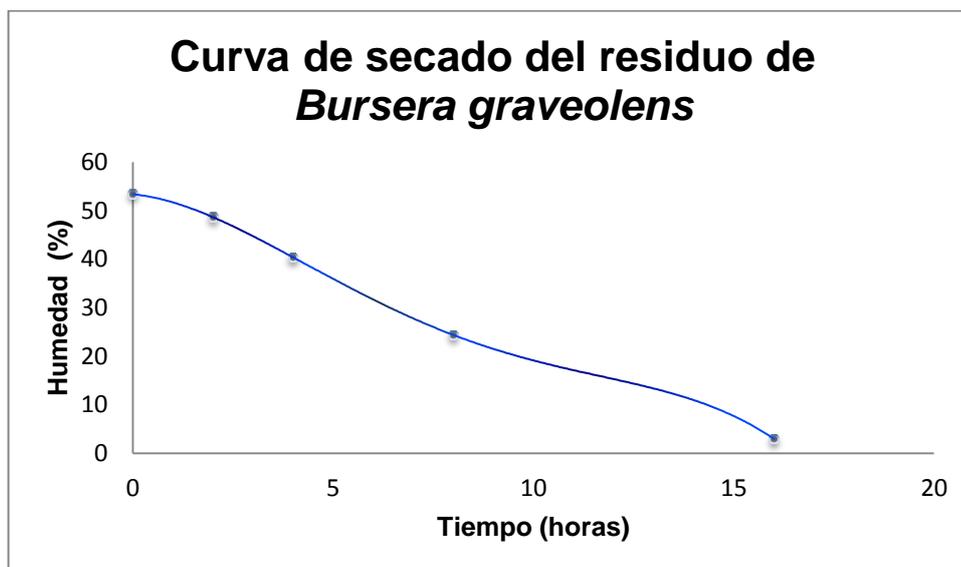
## 5.2 Desarrollo de la metodología para la elaboración de incienso en base a aceite esencial del fruto de *B. graveolens*

En cuanto a la metodología de elaboración del incienso, se pudo evidenciar la importancia de controlar cuatro parámetros: la humedad del residuo del fruto de *B. graveolens*, el tamaño de grano, mejor aglutinante a utilizar y contracción al secado durante el transcurso del proceso de obtención del incienso.

### 1) Proceso de secado del residuo del fruto de *B. graveolens*

La figura 5 muestra que el residuo proveniente de la destilación entra a la cámara de secado con una humedad inicial de 53,38 %. Conforme aumenta el tiempo transcurrido, se observa que la humedad va disminuyendo hasta un período de 16 horas se llega a la humedad de equilibrio del residuo, la cual es de 3.02 %.

Fig. 5. Curva de secado del residuo del fruto de *B. graveolens*



Fuente: La autora, pruebas experimentales.

## 2) Granulometría del residuo de *B. graveolens*

El residuo proveniente de la destilación molido a malla N° 40 se realizaron pruebas para la obtención de incienso. Sin embargo a ese tamaño de grano se observaron pequeñas grietas al momento del formado. Por otra parte se comprobó que el tamaño de grano influyó al momento de la quema del incienso, ya que por la falta de compactación entre los granos no es posible realizar una combustión homogénea.

El residuo proveniente de la destilación molido a malla N°120 y que fue utilizado en las pruebas de formación, mostró también problemas al momento de la combustión; debido al tamaño de grano muy fino que fue utilizado. Lo cual puede deberse a la excesiva compactación de los granos por lo que no es posible el paso de oxígeno necesario para realizar una buena combustión.

Finalmente el residuo proveniente de la destilación molido a malla N°60 permitió obtener buenos resultados tanto al momento de la formación como para proveer una completa combustión de la varita de incienso.

De las pruebas realizadas se concluye que el tamaño óptimo de grano es a malla N° 60 para que exista una combustión homogénea y completa del incienso. Por lo que para obtener un  $D_{80}$  a una malla N° 60; es decir a un tamaño de grano de 250  $\mu\text{m}$  (25 mm), se requiere de 40 minutos de molienda.

### **3) Medio aglutinante**

Con respecto a los aglutinantes utilizados, la goma arábica no permitió una buena compactación, dando como resultado una mezcla ya amasada de consistencia muy frágil y que se rompe con facilidad. Por otra parte la fécula de maíz así como la harina de trigo, no otorgaron buenos resultados, ya que su poder de aglutinación es muy débil y no contribuye a lograr la compactación deseada. Asimismo, la goma xathan ocasionó problemas de formado, ya que da lugar a una mezcla muy viscosa que no permite la buena formación del incienso.

Finalmente el CMC, aunque no es tomado en cuenta en bibliografía para el desarrollo de formulaciones de incienso. Se lo utilizó con base en las referencias de aditivo floculante por parte de la industria cerámica [68]; de esta manera al realizar las pruebas correspondientes se obtuvieron excelentes resultados, siendo el mejor en comparación a otros aglutinantes.

### **4) Contracción al secado**

El porcentaje de contracción longitudinal es del 15 % y el porcentaje de contracción transversal es del 28 %; es decir estos factores han de tomarse en cuenta para la fabricación de las varitas de incienso para establecer la longitud y diámetro que han de tener al momento de la formación y las especificaciones que ha de cumplir el producto final.

## **5.3 Manual del proceso para la elaboración de incienso en base a aceite esencial del fruto de *B. graveolens***

El manual de proceso describe de manera sistemática la formulación óptima y la metodología empleada a escala laboratorio en el desarrollo del incienso, el cual se expone en el ANEXO 6.

## **5.4 Proceso productivo de fabricación de incienso en base a aceite esencial de fruto de *B. graveolens* a escala piloto**

La capacidad proyectada en el proceso productivo es de 10000 varitas de incienso al mes. Tomando como referencia esta capacidad, en el proceso de trituración se plantea el

uso de un molino de martillos con ciclón, con ocho kilos por hora de capacidad, tres zarandas regulables, motor 3HP y voltaje 120 V.

Para el proceso de formado se plantea el uso de un extrusor mecánico para barras de incienso, construido íntegramente en acero inoxidable sanitario, capacidad máxima de carga diez kilogramos, malla de salida del extruido de 3.5 mm y una placa móvil para extruido.

El proceso productivo que se plantea se lo describe en la ANEXO 7 con las respectivas corrientes de entrada y salida de cada etapa del proceso

### **5.5 Evaluación de costos de producción del proceso productivo de fabricación de incienso en base a aceite esencial de fruto de *B. graveolens* a escala piloto**

El valor actual neto (VAN) estimado para la implementación de la planta piloto de fabricación de incienso es:

$$\text{VAN} = 35977.60$$

Este valor es mayor a cero, por tanto; el proyecto es factible económicamente para su implementación. Esto quiere decir, que el proyecto maximizaría la inversión en \$ 35977.60 con una tasa de descuento del 14.06 %.

Además, en la caja de flujo neto se puede observar que a partir del tercer año se recupera la inversión del proyecto con una utilidad neta de \$ 756.36, el cuarto año \$ 6726.57, el quinto año \$ 7638.90 y así con un incremento considerable en los años siguientes, hasta obtener en el último año de vida útil del proyecto un total de \$ 15256.60.

La relación beneficio-costos es del 81.53 %; esto conlleva a la aceptación total del proyecto.

Así como también tenemos que el punto de equilibrio se encuentra en la producción de 95518.5 unidades de incienso, para compensar los costos de producción.

## 6. CONCLUSIONES

Se optimizó la formulación para la fabricación de incienso en base a aceite esencial del fruto de *B. graveolens* a un porcentaje de 2,5 % de nitrato de potasio, 2 % de carbonato de calcio y 10 % de aceite esencial, respondiendo a requerimientos como buena combustión, color blanco del humo del incienso y un aroma agradable, otorgando una aceptabilidad del incienso del 100 %.

En cuanto a la metodología para la elaboración de incienso en base a aceite esencial del fruto de *B. graveolens*, se logró optimizar los parámetros de trabajo. De esta manera en el proceso de secado del residuo proveniente de la destilación del aceite esencial de *B. graveolens*, debe tener lugar dentro de un periodo de 16 horas y 30 °C para alcanzar una humedad de equilibrio del 3.02 %. Por otra parte la granulometría óptima del residuo se la determinó a malla N° 60 a 40 min de molienda. El aglutinante utilizado para la formulación, fue CarboxiMetilCelulosa (CMC), el cual otorgó excelentes resultados en comparación a los demás que fueron probados, recalcando que su uso no se encuentra reportado en la bibliografía consultada. Finalmente se determinó el porcentaje de contracción al secado de las varitas de incienso, el cual permitió incluir este factor como un parámetro de diseño para cumplir con los requerimientos de medida.

Se desarrolló el manual del proceso para la elaboración de incienso en base a aceite esencial del fruto de *B. graveolens*; el cual describe de manera sistemática la formulación y la metodología empleada a escala laboratorio en el desarrollo del incienso. De manera que este se constituye en una guía práctica para replicar este procedimiento.

Se planteó un proceso productivo de fabricación de incienso en base a aceite esencial de fruto de *B. graveolens* a escala piloto con el detalle de cada equipo involucrado en la fabricación, como características técnicas y operativas de los mismos. Así como también comprende la producción mensual de la planta en el que se incluye el diagrama de flujo del proceso junto con las corrientes de entrada y salida en cada etapa.

En cuanto al análisis económico realizado, los indicadores como el VAN y la relación beneficio-costos son positivos, los mismos indican la factibilidad de ejecutar el proyecto. Así, el flujo neto de caja muestra que al tercer año se recupera la inversión. Además, la utilidad neta que se obtiene al tercer año no es alta, ya que se considera que en los tres primeros años es la liquidación del préstamo. Es así, que a partir del cuarto año, existe un notable crecimiento en la utilidad del proyecto.

Finalmente, la relación beneficio-costos y el punto de equilibrio muestran también la conveniencia y oportunidad de poner en marcha el proyecto y ser los habitantes de las

comunidades de Malvas, Chaquiro y Tutumos del cantón Zapotillo de la Provincia de Loja los directos beneficiarios.

## 7. RECOMENDACIONES

Debido a que el principal componente en la industria de los inciensos es harina de madera, se recomienda hacer uso del residuo resultante de la destilación de aceite esencial de fruto de *B. graveolens* para sustituir a la harina antes mencionada para así ayudar a la sostenibilidad ambiental. Además, se recomienda tener disponibilidad de 160 kilos de residuo seco para proveer al primer año de fabricación de incienso y tener presente que se ha considerado un aumento en la producción del 1,5 % de varitas anualmente, a partir del segundo año. Este valor de producción dependerá, según las consideraciones, en cuánto a la disponibilidad de la materia prima.

De igual manera en cuanto a la molienda del residuo se recomienda alcanzar un tamaño de grano que no sobrepase la malla N° 60 (0.25mm); ya que con tamaños muy finos y gruesos se derivan problemas en cuanto a la formación y combustión del incienso.

Así como también las materias primas, se las debe colocar en recipientes completamente sellados, especialmente el nitrato de potasio y el carbonato de calcio, ya que estos componentes son higroscópicos; es decir, captan humedad del ambiente, lo cual puede afectar significativamente en la formulación por variaciones de peso.

Se recomienda realizar un mezclado homogéneo de todas las materias primas en el momento del amasado. Adicionalmente, se recomienda que conforme aumenta la producción a partir del segundo año, adquirir una amasadora; equipo que ayudará a conseguir una mayor mezcla homogénea en menor tiempo.

Se debe tomar en consideración el porcentaje de contracción al secado para que las varitas de incienso tengan la medida requerida.

Para el proceso de secado, se recomienda hacer uso de mallas metálicas para que exista un secado uniforme y relativamente más rápido de las varitas de incienso.

Para que exista una mejor alternativa de producción de incienso y sea económicamente más viable, se recomienda optimizar aún más la formulación con respecto a la cantidad de aceite esencial de *B. graveolens* y *C. citratus*; como de esencia de sándalo. Así existiría una reducción en los costos de las materias primas, obteniendo mayor rentabilidad económica para el proyecto.

## Bibliografía:

- [1] FRERS, C. *En que consiste la Evaluación de Impacto ambiental*. [En línea]. [ref. 06 de abril del 2013]. Disponible en Web: [http://www.internatura.org/estudios/informes/Evaluacion\\_de\\_impacto\\_ambiental.pdf](http://www.internatura.org/estudios/informes/Evaluacion_de_impacto_ambiental.pdf)
- [2] DINERSTEIN, E., et al. *A Conservation Assessment of the Terrestrial Ecoregions of Latin America and the Caribbean*. TheWorld Bank, Washington, DC., USA. 1995.
- [3] JANZEN, D. *Tropical dry forests*. The most endangered major tropical ecosystem. En: E.O. Wilson (ed.), *Biodiversity*. National Academy Press, Washington D.C. 1988. p. 130-137
- [4] BALVANERA, P. *Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales*. *Ecosistemas* 21(1). 2012. p. 136-147.
- [5] SÁNCHEZ, M., et al. *Características edáficas y composición florística del bosque estacionalmente seco la menta y timbes, región Piura, Perú*. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú. 2011.
- [6] ESPINOSA, C., et al. *Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación*. *Ecosistemas*. 21(1-2). 2012. p. 167-179.
- [7] LOZANO, C. *Los tipos de bosques en el Sur del Ecuador*. En AGUIRRE, M., et al. (eds.). *Botánica Austroecuatoriana-Estudios sobre los recursos vegetales en las provincias de El Oro, Loja y Zamora-Chinchi*. Ediciones Abya Yala, Quito. 2002. p. 29-50.
- [8] AGUIRRE, Z., KVIST, P. *Composición florística y Estado de Conservación de los Bosques Secos del Sur- Occidente del Ecuador*. 2006.
- [9] MAASS, M., BURGOS, A. *Water Dynamics at the Ecosystem Level in Seasonally Dry Tropical Forests*. En: DIRZO, R., et al. (eds.). *Seasonally Dry Tropical Forests: Ecology and Conservation*. Island Press. Washington, DC 20009, USA. 2011. p. 141-156.
- [10] GOTSCH, S., et al. *Leaf traits and water relations of 12 evergreen species in Costa Rican wet and dry forests: patterns of intra-specific variation across forests and seasons*. *Plant Ecology* 2010. p. 133-146.
- [11] LIMA, L., RODAL, M. *Phenology and wood density of plants growing in the semi-arid region of northeastern Brazil*. *Journal of Arid Environments*. 2010. p. 1363-1373.
- [12] PENNINGTON, R., et al. *Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes*. *Journal of Biogeography*. 2000. p. 261-273.

- [13] DIRZO, R., et al. *Seasonally Dry Tropical Forests ecology and conservation*. Island Press, Washington, DC 20009, USA. 2011.
- [14] MANZANO, P. *Potencial fitofármaco de bursera graveolens sp (palo santo), del bosque seco tropical, península de Santa Elena, provincia del Guayas*. Instituto de Ciencias Químicas y Ambientales. Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Guayaquil, Ecuador. 2009.
- [15] AGUIRRE, Z., DELGADO, T. *Vegetación de los bosques de secos de Cerro Negro-Cazaderos, Occidente de la provincia de Loja*. Vol. 8(2). 2005. p. 9-24
- [16] BEST, B., KESSLER, M. *Biodiversity and Conservation in Tumbesian Ecuador and Peru*. BirdLife I. BirdLife International, Wellbrook Court, Girton Road, Cambridge CB3 0NA, U.K. 1995. p. 218.
- [17] LINARES-PALOMINO, R., et al. *Diversity and endemism of woody plant species in the Equatorial Pacific seasonally dry forests*. Biodiversity and Conservation. 2010. p. 169-185.
- [18] LINARES-PALOMINO, R., et al. *Neotropical Seasonally Dry Forests: Diversity, Endemism and Biogeography of Woody Plants*. En: DIRZO, R., et al. (eds.). *Seasonally Dry Tropical Forests: Ecology and Conservation*. Island Press. Washington, DC 20009, USA. 2011. p. 3-21.
- [19] ALBUJA, L. (Ed.). *Biodiversidad de los valles secos interandinos del Ecuador*. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. 2011.
- [20] SÁNCHEZ, O., et al. *Usos maderables y no maderables de los bosques secos de la provincia de Loja*. Lyona. Vol 10(2). 2006.
- [21] RZEDOWSKI, J., CALDERÓN, G. *Flora de Veracruz - BURSERACEAE*. Instituto de Ecología. Veracruz, México. ISBN: 968-7213-86-8.1996. p. 18-21.
- [22] VÁSQUEZ, M.A., et al. (Eds.). *Biodiversidad en los bosques secos del suroccidente de la provincia de Loja: un reporte de las evaluaciones ecológicas y socioeconómicas rápidas*. EcoCiencia. Ministerio del Ambiente, Herbario LOJA y Proyecto Bosque Seco. Quito. 2001
- [23] AGUIRRE, M., et al. (Eds.). *Botánica austroecuatorial: estudios sobre los recursos vegetales en las provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe*. Danida. Quito. 2002.
- [24] MOTTO, P. *Plantas medicinales del bosque seco: cantón Zapotillo y Macará*. UE – COSV, UNL. Loja. 2006
- [25] GONZÁLEZ, E., et al. *Especies forestales del bosque seco "Cerro Negro – Cazaderos": Zapotillo – Puyando – Loja, Ecuador*. Fundación Ecológica Arcoiris. Loja. 2005.

- [26] CHAMBA, J. *Propagación en vivero de seis especies forestales promisorias de la zona seca de la provincia de Loja*. Tesis Ing. For. UNL. Loja. 2002.
- [27] MALDONADO, N. *Clima y vegetación de la región sur del Ecuador*. En AGUIRRE M., et al. (eds.), *Botánica Austroecuatorialiana — Estudios sobre los Recursos Vegetales en las Provincias de El Oro, Loja y Zamora-Chinchipe*. Ediciones Abya Yala, Quito. 2002. p. 1-28.
- [28] BORJA, C. y LASSO, S. *Plantas nativas para reforestación en el Ecuador*. Fundación Natura. AID-EDUNAT III. Quito. 1990
- [29] LINDAO, R. y STOTHERT, K.E. *El uso vernáculo de los árboles y plantas en la Península de Santa Elena*. Fundación Pro-Pueblo, Cemento Nacional, Banco Central del Ecuador, Guayaquil. 1994.
- [30] DarwinNet. 2005. *Manual divulgativo de especies forestales de la reserva de Biosfera del Noroeste*. I.N. de R. N. Tumbes-Perú 2002.
- [31] MARRUGO, J.C. *Bursera graveolens (Kunth) Triana & Planch – Burseraceae*. [En línea]. Herbario “Gabriel Gutierrez V.”. Meldel. [ref. 12 de abril de 2013]. Disponible en <http://herbario.medellin.unal.edu.co/MEDEL/?controlador=ShowObject&accion=show&id=2097> Web:
- [32] CRUZ, H. *De dónde se extrae el incienso*. [En línea]. Revista Journal of Applied Ecology, de la Sociedad Británica de Ecología (BES). [ref. 22 de abril de 2013]. Disponible en <http://www.bfa.fcnym.unlp.edu.ar/catalogos/revistas/ver/?RA=001271> Web:
- [33] FABRIZIO. *Palo santo bursera graveolens, the holy wood*. [En línea]. Alternatives for Healing LLC. Ecuador at your hands. 2011. [ref. 26 de abril de 2013]. Disponible en <http://www.alternativesforhealing.com/articles/PALO-SANTO-BURSEREA.pdf> Web:
- [34] VALAREZO, E., et al. *Aceites Esenciales – Plantas aromáticas de sur del Ecuador*. Planta de Productos Naturales UTPL. Rev. Malagón, O. ISBN-978-9942-00-355. 2008. p. 30-33
- [35] LEYVA, M. *Composición química del aceite esencial de hojas y tallos de Bursera graveolens (BURSERACEAE) DE COLOMBIA*. Scientia et Technica Año XIII, No 33. UTP. ISSN 0122-1701. 2007.
- [36] UTPL. *Informe de avance en indicadores propuestos de línea base de proyecto palo santo*. Departamento de Química – Sección Ingeniería de procesos. Loja-Ecuador. 201

- [37] SUN, J. *D-Limonene: Safety and Clinical Applications*. Alternative Medicine Review. Vol. 12. Nº 3. 2007. p. 259.
- [38] *Table II.4:  $\alpha$ -Phellandrene and  $\beta$ -Sesquiphellandrene*. [En línea]. [re. 04 de mayo del 2012]. Disponible en Web: [http://www.turmeric.poocini.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2529:alpha-phellandrene-and-beta-sesquiphellandrene&catid=615&Itemid=1183](http://www.turmeric.poocini.org/index.php?option=com_content&view=article&id=2529:alpha-phellandrene-and-beta-sesquiphellandrene&catid=615&Itemid=1183)
- [39] OLIVEIRA, et al.  *$\alpha$ -terpineol reduces mechanical hypernociception and inflammatory response*. Department of Physiology - Federal University of Sergipe, Aracaju, SE. Brazil. 2012.
- [40] VILA, R., CAÑIGUERAL, S. *El aceite esencial de Melaleuca alternifolia en el tratamiento de la vulvovaginitis*. Unidad de Farmacología y Farmacognosia. Facultad de farmacia. Universidad de Barcelona – España. Revista de Fitoterapia. 6 (2). 2006. p. 119-128
- [41] ANDERSON, I., et al. "*Pennyroyal toxicity: Measurement of toxic metabolite levels in two cases and review of the literature*". Annals of internal medicine. 124 (8). (1996). p. 726–34.
- [42] MONCAYO, M. *Monografía del cantón Zapotillo de la Provincia de Loja*. Trabajo de fin de titulación. Director. MENA, C. Universidad Técnica Particular de Loja. Loja-Ecuador. 2012. p. 18-22.
- [43] ADE. Cueva, J. *Plan de aprovechamiento – Recolección de frutos de palo Santo (Bursera graveolens). Cantón Zapotillo – Provincia de Loja*. 2012.
- [44] ADE. Cueva, J. *Plan de aprovechamiento – Recolección de frutos de palo Santo (Bursera graveolens). Cantón Zapotillo – Provincia de Loja*. 2011.
- [45] CUEVA, J. *Recolección de frutos de palo santo (bursera graveolens) cantón zapotillo - provincia de Loja*. Plan de aprovechamiento. 2012.
- [46] UTPL. *Informe para el ministerio*. Departamento de Química – Sección Ingeniería de procesos. Loja, Ecuador. 2010.
- [47] UTPL. *Contrato de Cooperación PPP*. Fundación Agencia de Desarrollo Empresarial (ADE-Loja) y Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Loja, Ecuador. 2012.
- [48] HIGHET, J. *Frankincense futures*. Middle East. 383. 2007. p. 54-56.
- [49] KIM, K. *The age of incense*. [En línea]. Healing Arts Guide Spring. 2004. [ref. 02 de Abril del 2013]. Disponible en Web: <http://www.healingartsguide.com/sites/healingarts.pdf>.
- [50] NEEDHAM, J. *In Science and civilization in China*. Volume 5. Cambridge: Cambridge University Press. 1974. p. 2

- [51] WECKERLE, C., et al. *Plant knowledge of the Shuhi in the Hengduan Mountains*. Southwest - China. Economic Botany. 2006. p. 3-23.
- [52] STAUB *et al.* *Incense and ritual plant use in Southwest China: A case study among the Bai in Shaxi*. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine. 2011. p. 7-43.
- [53] BEDINI, S. *The Trail of Time: time measurement with incense in East Asia*. Cambridge: Cambridge University Press. 1994.
- [54] MOERAN, B. *Making Scents of Smell: Manufacturing Incense in Japan*. Creative encounters. 2007. p. 1-27.
- [55] DEON, M. *Elaboración artesanal de sahumerios*. Escritos sobre Manualidades y Artesanías. Instituto de Ciencias Superiores. Revista Crecimiento Interior. Nº 86. 2004.
- [56] NEAL, C. *Haciendo Inciensos: Preparacion y uso de las Esencias Magicas*. ISBN: 0-7387-0655-8. 1965. p. 59-70.
- [57] PORTON ARTESANO. [En línea]. [ref. 02 de mayo del 2013]. Disponible en: <http://www.portonartesano.com.ar/modules.php?name=Forums&file=viewtopic&t=1087&nombre=como-hacer-sahumerios>
- [58] SALEH, M. *Incense... the perfume of life*. Yemen Times. Nº 873. ISSN: 15640434. 2005.
- [59] GEBREHIWOt, K., et al. *Boswellia papyrifera (Del.) Hochst: a tropical key species in northern Ethiopia*. Conference on International Agricultural Research for Development. Deutscher – Tropentag. 2002.
- [60] GABO. *Como Fabricar Incienso*. [En línea]. Café Wiccano. [ref. 02 de mayo del 2013]. Disponible en Web: <http://cafewiccano.blogspot.com/2006/09/como-fabricar-incienso.html>
- [61] *Portal Holístico de Medicina Natural*. [En línea]. Instituto Gentenatural. [ref. 02 de abril del 2013]. Disponible en Web: <http://www.gentenatural.com/>
- [62] RIBA, C. *Diseño concurrente*. Universidad politécnica de Catalunya. 1ra. Ed. ISBN: 84-8301-598-6. 2002. p. 187.
- [63] JUMBO, G. *Investigación en desarrollo de subproductos a partir de aceite esencial de palo santo*. Universidad Técnica Particular de Loja – Sección Ingeniería de procesos. 2012.
- [64] DIAZ, A. *Diseño estadístico de experimentos*. 2da. Ed. Colombia: Universidad de Antioquía, 2009. 277p. ISBN: 978-958-714-264-8.
- [65] COULSUN, J. *Ingeniería química: operaciones básicas*. 1ra Ed. España: Reverté S.A, 2003. 1023p, ISBN: 84-291-7136-3.

- [66] VAZQUEZ, E. *Materiales cerámicos: propiedades, aplicaciones y elaboración*. 1ra Ed. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2005. ISBN: 970-32-2478-4.
- [67] MIRANDA, J. *Gestión de proyectos: evaluación financiera económica social ambiental*. 5a.ed. Bogotá: MM editores, 2005. XXII, 438p. il. ISBN: 958-96227-2-0.
- [68] TORRES, D., et al. *Esponjas cerámicas de bentonita: efecto del carboximetilCelulosa de sodio en su síntesis*. IBEROMET. Chile. 2010

## ANEXOS

### ANEXO 1

Fórmula de cálculo para tamaño de muestra de una población, para encuestas de demanda.

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

En donde:

N = tamaño de la población (175077 habitantes en la ciudad de Loja)

Z = nivel de confianza, (1,96)

P = probabilidad de éxito, o proporción esperada (0,95)

Q = probabilidad de fracaso (0,05)

D = precisión (0,03)

**n = 202 encuestas de demanda**

Tamaño de población para encuestas de oferta

N = tamaño de la población (30 locales que venden incienso en la ciudad de Loja)

Z = nivel de confianza, (1,96)

P = probabilidad de éxito, o proporción esperada (0,95)

Q = probabilidad de fracaso (0,05)

D = precisión (0,03)

**n = 26 encuestas de oferta**

## ANEXO 2

### ENCUESTA DE OFERTA

Estimado(a), su opinión es muy importante para nosotros y con su ayuda lograremos conocer la factibilidad de la implantación de una planta piloto de elaboración de inciensos a base a aceite esencial de palo santo en la región sur del país (Provincia de Loja), por lo cual le pedimos conteste por favor este cuestionario.

#### Instrucción:

Marque con una (x) según corresponda en cada pregunta:

ENCUESTA N°

ESTABLECIMIENTO: \_\_\_\_\_

DIRECCIÓN DE ESTABLECIMIENTO:

\_\_\_\_\_

#### 1. En qué sector de la actividad económica se desempeña:

- Distribuidores ( )
- Comerciante mayorista ( )
- Comerciante minorista ( )
- Otro ( )

¿Cuál? \_\_\_\_\_

#### 2. ¿Qué cantidad de incienso vende mensualmente?

Especificación	Cantidad vendida/ mensual
Por unidades	
Por cajas	

#### 3. ¿En los últimos 5 años cual ha sido la tendencia de los precios de incienso?

- A la baja ( )
- Estable ( )
- A la alza ( )

#### 4. Durante los últimos 5 años, las ventas de incienso han sido:

- Crecientes ( )
- Decrecientes ( )
- Estables ( )

#### 5. El incienso que expende es de procedencia:

- Nacional ( )
- Extranjera ( )

#### 6. ¿De qué región o ciudad compra el producto?

- Región Sur del País ( )
- Región Centro ( )
- Región Norte ( )

#### 7. Usted adquiere el incienso por razones de:

- Bajos precios ( )
- Buen producto ( )
- Seriedad y cumplimiento ( )
- Ubicación Geográfica (distancia) ( )

**8. ¿Cree usted conveniente la implantación de una planta piloto de incienso en la región sur del país (Provincia de Loja)?**

- Si ( )
- No ( )

¿Porque? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**9. Si la planta estuviera en producción, ¿qué probabilidades habría de que adquiera para la venta este producto?**

- Extremadamente probable ( )
- Muy probable ( )
- Moderadamente probable ( )
- Ligeramente probable ( )
- Para nada probable ( )

**10. ¿Qué márgenes de comercialización usted demanda?**

- Del 1 al 5 % ( )
- Del 5 al 10 % ( )
- Del 10 al 15 % ( )

Otro Especifique:  
\_\_\_\_\_

**11. ¿Con que frecuencia desea que se entregue el producto a su establecimiento?**

- Semanal ( )
- Mensual ( )
- Trimestral ( )
- Semestral ( )
- Anual ( )

**AGRADECEMOS SU COLABORACION**

## ENCUESTA DE DEMANDA

Estimado(a), su opinión es muy importante para nosotros y con su ayuda lograremos conocer si es factible o no la implantación de una planta piloto de elaboración de incienso a base a aceite esencial de palo santo en la región sur del país (Provincia de Loja), por lo cual le pedimos conteste por favor estas breves preguntas.

Instrucción:

Por favor marque con una ( X ) en el paréntesis de cada una de las preguntas, según corresponda.

1. **¿Hace que tiempo Ud. compra incienso?**  
6 meses a 1 año ( )                      4 a 6 años ( )  
2 a 4 años ( )                              más de 6 años ( )
2. **Compra habitualmente incienso en almacenes:**  
Locales ( )                              De otras ciudades ( )  
Otro ( )                                      ¿Cuál? \_\_\_\_\_
3. **¿Con qué frecuencia Ud. compra incienso?**  
Semanalmente ( )                              Mensualmente ( )  
Trimestralmente ( )                              Semestralmente ( )
4. **¿Cuál de las siguientes opciones de incienso, consume con mayor frecuencia?**  
Por unidades ( )                              Por cajas ( )  
Cantidad.....                              Cantidad.....
5. **¿Qué precio estaría dispuesto a pagar por incienso de las siguientes opciones?**  
Por unidades:                      \$ 0.10 a \$0.15 ( )                      \$0.15 a \$0.25 ( )  
Por cajas (6uni.)                      \$ 0.40 a \$0.60 ( )                      \$0.60 a \$0.75 ( )
6. **¿Conoce Ud. alguna planta piloto de incienso que esté ubicada en la región sur del país?**  
Si ( )                              ¿Cuál? \_\_\_\_\_  
No ( )
7. **¿Le atrae la idea de que exista una planta piloto en la región sur del país, específicamente en la Provincia de Loja?**  
Si ( )  
No ( )                              ¿Por qué? \_\_\_\_\_
8. **¿Qué tan interesado está Ud. en comprar el producto de incienso de esta empresa?**  
Muy interesado ( )                              Poco ( )  
Interesado ( )                              Nada ( )  
Medianamente ( )

AGRADECEMOS SU COLABORACION

### ANEXO 3

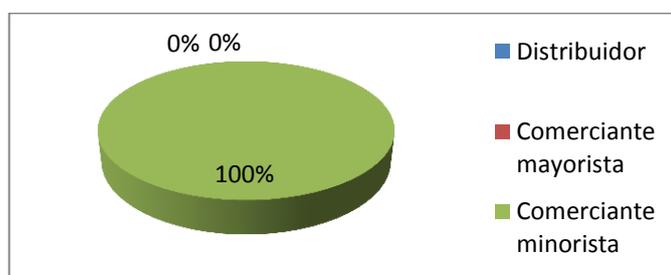
#### TABULACIÓN DE ENCUESTA DE OFERTA

La presente tabulación muestra el nivel de producción, consumo e interés de la colectividad tanto de ofertantes como demandantes en lo concerniente a la implantación de una planta piloto de fabricación de incienso en la región sur del País (Prov. de Loja).

#### 1. En qué sector de la actividad económica se desempeña:

La Fig. 1 indica que el 100 % de los ofertantes de incienso en la ciudad de Loja son comerciantes minoristas.

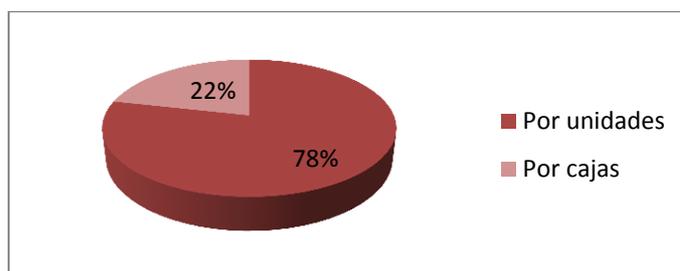
Fig. 1 Gráfica de porcentaje de la actividad económica que desempeña los ofertantes de incienso



#### 2. ¿Qué cantidad de incienso vende mensualmente?

La fig. 2 muestra que el 78 % de los inciensos los venden por cajas; mientras que el 22% se venden por unidades.

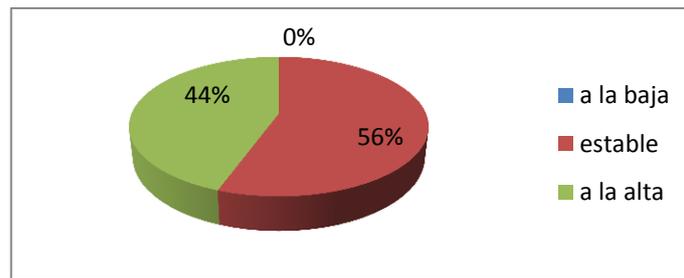
Fig. 2 Gráfica de porcentaje de la cantidad de incienso que se vende mensualmente



#### 3. ¿En los últimos 5 años cual ha sido la tendencia de los precios de incienso?

La Fig. 3 indica que un 56 % de los comerciantes dicen que los precios ofertados han estado estables durante los últimos 5 años; mientras que 44 % indican que los precios han estado a la alta.

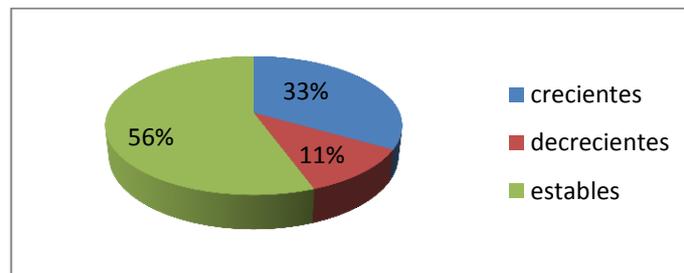
Fig. 3 Gráfica de porcentaje de la tendencia de los precios de los incienso en los últimos 5 años.



**4. Durante los últimos 5 años, las ventas de incienso han sido:**

La fig. 4 indica el porcentaje de las ventas del incienso, mostrando que un 56 % de los ofertantes dicen que han estado estables, el 33 % dice que han sido crecientes y un 11% son decrecientes.

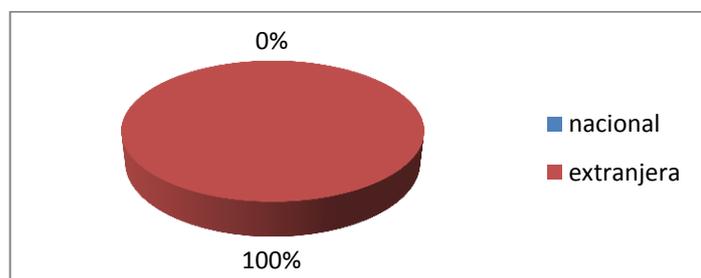
Fig. 4 Gráfica de porcentaje de las ventas de incienso en los últimos 5 años.



**5. El incienso que expende es de procedencia:**

La fig. 5 indica que el 100 % del incienso que se expende en el país de procedencia extranjera.

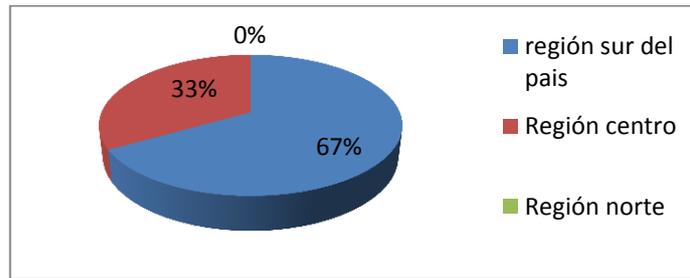
Fig. 5 Gráfica de porcentaje de la procedencia del incienso que se expende.



**6. ¿De qué región o ciudad compra el producto?**

La fig. 6 indica que el 67 % de los ofertantes compra el incienso de distribuidores que llegan a la región sur del país; mientras que un 33 % dice que los distribuidores provienen de la región centro del país.

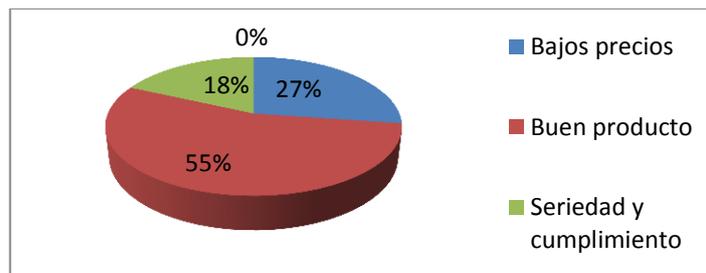
Fig. 6 Gráfica de porcentaje de la región de donde se distribuye el producto.



**7. Usted adquiere el incienso por razones de:**

La fig. 7 muestra que el 55 % de los ofertantes adquiere el producto por razones de ser un buen producto, el 27 % dicen que lo compra por precios bajos, y el 18 % por seriedad y cumplimiento.

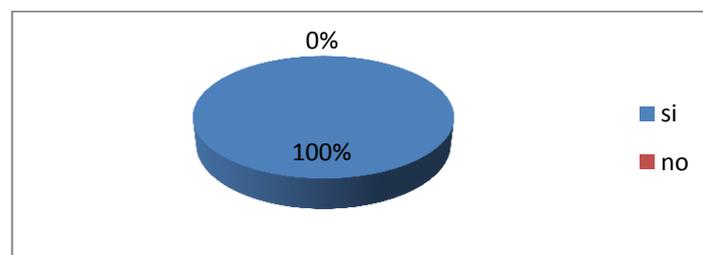
Fig. 7 Gráfica de porcentaje de las razones por la que se adquiere el incienso.



**8. ¿Cree usted conveniente la implantación de una planta piloto de incienso en la región sur del país (Provincia de Loja)?**

La fig. 8 muestra que el 100 % de los ofertantes están de acuerdo con la implantación de una planta piloto de incienso en la región sur del país.

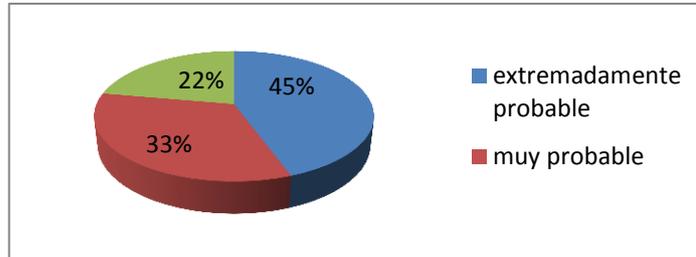
Fig. 8 Gráfica de porcentaje de conveniencia de implantar una planta piloto de incienso.



**9. Si la planta estuviera en producción, ¿qué probabilidades habría de que adquiriera para la venta este producto?**

La fig. 9 muestra que el 45 % de los ofertantes dice que la probabilidad que adquiera el este producto es extremadamente probable, el 33 % dice que es muy probable y el 22 % indica que sería moderadamente probable la compra de este producto.

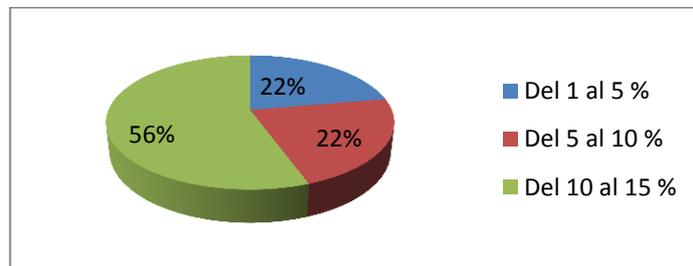
Fig. 9 Gráfica de porcentaje de probabilidad de adquirir el incienso.



**10. ¿Qué márgenes de comercialización usted demanda?**

La fig. 10 muestra que el 56 % de los ofertantes dicen que los márgenes de comercialización que se maneja son del 10 al 15 %; mientras que un 22 % de los ofertantes dice que va desde el 1 al 5 % y del 5 al 10 %.

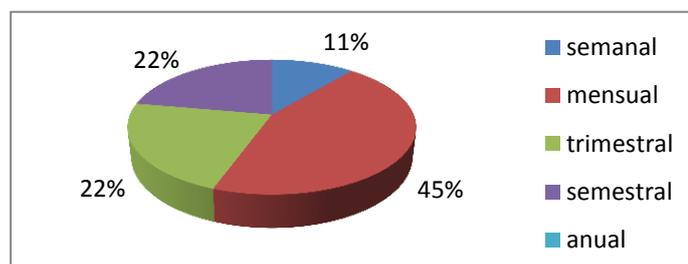
Fig. 10 Gráfica de porcentaje de márgenes de comercialización del incienso.



**11. ¿Con que frecuencia desea que se entregue el producto a su establecimiento?**

La fig. 11 indica que el 45 % de los ofertantes desearía que se entregue el producto mensualmente, el 22 % desea que se le entregue trimestral y semestral; mientras que el 11 % desea que se le entregue semanalmente.

Fig. 11 Gráfica de porcentaje de frecuencia de entrega del producto.

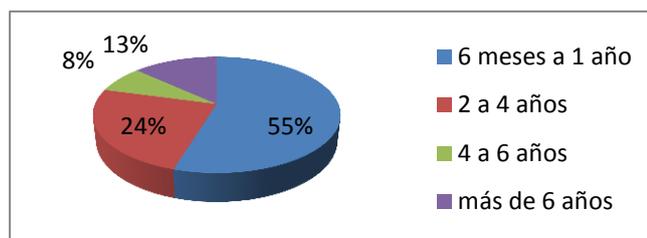


## TABULACIÓN DE ENCUESTA DE DEMANDA

### 1. ¿Hace que tiempo Ud. compra incienso?

La fig. 12 muestra que el 55 % de los demandantes compra el incienso hace 1 año aproximadamente; mientras que el 24 % lo compra ya hace 4 años.

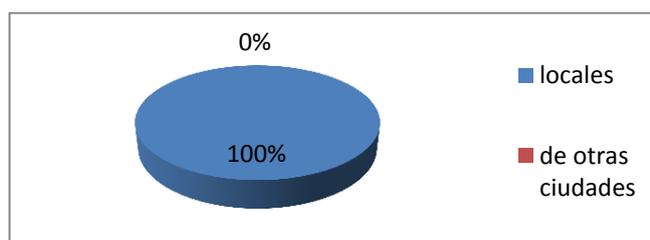
Fig. 12 Gráfica de porcentaje de hace que tiempo se consume incienso.



### 2. Compra habitualmente incienso en almacenes:

La fig. 13 muestra que el 100 % de los demandantes lo compra al incienso en almacenes locales.

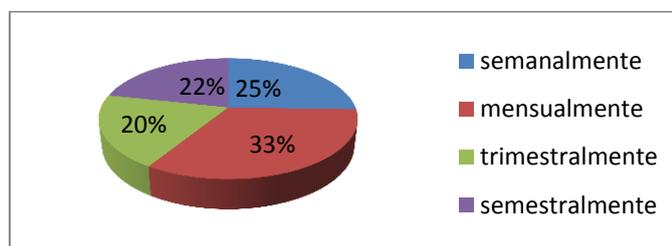
Fig. 13 Gráfica de porcentaje del lugar de donde se compra el incienso.



### 3. ¿Con qué frecuencia Ud. compra incienso?

La fig. 14 muestra que el 33 % de los demandantes compra incienso mensualmente; el 25 % semanalmente, el 20 % trimestralmente y el 22 % semestralmente.

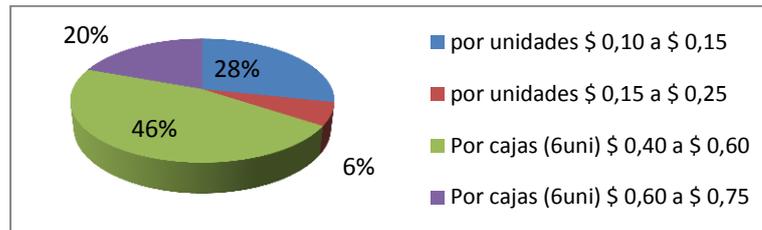
Fig. 14 Gráfica de porcentaje de frecuencia de compra de incienso.



### 4. ¿Qué precio estaría dispuesto a pagar por incienso de las siguientes opciones?

La fig. 15 muestra que el 46 % de los consumidores está dispuesto a pagar por cajas de \$ 0,40 a \$ 0,60 y por unidades el 28 % de los consumidores está dispuesto a pagar por unidades de incienso a \$ 0,10 a \$ 0,15.

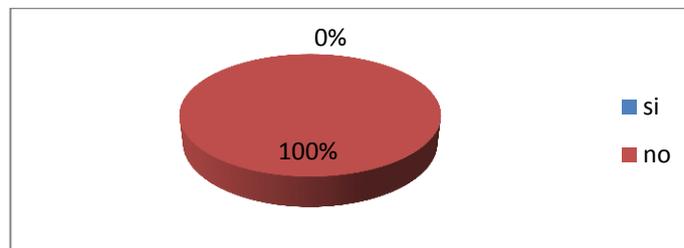
Fig. 15 Gráfica de porcentaje de los precios dispuestos a pagar del incienso.



**5. ¿Conoce Ud. alguna planta piloto de inciensos que esté ubicada en la región sur del país?**

La fig. 16 muestra que el 100 % de los demandantes no conoce de la existencia de una planta piloto que produzca incienso que se encuentre ubicada en la región sur del país.

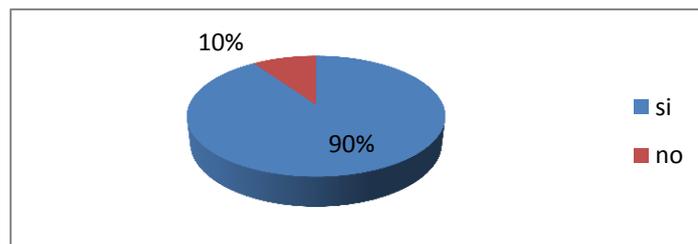
Fig. 16 Gráfica de porcentaje sobre si conoce de la existencia de una planta piloto en la región sur del país.



**6. ¿Le atrae la idea de que exista una planta piloto en la región sur del país, específicamente en la Provincia de Loja?**

La fig. 17 muestra que el 90 % de los demandantes le atrae la idea de que exista una planta piloto de producción de incienso en la región sur del país.

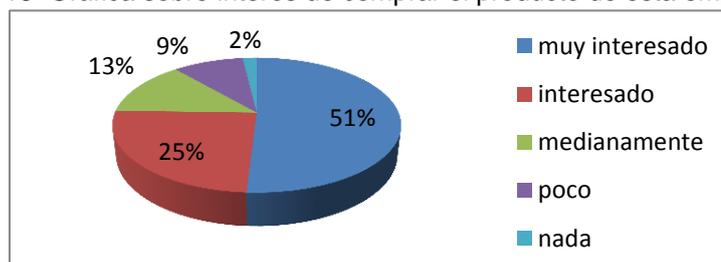
Fig. 17 Gráfica sobre interés la existencia de una planta piloto en la región sur del país.



**7. ¿Qué tan interesado está Ud. en comprar el producto de incienso de esta empresa?**

La fig. 18 muestra que el 51 % de los consumidores está muy interesado en adquirir el producto.

Fig. 18 Gráfica sobre interés de comprar el producto de esta empresa.



#### ANEXO 4

La Tabla 1 proporciona información acerca de los costos por kilo de cada materia prima, evaluados al mes y al año; considerando una producción de 10000 baritas de incienso al mes. Cabe mencionar que todo el balance del flujo neto de caja está evaluado en periodos anuales.

Tabla 1. Costo de materia prima

<b>Materia Prima</b>	<b>Costo x kilo (USD)</b>	<b>Cantidad en kilos (Kg)</b>	<b>Costos al mes (USD)</b>	<b>Costos al año (USD)</b>
Residuo de palo santo	0	12,5	0	0
CMC	13,5	0,81	10,94	131,22
CaCO <sub>3</sub>	1,5	0,88	1,32	15,84
KNO <sub>3</sub>	16	0,88	14,08	168,96
Sándalo	75,61	0,63	47,26	567,08
Aceite esencial de palo santo	200	3	600	7200
Aceite esencial de hierba luisa	79,06	1,5	118,59	1423,08
<b>TOTAL (USD)</b>			792,18	9506,18

La Tabla 2 indica los costos de producción; en el cual se consideran los costos que involucran poner en marcha la producción, los costos administrativos y costos de ventas.

Tabla 2. Costos de producción, de administración y de venta

<b>COSTOS DE PRODUCCION</b>	
<b>CONCEPTO</b>	<b>COSTO</b>
Materia Prima	9506,18
Otros Materiales (Eq. Seguridad)	50,00
Energía Eléctrica	50,00
Mano de Obra Directa	381,60
Mantenimiento	50,00
Depreciación	340,00
<b>TOTAL</b>	<b>10.677,78</b>

<b>COSTOS DE ADMINISTRACION</b>	
<b>CONCEPTO</b>	<b>COSTO</b>
Gastos de Oficina	100,00
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>

<b>COSTO TOTAL DE OPERACIÓN</b>	
<b>CONCEPTO</b>	<b>COSTO</b>
COSTOS DE PRODUCCIÓN	10.677,78
COSTOS DE ADMINISTRACIÓN	100,00
COSTOS DE VENTA	250,00
<b>TOTAL</b>	<b>11.027,78</b>

<b>COSTOS DE VENTA</b>	
<b>CONCEPTO</b>	<b>GASTOS</b>
Publicidad	100,00
Operación de Vehículos	150,00
<b>TOTAL</b>	<b>250,00</b>

La Tabla 3. Muestra el cuadro de ventas para una producción inicial de 10000 varitas de incienso al mes; es decir 120000 varitas de incienso al año; considerando un aumento de 150 varitas al mes a partir del segundo año. El precio estimado, según el estudio de mercado está en \$ 0.15, con un incremento anual del 10,0 %.

Tabla 3. Cuadro de ventas para los 11 años de vida útil del proyecto

CUADRO DE VENTAS												
PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Cantidades (unidades)</b>	0	120.000,00	121.800,00	123.600,00	125.400,00	127.200,00	129.000,00	130.800,00	132.600,00	134.400,00	136.200,00	0
<b>ventas (miles)</b>	0	18.000,00	20.097,00	22.433,40	25.036,11	27.935,03	31.163,37	34.758,03	38.759,98	43.214,75	48.172,87	0

A continuación la Tabla 4 proporciona el flujo de caja. La cual muestra los periodos de vida útil del proyecto y el periodo en el que se recupera la inversión.

Tabla 4. Flujo neto caja

DESCRIPCION	0	PERIODOS											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
INVERSIONES													
Activos fijos	-3.400,00												
Activos diferidos	0,00												
k. trabajo	-1.000,00												
crédito	13.327,78												
ingresos		18.000,00	20.097,00	22.433,40	25.036,11	27.935,03	31.163,37	34.758,03	38.759,98	43.214,75	48.172,87		
Egresos		-11.027,78	-12.130,55	-13.343,61	-14.677,97	-16.145,77	-17.760,34	-19.536,38	-21.490,01	-23.639,02	-26.002,92		
Dep y amortización		-340,00	-340,00	-340,00	-340,00	-340,00	-340,00	-340,00	-340,00	-340,00	-340,00		
Costos financieros (intereses)		-938,12	-591,49	-215,46									
UAI		5.694,11	7.034,96	8.534,33	10.018,14	11.449,26	13.063,03	14.881,65	16.929,97	19.235,74	21.829,95		
15 % particip trabaj		-854,12	-1.055,24	-1.280,15	-1.502,72	-1.717,39	-1.959,45	-2.232,25	-2.539,50	-2.885,36	-3.274,49		
25% impuesto renta		-1.210,00	-1.494,93	-1.813,55	-2.128,86	-2.432,97	-2.775,89	-3.162,35	-3.597,62	-4.087,59	-4.638,87		
UDI		3.629,99	4.484,79	5.440,64	6.386,57	7.298,90	8.327,68	9.487,05	10.792,86	12.262,78	13.916,60		
Reserva legal (10%)		-363,00	-448,48	-544,06	-638,66	-729,89	-832,77	-948,71	-1.079,29	-1.226,28	-1.391,66		
Utilidad por distribuir		3.266,99	4.036,31	4.896,57	5.747,91	6.569,01	7.494,91	8.538,35	9.713,57	11.036,50	12.524,94		
Reserva legal		363,00	448,48	544,06	638,66	729,89	832,77	948,71	1.079,29	1.226,28	1.391,66		
Dep y amortización		340,00	340,00	340,00	340,00	340,00	340,00	340,00	340,00	340,00	340,00		
Pago crédito		-5.024,28	-5.024,28	-5.024,28									
Recup captila trabajo												1.000,00	
valor salvamento													
<b>FNE</b>	<b>8.927,78</b>	<b>-1.054,29</b>	<b>-199,50</b>	<b>756,36</b>	<b>6.726,57</b>	<b>7.638,90</b>	<b>8.667,68</b>	<b>9.827,05</b>	<b>11.132,86</b>	<b>12.602,78</b>	<b>15.256,60</b>		

La Tabla 5 muestra el valor actual neto, el cual si es negativo indica que el proyecto no es factible económicamente.

Tabla 5. Valor actual neto (VAN)

PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
FNE	8.927,78	-1.054,29	-199,50	756,36	6.726,57	7.638,90	8.667,68	9.827,05	11.132,86	12.602,78	15.256,60	
VAN	8927,78	-924,33	-153,34	509,71	3974,29	3956,98	3936,43	3912,82	3886,33	3857,15	4093,78	0,00
<b>VAN</b>	<b>35.977,60</b>											

La Tabla 6 muestra la relación de beneficio/costo del proyecto.

Tabla 6. Relación beneficio costo

PERIODO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>COSTOS</b>	11.027,78	12.130,55	13.343,61	14.677,97	16.145,77	17.760,34	19.536,38	21.490,01	23.639,02	26.002,92	0,00
<b>Total=</b>	175.754,33										
<b>INGRESOS</b>	18.000,00	20.097,00	22.433,40	25.036,11	27.935,03	31.163,37	34.758,03	38.759,98	43.214,75	48.172,87	0,00
	15781,17	15447,72	15118,02	14792,22	14470,46	14152,86	13839,54	13530,59	13226,10	12926,14	0
<b>Total=</b>	143284,8134										

**Relación costo-beneficio**

**B/C= 81,53**

## ANEXO 5

**Tabla 5. VALORES F DE LA DISTRIBUCIÓN F DE FISHER**

$1 - \alpha = 0.95$                        $v_1$  = grados de libertad del numerador  
 $1 - \alpha = P ( F \leq f_{\alpha, v_1, v_2} )$        $v_2$  = grados de libertad del denominador

$v_2 \backslash v_1$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	161.446	199.499	215.707	224.583	230.160	233.988	236.767	238.884	240.543	241.882	242.981	243.905	244.690	245.363	245.949	246.466	246.917	247.324	247.688	248.016
2	18.513	19.000	19.164	19.247	19.296	19.329	19.353	19.371	19.385	19.396	19.405	19.412	19.419	19.424	19.429	19.433	19.437	19.440	19.443	19.446
3	10.128	9.552	9.277	9.117	9.013	8.941	8.887	8.845	8.812	8.785	8.763	8.745	8.729	8.715	8.703	8.692	8.683	8.675	8.667	8.660
4	7.709	6.944	6.591	6.388	6.256	6.163	6.094	6.041	5.999	5.964	5.936	5.912	5.891	5.873	5.858	5.844	5.832	5.821	5.811	5.803
5	6.608	5.786	5.409	5.192	5.050	4.950	4.876	4.818	4.772	4.735	4.704	4.678	4.655	4.636	4.619	4.604	4.590	4.579	4.568	4.558
6	5.987	5.143	4.757	4.534	4.387	4.284	4.207	4.147	4.099	4.060	4.027	4.000	3.976	3.956	3.938	3.922	3.908	3.896	3.884	3.874
7	5.591	4.737	4.347	4.120	3.972	3.866	3.787	3.726	3.677	3.637	3.603	3.575	3.550	3.529	3.511	3.494	3.480	3.467	3.455	3.445
8	5.318	4.459	4.066	3.838	3.688	3.581	3.500	3.438	3.388	3.347	3.313	3.284	3.259	3.237	3.218	3.202	3.187	3.173	3.161	3.150
9	5.117	4.256	3.863	3.633	3.482	3.374	3.293	3.230	3.179	3.137	3.102	3.073	3.048	3.025	3.006	2.989	2.974	2.960	2.948	2.936
10	4.965	4.103	3.708	3.478	3.326	3.217	3.135	3.072	3.020	2.978	2.943	2.913	2.887	2.865	2.845	2.828	2.812	2.798	2.785	2.774
11	4.844	3.982	3.587	3.357	3.204	3.095	3.012	2.948	2.896	2.854	2.818	2.788	2.761	2.739	2.719	2.701	2.685	2.671	2.658	2.646
12	4.747	3.885	3.490	3.259	3.106	2.996	2.913	2.849	2.796	2.753	2.717	2.687	2.660	2.637	2.617	2.599	2.583	2.568	2.555	2.544
13	4.667	3.806	3.411	3.179	3.025	2.915	2.832	2.767	2.714	2.671	2.635	2.604	2.577	2.554	2.533	2.515	2.499	2.484	2.471	2.459
14	4.600	3.739	3.344	3.112	2.958	2.848	2.764	2.699	2.646	2.602	2.565	2.534	2.507	2.484	2.463	2.445	2.428	2.413	2.400	2.388
15	4.543	3.682	3.287	3.056	2.901	2.790	2.707	2.641	2.588	2.544	2.507	2.475	2.448	2.424	2.403	2.385	2.368	2.353	2.340	2.328
16	4.494	3.634	3.239	3.007	2.852	2.741	2.657	2.591	2.538	2.494	2.456	2.425	2.397	2.373	2.352	2.333	2.317	2.302	2.288	2.276
17	4.451	3.592	3.197	2.965	2.810	2.699	2.614	2.548	2.494	2.450	2.412	2.381	2.353	2.329	2.308	2.289	2.272	2.257	2.243	2.230
18	4.414	3.555	3.160	2.928	2.773	2.661	2.577	2.510	2.456	2.412	2.374	2.342	2.314	2.290	2.269	2.250	2.233	2.217	2.203	2.191
19	4.381	3.522	3.127	2.895	2.740	2.628	2.544	2.477	2.423	2.378	2.340	2.308	2.280	2.256	2.234	2.215	2.198	2.182	2.168	2.155
20	4.351	3.493	3.098	2.866	2.711	2.599	2.514	2.447	2.393	2.348	2.310	2.278	2.250	2.225	2.203	2.184	2.167	2.151	2.137	2.124
21	4.325	3.467	3.072	2.840	2.685	2.573	2.488	2.420	2.366	2.321	2.283	2.250	2.222	2.197	2.176	2.156	2.139	2.123	2.109	2.096
22	4.301	3.443	3.048	2.817	2.661	2.549	2.464	2.397	2.342	2.297	2.259	2.226	2.198	2.173	2.151	2.131	2.114	2.098	2.084	2.071
23	4.279	3.422	3.028	2.796	2.640	2.528	2.442	2.375	2.320	2.275	2.236	2.204	2.175	2.150	2.128	2.109	2.091	2.075	2.061	2.048
24	4.260	3.403	3.009	2.776	2.620	2.508	2.423	2.355	2.300	2.255	2.216	2.183	2.155	2.130	2.108	2.088	2.070	2.054	2.040	2.027
25	4.242	3.385	2.991	2.759	2.603	2.490	2.405	2.337	2.282	2.236	2.198	2.165	2.136	2.111	2.089	2.069	2.051	2.035	2.021	2.007
26	4.225	3.369	2.975	2.743	2.587	2.474	2.388	2.321	2.265	2.220	2.181	2.148	2.119	2.094	2.072	2.052	2.034	2.018	2.003	1.990
27	4.210	3.354	2.960	2.728	2.572	2.459	2.373	2.305	2.250	2.204	2.166	2.132	2.103	2.078	2.056	2.036	2.018	2.002	1.987	1.974
28	4.196	3.340	2.947	2.714	2.558	2.445	2.359	2.291	2.236	2.190	2.151	2.118	2.089	2.064	2.041	2.021	2.003	1.987	1.972	1.959
29	4.183	3.328	2.934	2.701	2.545	2.432	2.346	2.278	2.223	2.177	2.138	2.104	2.075	2.050	2.027	2.007	1.989	1.973	1.958	1.945
30	4.171	3.316	2.922	2.690	2.534	2.421	2.334	2.266	2.211	2.165	2.126	2.092	2.063	2.037	2.015	1.995	1.976	1.960	1.945	1.932
40	4.085	3.232	2.839	2.606	2.449	2.336	2.249	2.180	2.124	2.077	2.038	2.003	1.974	1.948	1.924	1.904	1.885	1.868	1.853	1.839
50	4.034	3.183	2.790	2.557	2.400	2.286	2.199	2.130	2.073	2.026	1.986	1.952	1.921	1.895	1.871	1.850	1.831	1.814	1.798	1.784
60	4.001	3.150	2.758	2.525	2.368	2.254	2.167	2.097	2.040	1.993	1.952	1.917	1.887	1.860	1.836	1.815	1.796	1.778	1.763	1.748
70	3.978	3.128	2.736	2.503	2.346	2.231	2.143	2.074	2.017	1.969	1.928	1.893	1.863	1.836	1.812	1.790	1.771	1.753	1.737	1.722
80	3.960	3.111	2.719	2.486	2.329	2.214	2.126	2.056	1.999	1.951	1.910	1.875	1.845	1.817	1.793	1.772	1.752	1.734	1.718	1.703
90	3.947	3.098	2.706	2.473	2.316	2.201	2.113	2.043	1.986	1.938	1.897	1.861	1.830	1.803	1.779	1.757	1.737	1.720	1.703	1.688
100	3.936	3.087	2.696	2.463	2.305	2.191	2.103	2.032	1.975	1.927	1.886	1.850	1.819	1.792	1.768	1.746	1.726	1.708	1.691	1.676
200	3.888	3.041	2.650	2.417	2.259	2.144	2.056	1.985	1.927	1.878	1.837	1.801	1.769	1.742	1.717	1.694	1.674	1.656	1.639	1.623
500	3.860	3.014	2.623	2.390	2.232	2.117	2.028	1.957	1.899	1.850	1.808	1.772	1.740	1.712	1.686	1.664	1.643	1.625	1.607	1.592
1000	3.851	3.005	2.614	2.381	2.223	2.108	2.019	1.948	1.889	1.840	1.798	1.762	1.730	1.702	1.676	1.654	1.633	1.614	1.597	1.581

Elaborada por Irene Patricia Valdez y Alfaro.

## ANEXO 6

# MANUAL DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE INCIENSO EN BASE A ACEITE ESENCIAL DEL FRUTO DE *BURSERA GRAVEOLENS* (PALO SANTO)

### OBJETIVO

Este documento tiene como finalidad describir la metodología a seguir para la elaboración de incienso en base a aceite esencial del fruto de *B. graveolens*.

### ALCANCE

El presente manual contiene una descripción de cada una de las etapas del proceso de obtención de incienso en base a aceite esencial del fruto de *B. graveolens*.

### MATERIAS PRIMAS

Las materias primas que se involucran en la elaboración del incienso, detallan en la tabla 1.

Tabla I. Materias primas

Materias primas
Harina de madera
Aglutinante
Fijador de fragancia
Disolvente
Regulador de combustión
Regulador de quemado
Fragancia

## FORMULACIÓN DEL INCIENSO

En la tabla II se indica la formulación óptima de fabricación de incienso en base a 100 g de producción.

Tabla II. Formulación óptima de fabricación de incienso

Formulación óptima del incienso	
Materias primas	Porcentaje (%)
Harina de madera	34,5
Aglutinante	2,3
Disolvente	47
Fijador de fragancia	1,7
Regulador de combustión	2,5
Regulador de quemado	2
Fragancia	10
	100

## DESCRIPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS

- **Harina de madera**

La harina de madera a emplear es el residuo de la destilación del fruto de *B. graveolens* (figura 1). El mismo se lo tritura en un molino de discos vibratorio, modelo RS-1, marca RETSCH a 700 rpm por 40 min. como se puede observar en la figura 2.

Fig. 1 Residuo seco de la destilación del fruto de *Bursera graveolens*



Fig. 2 Molino de discos vibratorio RS-1



Posterior a la molienda, se obtiene el residuo en forma de polvo, color verde como se lo muestra en la figura 3.

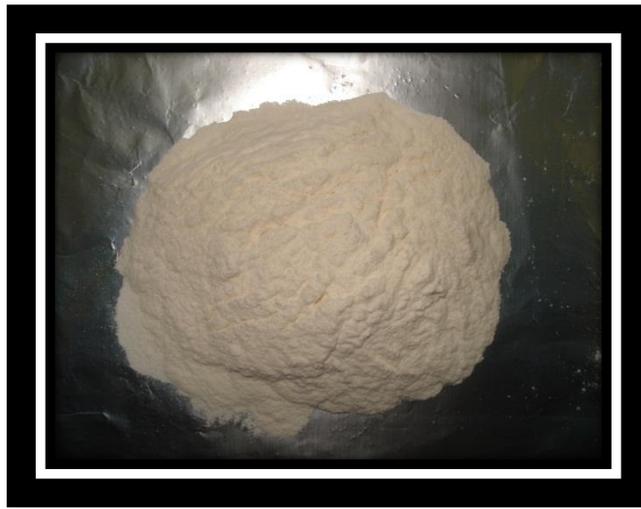
Fig.3 Harina de residuo de *B. graveolens*



- **Aglutinante**

El aglutinante a utilizar es CarboxiMetilCelulosa (CMC), es el encargado de darle buena compactación a todos los componentes que intervienen en la elaboración de incienso. Su presentación es en forma de polvo, color crema claro tal como se lo muestra en la figura 4.

Fig. 4 CarboxiMetilCelulosa (CMC)



- **Fijador de fragancia**

Como fijador de fragancia se utiliza esencia de sándalo, marca “nova fraganze”; como se puede observar en la figura 5. El mismo que sirve para que en mezcla con el aceite esencial, proporcione una aroma aceptable y durable en el tiempo.

Fig.5 Fijador de fragancia (esencia de sándalo)



- **Regulador de combustión**

Como regulador de quemado, se utiliza nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ), componente indispensable del incienso, facilita que se realice la combustión del incienso. Su presentación es forma granulada; por tal razón necesita ser diluido previamente, es de color blanco como se lo puede observar en la figura 6.

Fig. 6 Nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ )



- **Regulador de quemado**

Como regulador de quemado se utiliza carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), componente que ayuda a que se realice la combustión y a que el color del humo desprendido del incienso sea de color blanco. Su presentación es en polvo, color blanco, como se lo indica en la figura 7, tiene características de ser higroscópico; es decir capta humedad del ambiente, por tal razón se lo debe mantener sellado.

Fig.7 Carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ )



- **Fragancia**

La fragancia que se utiliza es la combinación de aceite esencial del fruto de *B. graveolens* y *Cymbopogon citratus* (hierba luisa) en proporción 2 : 1 respectivamente. Esta combinación no es muy fuerte, por lo cual otorga un aroma muy agradable. El aceite de *B. graveolens* es de color cristalino (transparente), mientras que el aceite esencial *C. citratus* presenta una coloración amarillenta. En la figura 8, se muestran los envases en los que se encuentran los aceites esenciales en el laboratorio de ingeniería de procesos – UTPL.

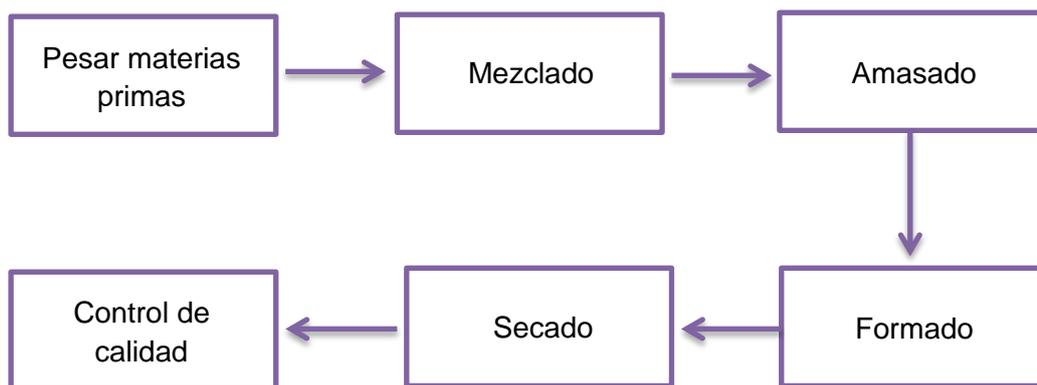
Fig.8 Aceite esencial de *B. graveolens* – *C. citratus*



## PROCESO DE OBTENCIÓN DEL INCIENSO A ESCALA LABORATORIO

Para la fabricación de incienso a base de aceite esencial de *B. graveolens*, se emplea el procedimiento que se describe en la figura 9.

Figura 9. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de incienso



A continuación se explica cada uno de los procesos que intervienen en la obtención del incienso.

### 1. Pesado de materias primas

Para realizar el pesaje de las materias primas, se utilizó vasos de precipitación de 100 mL, para cada uno de los componentes de la formulación en la obtención de incienso, se lo realizó en una balanza electrónica marca SARTORIUS, modelo M - POWER, con un margen de error de  $\pm 0,0001$  y de igual manera, lo podemos observar en la figura 10.

Fig. 10 Pesaje de materias primas



## 2. Proceso de mezclado de materias primas

El proceso de mezclado de las materias primas se lo realizó en un vaso de precipitación de 600 mL. Primeramente se disolvió el nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ) en el agua, según se puede observar en la figura 11. Por otra parte se lleva a cabo un proceso de homogenización de los componentes sólidos que incluyen harina de residuo de *B. graveolens*, CarboxiMetilCelulosa (CMC), y carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) hasta obtener una mezcla homogénea, como se muestra en la figura 12. Finalmente se incorpora la solución de nitrato de potasio a la mezcla de sólidos, agregando posteriormente el fijador de fragancia y el aceite esencial, obteniendo así la mezcla final del incienso.

Fig. 11 Disolución del nitrato de potasio con agua



Fig. 12 Mezcla de componentes sólidos



### 3. Proceso de amasado

El proceso de amasado persigue alcanzar una homogeneidad de todas las materias primas que intervienen en la formulación. De manera que se obtiene una masa con notable plasticidad y fácil manejo, como se puede observar en la figura 13.

Fig. 13 Proceso de amasado



### 4. Proceso de formado

El proceso de formado se lo realiza mediante extrusión, para ello se hizo uso de una jeringa de 60 mL, dispositivo que simula el trabajo de un extrusor a escala laboratorio, según se lo puede apreciar en la figura 14. A continuación a la mezcla que ha sido amasada se introduce en el extrusor para tener un mejor contacto entre superficies y menos pérdidas. Posterior a ello se realiza el formado de las varitas de incienso, como se muestra en la figura 15. Al momento del formado, incrementar un 15% a la medida que se desee los incienso, ya que éste valor representa la contracción al secado de cada varita de incienso.

Fig. 14 Extrusor a escala laboratorio para formar varitas de incienso



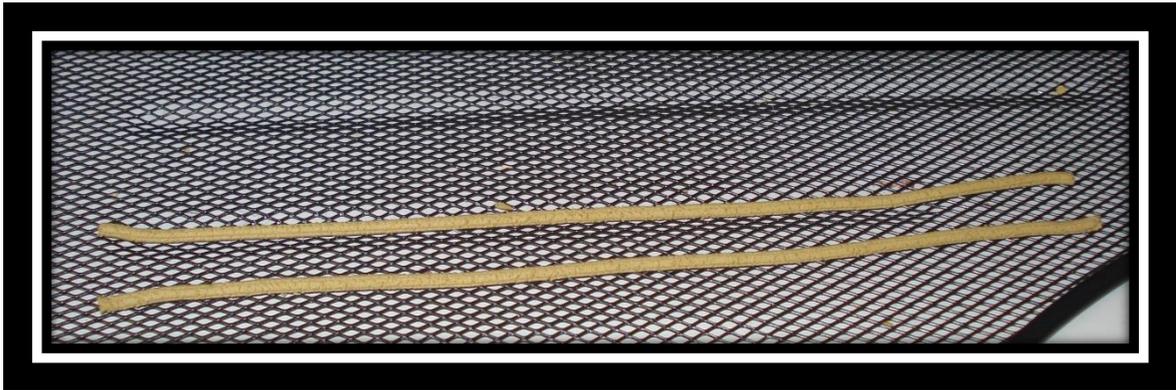
Fig. 15 Formado de varitas de incienso



## 5. Proceso de secado

El proceso de secado se lo realiza a temperatura ambiente, aproximadamente por 24 horas, en una malla perforada para asegurar un secado uniforme en toda la superficie de la varita del incienso. En donde podemos observar la figura 16, la realización de este proceso.

Fig. 16 Secado de varitas de incienso



## 6. Control de Calidad

Para evaluar el producto terminado se realizan pruebas de tiempo de quemado, olor y color de humo desprendido del incienso. En la figura 17 podemos observar el funcionamiento del mismo.

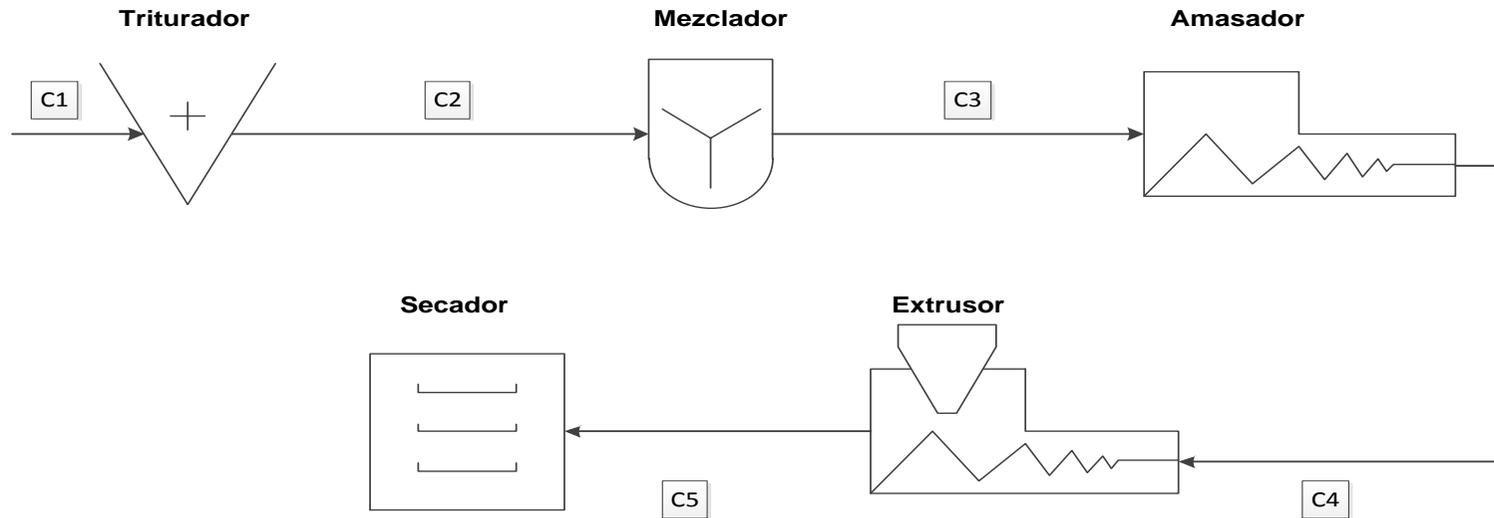
Fig. 17. Funcionamiento del incienso



ANEXO 7

DIAGRAMA DE FLUJO

PROCESO PRODUCTIVO DE UNA PLANTA PILOTO PARA LA FABRICACIÓN DE INCIENSO



Componente		C1 Kg/mes	C2 Kg/mes	C3 Kg/mes	C4 Kg/mes	C5 # Incienso/mes	<p>PROCESO PRODUCTIVO DE UNA PLANTA PILOTO PARA LA FABRICACIÓN DE INCIENSO</p> <p>Dibujante: Irene de Lourdes Chamba Eras Fecha: 01 Agosto 2013</p>	
A	Residuo de <i>B. graveolens</i>	12,5	12,5	12,5	12,5	10000		
B	Carboximetilcelulosa (CMC)	-	-	0,81	0,81			
C	Fijador de fragancia (Sándalo)	-	-	-	0,625			
D	Nitrato de Potasio(KNO <sub>3</sub> )	-	-	-	0,88			
E	Carbonato de Calcio (CaCO <sub>3</sub> )	-	-	0,88	0,88			
F	Aceite esencial	-	-	-	4,5			
G	Agua (H <sub>2</sub> O)	-	-	-	17,5			