



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN
ALIMENTOS**



**“EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE LAS SEMILLAS DE
CARDAMOMO (*Elettaria cardamomum*) PARA USO EN LA INDUSTRIA
ALIMENTICIA.”**

**Perfil de Proyecto de investigación previo a la obtención del título de
Ingeniera en Alimentos.**

Por: Irma Cecilia Lucero Chilibingua

Tutor: Ing. Msc. Jacqueline Ortiz

AMBATO-ECUADOR

2006

CAPÍTULO I**1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Contextualización	1
1.2.1 Análisis Macro	2
1.2.2 Análisis Meso	4
1.2.3 Análisis Micro	5
1.3 Análisis Crítico	6
1.4 Prognosis	7
1.5 Formulación	7
1.6 Delimitación del Problema	7
1.7 Interrogantes	8
1.8 Objetivos	9
1.8.1 General	9
1.8.2 Específicos	9
1.9 Justificación	10

CAPÍTULO II**2. MARCO TEÓRICO**

2.1 Antecedentes Investigativos	11
2.2 Fundamentación Filosófica	20
2.3 Fundamentación Legal	21
2.4 Categorías Fundamentales	22
2.5 Hipótesis	23

2.5.1 Hipótesis Nula	23
2.5.2 Hipótesis Alternativa	23
2.6 Señalamiento de Variables	23
2.6.1 Variable Dependiente	23
2.6.2 Variable Independiente	23
2.7 Glosario	24

CAPÍTULO III

3. EL MARCO METODOLÓGICO

3.1 Modalidad Básica de investigación	25
3.2 Tipo de Investigación	25
3.3 Población y Muestra	26
3.4 Operacionalización de Variables	26
3.5 Técnicas e Instrumentos	30
3.6 Recolección de datos	30
3.7 Tratamiento de datos	30

CAPÍTULO IV

4. EL MARCO ADMINISTRATIVO

4.1 Recursos Materiales	31
4.2 Recursos Humanos	31
4.3 Recursos Económicos	32
4.4 Cronograma	33
4.5 Bibliografía	34
4.6 Anexos	36

CAPÍTULO I

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE LAS SEMILLAS DE CARDAMOMO (*Elettaria cardamomum*) PARA USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA.

1.2 CONTEXTUALIZACIÓN:

En la actualidad la agricultura se ha transformado en un sector altamente dinámico, atractivo y con grandes perspectivas de crecimiento en muchos países del mundo, si bien su potencial de desarrollo no puede aún estimarse con certeza, ya muchos países han puesto sus expectativas en conquistar una parte del mercado internacional.

El país está intentando superar la crisis generada por la dependencia económica y tecnológica de los países más desarrollados; cuenta con una gran capacidad de producción agrícola la cual se debe aprovechar para obtener productos de buena calidad que pueden ser competitivos con otros países.

Por esta razón se ha planteado realizar un proyecto para obtener un aceite esencial a partir de las semillas de una planta conocida como cardamomo.

En el ámbito de nuevos sabores y aromas es necesaria una indagación profunda, ya que hoy en día existe un sinnúmero de alimentos que se procesan y muchos de ellos necesitan un mejoramiento de las características organolépticas.

Los aromas y sabores están relacionados en gran parte con los aceites esenciales de ciertas plantas; éstos no son sustancias químicamente puras, están constituidos por varios compuestos con distintos puntos de ebullición cuyo rango se encuentra entre 150 a 300°C a 760 mmHg, si fueran destilados a temperaturas mayores muchos de ellos se descompondrían, oxidarían o se convirtieran en resinas.

1.2.1 ANÁLISIS MACRO: CARDAMOMO A NIVEL MUNDIAL

Algunas especias de vegetales contienen sustancias aromáticas, sápidas y excitantes, muchas de ellas se emplean para mejorar el aroma y el sabor de los alimentos y bebidas desde tiempos inmemorables, el término especia suele aplicarse a las partes duras, como semillas y cortezas de las plantas aromáticas.

EL cardamomo es una planta de sombra, aunque también se puede cultivar al sol en zonas de mucha nubosidad, requiere mucha humedad, más de 1500 mm de precipitación al año y no soporta épocas secas prolongadas mayores de tres meses.

Los principales países que producen cardamomo en cantidades considerables son: La India, Ceilan (Sri-Lanka), Guatemala, Malasia, Camboya, Tansania y Costa Rica.

Pese a que aproximadamente el 80% de la producción mundial es proporcionada por la India, Guatemala es actualmente el principal productor mundial de cardamomo, tanto en cantidad como en calidad, desplazando a la India sobre todo a las plantaciones comerciales que se encuentran al sur de este país y en Sri Lanka.

El buen potencial productivo de Guatemala determina una significativa generación de divisas anuales a través del mercado de exportación, pues casi la totalidad se destina a éste mercado.

Los países consumidores han sido desde hace muchos años: Suecia, Finlandia, Noruega, Dinamarca, Alemania, Inglaterra, Estados Unidos y Rusia, entre otros, sin embargo los principales compradores del producto guatemalteco son los países árabes quienes lo prefieren por su alta calidad debido a que su mercado es altamente exigente, principalmente Arabia Saudita, Emiratos Arabes, Kuwait, Yemem, Omán y Jordania, que en conjunto absorben alrededor del 80% de la producción mundial.

Los países escandinavos como Finlandia, Dinamarca y Noruega, absorben el 15%, el resto lo consume USA, Inglaterra y Europa.

Alrededor de la década de 1950 el cardamomo se exportó hacia los Estados Unidos y Europa; posteriormente hacia los países árabes y norte de Europa en las siguientes clasificaciones:

- **Best Quality:** Es la calidad de primera que se exportaba hacia Arabia.
- **Mixed Green:** Es la calidad de segunda también exportable a países Árabes.
- **Mixed yellow:** Es la calidad tercera que se exporta a los países del norte de Europa.

La calidad está determinada por el tamaño y color de la cápsula, la más grande y de coloración verde oscuro uniforme es considerada de mejor calidad y alcanza los mejores precios en el mercado internacional. (12)

1.2.2 ANÁLISIS MESO: CARDAMOMO A NIVEL LATINOAMERICANO

Según las importaciones registradas desde el año de 1991 se observa un aumento en el consumo de aceites esenciales en América, esto como consecuencia del cambio de patrones en el consumo con tendencia a los productos naturales.

El cardamomo se cultiva principalmente en Guatemala, Honduras y Costa Rica; en éste último existen plantaciones en zonas de alta humedad como Sarapiquí, Tilarán, Turrialba, Siquirres, San Carlos, Upala, Pérez Zeledón, Coto Brus y San Ramón, es conocido también con el nombre de granado del paraíso.

El mercado Latinoamericano lo integran los intermediarios, los procesadores y los exportadores; en Guatemala existen diferentes entidades que se dedican a la comercialización del producto. Las mayores producciones reportadas son de 0.78 T/Ha a 0.91 T/Ha de producto pergamino, sin embargo la producción media nacional es de 0.20 T/Ha, que es considerada baja.

Los intermediarios compran a los pequeños productores el fruto cereza y ganan una comisión por quintal comprado. El intermediario también puede ser agente del procesador, la venta del pequeño productor al procesador se

tienen principalmente en el Cardamomo cereza, mientras que la venta del cardamomo pergamino se realiza del procesador al exportador.

Los precios en el mercado latinoamericano son muy fluctuantes y son determinados en base a calidad. En la venta del productor que tiene capacidad de procesar, los precios también se determinan en base a calidad del pergamino.

La demanda potencial externa del producto se ha mantenido con algunas fluctuaciones en el mercado de los países importadores, principalmente países Árabes.

1.2.3 ANÁLISIS MICRO: CARDAMOMO A NIVEL DE ECUADOR

Los productos agropecuarios se benefician de una protección arancelaria considerablemente mayor que otros productos (del 10,2 % aproximadamente, frente al 6,4 % en el caso de los productos no agropecuarios).

La demanda nacional es mínima y consiste básicamente en el uso del aceite esencial en algunos procesos industriales.

De lo que se conoce en nuestro país la producción de Cardamomo es mínima, se lo cultiva en las zonas aledañas a Carcelén por el clima favorable para su crecimiento y cosecha, se lo emplea para perfumería de exportación junto con otras esencias.

AGROTRADING CIA. LTDA. “ESSENTIAL OILS”, es una de las organizaciones que exporta en menor escala diferentes aceites esenciales para perfumería. La materia prima ecuatoriana, por su excelente calidad, es utilizada en la industria alimenticia, cosmética y farmacéutica.

1.3 ANÁLISIS CRÍTICO

Es indiscutible que la atención mundial se ha centrado en el mercado de alimentos, se puede afirmar que la industria alimentaria en América Latina ha sufrido un proceso de expansión y crecimiento, similar al resto de actividades industriales pero sin causar un índice significativo con relación a las demás industrias del sector.

Se han desarrollado tecnologías para la extracción de distintas sustancias de los frutos, los cuales van a servir para la industria alimenticia, por sus propiedades naturales, así es el caso de los aceites esenciales ingrediente básico en la industria de los perfumes.

En el caso de los aditivos, éstos son combinados con los alimentos para producir ciertas modificaciones que pretenden mejorar la conservación, apariencia, sabor y estabilidad, los cuales proporcionarán mejoras sorprendentes en el procesamiento de alimentos.

Muchos aceites esenciales tienen aplicaciones en la industria de los sabores, las más comunes son los aceites de especias, menta, hierba buena y los aceites cítricos. De aquí la necesidad de explorar nuevas técnicas, o mejorar las ya existentes para extraer el aceite esencial de las semillas del cardamomo la cual va a ser utilizado como aditivo en la industria alimenticia, con el objeto de caracterizar el sabor de diversos alimentos.

1.4 PROGNOSIS

De acuerdo a lo que se ha revisado bibliográficamente se puede establecer que este tipo de semilla ofrece una gran ventaja en lo referente a saborizantes o aromatizante; tiene diversos usos en: en jugos, vinos, repostería y confitería; además el extracto de ésta semilla permitiría la generación de proyectos de investigación en varios campos como el tecnológico, industrial y agrícola; los resultados de éste trabajo podrían favorecer el fortalecimiento de la industria de extracción de esencias.

1.5 FORMULACIÓN

EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE LAS SEMILLAS DE CARDAMOMO (*Elettaria cardamomum*) PARA USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA.

1.6 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

CAMPO:	Alimentario
ÁREA:	Agrícola
ASPECTO:	Investigativo
TEMA:	Semillas de Cardamomo
PROBLEMA:	Extracción del aceite esencial

1.7 INTERROGANTES

- ¿Existen varios métodos de extracción del aceite esencial de semillas de Cardamomo?
- ¿Es posible establecer una tecnología apropiada de extracción, cuya metodología pueda adaptarse en nuestro medio y que permita obtener un aceite de buena calidad?
- ¿Qué características físico-químicas y sensoriales presenta el aceite obtenido de las semillas del Cardamomo?
- ¿Cuál será el rendimiento del aceite esencial de las semillas del Cardamomo?
- ¿Cuáles serán los posibles usos del aceite esencial obtenido de las semillas del Cardamomo en la industria de los alimentos?

1.8 OBJETIVOS

1.8.1 GENERAL

- Extraer aceite esencial de las semillas del Cardamomo (*Elettaria cardamomum*) para uso en la industria alimenticias.

1.8.2 ESPECIFICOS

- Estudiar varios métodos de extracción del aceite esencial de las semillas de Cardamomo.
- Establecer una tecnología apropiada de extracción, cuya metodología sea adaptable en nuestro medio y permita la obtención de un aceite de buena calidad.
- Analizar las características físico-químicas y sensoriales que presenta el aceite obtenido de las semillas del Cardamomo
- Determinar el rendimiento del aceite esencial de las semillas del Cardamomo.
- Conocer la aplicación del aceite esencial de las semillas de cardamomo en alimentos.

1.9 JUSTIFICACIÓN:

El presente proyecto pone en consideración el aprovechamiento de las semillas de cardamomo para la obtención de una esencia para mejorar el sabor y el aroma de un determinado alimento. Por su contenido de aceites esenciales y su agradable aroma, se lo utilizará como saborizante en repostería, jugos, confites y para aromatizar licores, café, té y vinos.

Por otro lado, al cardamomo se le atribuye efectos medicinales como: propiedad digestiva, ayuda a contrarrestar la gordura y también es considerado como afrodisíaco, sus múltiples usos lo han ubicado en segundo lugar de consumo a nivel mundial después del azafrán.

Se conoce además que entre sus componentes activos encontramos un 4% de aceite volátil sobresaliendo el limoneno, mismo que resalta en el cardamomo la característica carminativa, estimulante, antiespasmódica, sialagoga (que provoca la secreción de la saliva), orexígena (que produce apetito) y aromática brindando buenas características organolépticas para su aceptabilidad en el mercado.

Este proyecto es factible, pues al analizar el mercado nacional, se conoce que el aceite esencial de cardamomo es utilizado en la industria de perfumería de exportación, y además por sus favorables características aromáticas puede ser utilizado en la industria de alimentos.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El cardamomo (*Elettaria cardamomum*) es una planta originaria de la India y Sri-Lanka, cuyos frutos se comercializaban desde antes de la era cristiana, es una hierba perenne que pertenece a la familia de las Zingiberaceae capunaláceas, de la cual sólo se utilizan sus semillas. Presenta la siguiente clasificación taxonómica:

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA:

Sub-reino:	Embryobionta.
División:	Magnoliophyta.
Clase:	Liliopsida.
Sub-clase:	Zingiberidae.
Orden:	Zingiberales.
Familia:	Zingiberaceae.
Género:	Elettaria.
Especie:	cardomomum.

La planta es una hierba alta, tipo arbustiva, con rizomas tuberosos y fuertes que producen entre ocho y veinte tallos que no producen flores y alcanzan una altura de unos 3 m y los tallos productivos que no crecen más de 1 m de alto, en los cuales se producen las capsulitas con semillas (8 a 16 semillas en cada cápsula), de color castaño oscuro, que es la parte comercializable de la planta.

Entre sus componentes activos encontramos un 4% de aceite volátil que incluyen el terpineol, el cineol, el limoneno, el sabineno y el pineno, almidón y ácidos grasos.

TABLA 1.- Composición del aceite esencial de cardamomo obtenido

COMPONENTE	COMPOSICIÓN
α -Pineno	$2.234 \cdot 10^{-3}$
β -Felandreno	0.0144
β -Pineno	$2.49 \cdot 10^{-3}$
Eucaliptol	0.2492
3-Careno	0.08
α -Terpenil acetato	0.6409
2, 6 Octadienal – 3, 7 dimetil	$8.8 \cdot 10^{-3}$
1 Benzociclohepteno	$2.1 \cdot 10^{-3}$

Fuente: <http://www.eafit.edu.com>

La temperatura óptima para su cultivo está entre 18 y 22 °C, lo que normalmente se obtiene a alturas entre 800 y 1300 msnm.

Prefiere los suelos orgánicos, livianos, preferiblemente de bosque, con muy buen drenaje, aunque se comportan muy bien en suelos volcánicos como los que se utilizan para el café en el Valle Central de Colombia.

No existen variedades de cardamomo cultivadas claramente identificadas, lo que se cultiva comercialmente son tipos de plantas que se han escogido a partir de las plantas más productoras y con mejores características y valores nutritivos de frutos para la exportación.

TABLA 2.- Información nutricional del cardamomo en 100 gr.

Valor energético:

Kilocalorías 311

COMPOSICIÓN	CANTIDAD (g)
Proteína	10.8
Agua	8.3
Grasa total	6.7
Ácidos grasos saturados	0.88
Ácidos grasos mono-saturados	0.87
Poli-insaturados	0.43
Colesterol	0.0
Carbohidratos	52.5
Fibra cruda	11.3
Cenizas	5.5
Calcio	0.383
Fósforo (P)	0.178
Hierro (Fe)	0.014
Sodio (Na)	0.018
Potasio (K)	1.119
Magnesio (Mg)	0.229

Fuente:<http://www.eafit.edu.com>

La clasificación por tamaño del fruto obedece a las categorías de Jumbo, Mediano y Baby.

La clasificación del producto según calidad del proceso de transformación consiste en: Primera, Segunda y Tercera.

El de Primera a su vez tiene las categorías de:

- **De Primera:** Incluye grano grande y buena coloración verde.
- **Orumex:** Incluye grano mediano.
- **Mater:** Comprende grano pequeño.

El de Segunda comprende las categorías:

- **De segunda:** Comprende grano amarillo o café claro.
- **De segunda A:** Incluye grano amarillo limón.
- **De segunda B:** Comprende grano pequeño y amarillo suave.

El fruto de Tercera incluye el fruto pequeño y de mala calidad.

El término aceite esencial se aplica también a las sustancias sintéticas similares preparadas a partir del alquitrán de hulla, y a las sustancias semi-sintéticas preparadas a partir de los aceites naturales esenciales procedentes de las flores, frutos, hojas, raíces, semillas y corteza de los vegetales.

Soria, M (1981) reporta que: “Muchos aceites esenciales son obtenidos por destilación de vapor. El proceso en su forma más simple consiste en calentar la mezcla hasta que las sustancias volátiles alcancen su evaporación; los vapores atraviesan un condensador y pasan al estado líquido, dando lugar a la formación de dos capas distintas. Se logra de esta manera la separación del aceite”. (2)

La destilación por arrastre de vapor viene a ser un proceso aparentemente más benigno y causa cambios pocos drásticos en el aceite.

Finalmente hay que considerar que los aceites esenciales son sustancias volátiles insolubles o escasamente solubles en el agua, siendo muchos de sus componentes tan volátiles que se condensan y se pierden en el aire o su vez existen otros tan poco volátiles que no se destilan o solamente se destilan en parte.

Se consideran los siguientes aspectos detallados a continuación para fundamentar la elaboración del presente proyecto acerca de la extracción del aceite esencial de las semillas de Cardamomo.

2.1.1 MÉTODOS GENERALES DE EXTRACCIÓN:

Los métodos para obtener los aceites esenciales son varios y a veces complejos, dependiendo de la materia prima, del tipo de aceite y de la disponibilidad del equipo de extracción.

Los métodos más usuales son:

2.1.1.1 EXTRACCIÓN POR PENSADO EN FRÍO

Este método se basa en el prensado en frío de órganos frescos y ricos en esencias consiste en la ruptura mecánica o manual de las glándulas para la liberación de la esencia, el cual es recolectado con ciertas ceras, agua y desperdicios celulares. El aceite es clarificado y separado por decantación, centrifugación o filtración.

En la actualidad existen maquinarias modernas de extracción que facilitan la obtención de aceites volátiles de alta calidad, tales como el de naranja, mandarina, bergamota y lima.

Los procedimientos mecánicos que se aplican en la extracción de los aceites esenciales de los cítricos son numerosos y pueden catalogarse en tres categorías, según su manera de actuar. Estos procedimientos son los siguientes:

- Por presión
- Por abrasión
- Por deformación

Mediante el primer procedimiento se tratan los casquetes de la corteza aplanándolos o fragmentándolos por medio del prensado manual o mecánico.

La emulsión resultante debidamente tratada, es llevada a centrifugación para la separación del aceite. Entre las maquinas más empleadas están la Pipkin Roll, Screw Presa y F.M C. Extractor.

La segunda alternativa permite tratar el fruto entero, la parte superficial de la corteza es rallada por frotamiento del fruto contra una superficie abrasiva. El material raspado, embebido de esencia es arrastrado por aspersion con agua y posteriormente decantado o separado por centrifugación. Entre los tipos de máquinas utilizadas para este proceso se mencionan las peladoras Avena y Jafora y los extractores Calvillo y el Fraser Brace Extractor.

Finalmente, las máquinas que proceden por deformación, tratan los casquetes de corteza provenientes de la extracción del zumo. Uno de los más conocidos es el proceso de la esponja, así llamado comúnmente en Italia. Los casquetes son llevados a pasillos más estrechos, donde son enrollados y doblados, con lo cual se consigue desgarrar los tejidos superficiales. La esencia se libera de las células y es arrastrada por chorros de agua para su separación. Las máquinas más conocidas son la Ausna, la Speciale Indelicato y la Sfumatrici.

2.1.1.2 EXTRACCIÓN POR SOLVENTES NO VOLÁTILES

Este método de extracción es aplicado en aquellos casos en los cuales el aceite de los cítricos es bastante delicado o al utilizar cualquiera de los otros métodos conocidos, el rendimiento es sumamente bajo o el aceite es de calidad inferior. Hay principalmente dos procedimientos de extracción:

- a.** El enfleurage o maceración en frío
- b.** La maceración en caliente

El enfleurage y la maceración en caliente se basan en las propiedades de las grasas para absorber los constituyentes odoríferos volátiles, especialmente de las flores, de los cítricos.

En el enfleurage se utilizan grasas completamente purificadas, las cuales se difunden en cubetas especiales, preferentemente de vidrio, donde los capullos de las flores son esparcidos sobre la grasa. Se deja en reposo un cierto período de tiempo (25 a 30 horas), luego los capullos son retirados y reemplazados por otros hasta que la grasa quede saturada con el aceite.

En el segundo proceso, la grasa caliente se coloca en grandes vasijas, manteniendo la temperatura entre 50 a 65 °C. El material oleoso se sumerge en la grasa así dispuesta, agitando continuamente durante 1 a 2 horas, después de las cuales se añaden más flores. La operación se repite muchas veces hasta que la grasa haya adquirido la suficiente fragancia floral. Posteriormente, la grasa puede ser tratada con alcohol para la purificación del aceite.

La extracción con solventes no volátiles da excelentes resultados pero necesitan de trabajo manual muy laborioso y un capital de operación apreciable.

2.1.1.3 EXTRACCIÓN POR SOLVENTES VOLÁTILES

El proceso de extracción por solventes volátiles es más simple que el anterior y permite la condensación del solvente para su recirculación en el proceso. Las flores, generalmente, se extienden en placas perforadas ubicadas en una serie de cilindros herméticamente sellados por los cuales circula el solvente gaseoso, el mismo que es inyectado a presión. El gas saturado con el aceite pasa a través de separadores que retienen cualquier impureza y luego es enfriado. El líquido resultante se transfiere a un destilador donde el aceite esencial se separa del solvente por destilación, ya sea a presión atmosférica o al vacío.

El solvente residual, contenido en el aceite esencial, se extrae por inyección de vapor. La esencia puede ser purificada con alcohol y concentrada a bajas presiones.

El equipo requerido es complicado y costoso pero proporciona excelentes resultados, obteniéndose aceites cuya fragancia es la misma que aquella de los materiales vegetales frescos de donde ha sido extraída. Los solventes empleados en forma usual son: éter de petróleo, alcohol, tolueno, octano y muchos otros cuyas técnicas de recuperación están debidamente patentados.

2.1.1.4 EXTRACCIÓN POR DESTILACIÓN

El método de recuperación de aceites esenciales de cítricos es fácil, rápido y sobretodo económico, más aún la destilación al vacío.

Se basa en la cualidad de los aceites volátiles de destilarse con el vapor aún cuando el punto de ebullición de sus componentes sea superior a los 100 °C;

obviamente ésta propiedad también se conserva en el vacío, donde la destilación puede llevarse a cabo a temperaturas más bajas.

Prácticamente el proceso consiste en colocar al material oleoso en un destilador en donde una corriente de vapor atraviesa el material que contiene el aceite. Se produce la volatilización del mismo y la mezcla de vapores pasa a un enfriador en donde tiene lugar la condensación de dichos vapores. Los productos condensados pronto se separan en dos capas: una de aceite y otra de agua, debido a la inmiscibilidad y a la diferencia de densidades.

La destilación con vapor a bajas presiones es más rápida y produce más aceite que la destilación a presión atmosférica. No obstante, empleando la destilación a presión ordinaria se pueden obtener buenos rendimientos si el material vegetal es previamente desmenuzado, de ésta manera los conductos o celdillas de aceite son expuestos mayormente a la acción del vapor, y además de esto, se logra colocar en el destilador mayor cantidad de cortezas.

Generalmente el aceite esencial de cardamomo se obtiene de la semilla empleando diferentes métodos por extracción con fluidos supercríticos (CO₂), por extracción con solventes (hexano) o por arrastre con vapor; el método más simple y económico es por el último mencionado.

En la tabla N° 3 se muestran las composiciones de los diferentes constituyentes empleando los tres métodos, sin embargo es de anotar que la composición del aceite varía de acuerdo a la procedencia de la semilla:

TABLA 3.- Constituyentes del aceite de cardamomo

Constituyente %	MÉTODO DE EXTRACCIÓN		
	CO ₂	HEXANO	ARRASTRE
1, 8 Cineol	29.8	16.9	23.3
Sabineno	4.3	2.5	4.9
Limoneno	2.6	2.3	2.1
α -Terpinil acetato	38.9	57.7	28.6
α -Terpineol	4.7	5.3	2.7
Terminen-4-ol	1.3	2.6	14
Linalool	2.5	2.2	3.8
β -Pino	2.7	1.9	2.9
Linalil acetato	1.5	1.7	2.3

Fuente: <http://www.eafit.edu.com>

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

Hoy en día los aceites esenciales son muy utilizados en la industria de saborizantes, materiales de limpieza, cosméticos y perfumes. Varían desde el color amarillo o café hasta incoloros.

Vásconez, C. en su trabajo sobre “Extracción, determinación del contenido y de las propiedades físicas y químicas de aceite esencial de lima” 1987, menciona que: “Poco en realidad se conoce la formación de los aceites esenciales en las plantas, y si bien se han emitido varias hipótesis como las de Tschirch y Kodama, Ehrlich y Buchner, ninguna a satisfecho plenamente. Sin embargo, en forma general se pueden citar dos escuelas diferentes según las cuales, los aceites esenciales se han formado como consecuencia de la fotosíntesis, según una; o como un producto del metabolismo de las plantas”.

Ruzicka, supone más bien que se han formado a partir del isopreno, un hidrocarburo alifático no saturado (C₅H₈) que vendría a ser el precursor de todos estos compuestos orgánicos naturales. Este isopreno mediante polimerizaciones daría lugar a los componentes de los aceites; su teoría se comprobó *invitro* cuando se calentó a 300°C el isopreno (2 moléculas) para obtener un dipenteno; o al contrario, cuando éste dipenteno o el limoneno (componente mayoritario de los aceites de lima) es sometido a la acción de un alambre de platino calentado al rojo, se desdobla dando como resultado moléculas de isopreno. (2)

Read, en cambio supone que los aceites esenciales se han formado a partir de los alcoholes, y especialmente a partir del geraniol o su isómero el nerol, ambos distribuidos ampliamente en el reino vegetal, ya sea en estado libre o en forma de ésteres del ácido acético u otros ácidos. Al deshidratarse el geraniol se transforma el Limoneno. (2)

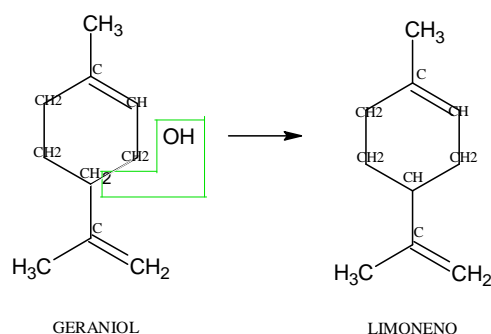


Fig. 1 (5)

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Dadas las características de los aceites esenciales no existe normatividad en particular para su aprovechamiento; sin embargo, la recolección de la materia prima para destilar los aceites está regulada por Normas Oficiales dependiendo de la parte de la planta que se trate debido a su composición.

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.4.1 Procedimiento Experimental:

Tomando como referencia información recopilada bibliográficamente existente, se puede determinar cuales son las variables de estudio:

- a) Tipo de destilación: - mediante destilación por arrastre de vapor
- mediante utilización de solvente (hexano).

- b) Tiempo de destilación: -30 min.
- 60 min.
- 90 min.

Los controles de tecnología permitirán conocer los procedimientos de operación correcta para obtener sistemas más efectivos y sin contaminación.

2.4.2 Materiales:

- Semillas de Cardamomo
- Hexano (Reactivo)

2.4.3 Equipos:

- Equipo de destilación

2.5 HIPÓTESIS

2.5.1 Hipótesis nula

$$H_0 = H_1 = H_2 = H_3 = \dots = H_n$$

Interpretación: El efecto de los tratamientos es el mismo

2.5.2 Hipótesis alternativa

$$H_i \neq H_1 \neq H_2 \neq H_3 \neq \dots \neq H_n$$

Interpretación: Al menos dos tratamientos producen efectos diferentes.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.6.1 Variable Dependiente

- El rendimiento y la calidad del aceite esencial de las semillas de Cardamomo

2.6.2 Variable Independiente

- Los métodos de extracción del aceite esencial.

2.7 GLOSARIO

Enfleurage: Proceso de extracción de grasas en frío que se aplica solo en algunos tipos de flores delicadas y que produce aceites que de ninguna forma se podría obtener por destilación. Se obtiene inicialmente una mezcla de aceite esencial y aceite vegetal la cual es separada posteriormente por otros medios físico-químicos. Su bajo rendimiento y la difícil separación del aceite extractor la hacen costosa. (14)

CAPITULO III

3. EL MARCO METODOLÓGICO

3.1 MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN

La propuesta básica del trabajo de grado es lograr la obtención del aceite esencial utilizando las semillas de Cardamomo como materia prima mediante el uso de la destilación.

Por tanto, este trabajo se basará en lo cuantitativo ya que se usará la estadística como herramienta para los cálculos de los tratamientos.

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo se basará en los siguientes aspectos principales:

3.2.1 Este tipo de investigación es de campo, por cuanto se trata de indagar y determinar la tecnología más adecuada para la obtención del aceite esencial a partir de las semillas del Cardamomo.

3.2.2 De tipo documental o bibliográfico, puesto que para obtener información sobre el tema se precisó de la revisión de material bibliográfico referido a la destilación para la obtención de aceites esenciales.

La investigación documental según Cazares L. y otros (1982) “depende fundamentalmente de la información que se recoge, consultas en documentos, entendiéndose este término en sentido amplio, como todo aquel material de índole permanente, es decir, al que se pueda acudir como fuente de referencia en cualquier momento o lugar”.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

El presente proyecto estará basado en el diseño experimental A* B, el cual tendrá los siguientes niveles:

A = TIEMPO DE DESTILACIÓN

Con los siguientes niveles:

a₁: 30 min.

a₂: 60 min.

a₃: 90 min.

B = METODO DE OBTENCIÓN

Con los siguientes niveles:

b₁: Destilación por arrastre de vapor.

b₂: Extracción con disolvente (Hexano).

Como respuestas experimentales se consideran el rendimiento y la calidad del aceite esencial de las semillas de cardamomo mediante análisis sensorial y físico-químico.

3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.4.1 OPERACIONALIZACIÓN VARIABLE DEPENDIENTE

EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DEL ACEITE ESENCIAL DE LAS SEMILLAS DE CARDAMOMO

Extracción propiamente dicha del aceite de las semillas de cardamomo (*Elettaria cardamomum*), considerando aspectos estructurales establecidos anteriormente.

CONTEXTUALIZACION	CATEGORIA	SUBCATEGORIA	INDICADORES
Aceite esencial de la semillas de Cardamomo	<ul style="list-style-type: none"> • Selección del mejor tratamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación estadística 	<ul style="list-style-type: none"> • Programas estadísticos MSTACT y STATGRAPHICS
	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación en producto alimenticio 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación sensorial y físico-química. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensorial: <ul style="list-style-type: none"> - Escalas Hedónicas. (Anexo1) • Físicas: <ul style="list-style-type: none"> - Gravedad específica (método N° 28003 de la AOAC). - Índice de refracción (método N° 28007 de la AOAC). • Químicas: <ul style="list-style-type: none"> - Índice y % de acidez (por el método de Snell Foster expresado como ácido acético). -Porcentaje de aldehídos totales (por el método N° 19090 de la AOAC).

3.4.2 OPERACIONALIZACIÓN VARIABLE INDEPENDIENTE

LOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL.

Análisis de documentos bibliográficos, análisis crítico del trabajo de campo para la elaboración completa y adecuada del proyecto.

OBJETIVO GENERAL

Extraer aceite esencial de las semillas del Cardamomo (*Elettaria cardamomum*) para uso en la industria alimenticia.

VARIABLES

- Método de obtención
- Tiempo de destilación

DIMENSIONES

- Por arrastre de vapor y extracción con solvente (Hexano).
- Tiempo de 30 min., 60 min. y 90 min.

INDICADORES

- Conocer la facilidad de proceso y la calidad de aceite esencial extraído de las semillas de cardamomo (*Elettaria cardamomum*) en ml.
- Determinar el rendimiento.

3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

- Técnica: Experimentación
- Instrumentos: Equipos de Laboratorio: Balanza analítica, Cocineta Cronómetro, Equipo completo de destilación.
- Materiales: Agua destilada, Termómetro, Núcleos de Ebullición, Mangueras.

3.6 RECOLECCIÓN DE DATOS

Se tomará en cuenta el volumen obtenido del producto al final de la destilación.

Para la evaluación sensorial se formará un panel de catadores entrenados para recopilar datos precisos.

3.7 TRATAMIENTO DE DATOS

Los datos se procesarán y analizarán utilizando los programas estadísticos de MASTATC y STATGRAPHICS.

CAPITULO IV

4. EL MARCO ADMINISTRATIVO

4.1 RECURSOS MATERIALES

- Materia prima (Semillas de Cardamomo)
- Reactivos (Hexano)
- Equipo de Destilación

4.2 RECURSOS HUMANOS

- Coordinador del perfil: Ing. Msc. Jacqueline Ortiz
- Trabajo personal (Graduando): Irma Lucero

4.3 RECURSOS ECONÓMICOS

RUBRO	CANTIDAD	COSTO (\$)	SUBTOTAL (\$)
1. RECURSOS HUMANOS			
Coordinador del Proyecto	2h/día	5,00	800
Trabajo Personal (Graduando)	4h/día	0,00	0,00
2. RECURSOS MATERIALES			
Equipos y Reactivos		500,00	500,00
Materia Prima	2 quintales.	32,20	64,40
Preparación del Reporte		80,00	80,00
Presentación y Publicación		90,00	90,00
		TOTAL:	1534.40

4.4 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES / TIEMPO	MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE						
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Diseño y elaboración del perfil del proyecto		■	■																																
Recepción del perfil del proyecto			■	■	■																														
Revisión y aprobación del perfil del proyecto				■	■	■	■																												
Investigación de campo								■	■	■	■	■	■																						
Análisis y organización de información obtenida								■	■	■	■	■	■																						
Elaboración del libro de proyecto									■	■	■	■	■	■																					
Recepción del primer borrador del libro													■	■	■																				
Revisión y modificaciones del borrador													■	■	■																				
Elaboración del segundo borrador														■	■	■																			
Revisión del segundo borrador															■	■	■																		
Elaboración del libro del proyecto																■	■	■																	
Recepción del libro definitivo																	■	■	■																
Diseño e inicio del trabajo investigativo																		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Impresión definitiva																																			
Graduación																																			■

4.5 BIBLIOGRAFÍA

1. “Aceites Esenciales” Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
2. BRAVERMAN, J.B.S. : “Los Agrios y sus Derivados”; traducción por Iranzo J. Rayo; ED. AGUILAR S.A.; Ediciones Madrid; Págs.: 431
3. “Destilación” Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
4. KIRK, Othemer: “Enciclopedia de Tecnología Química”; Tomo 1; ED. HISPANO-AMERICA; México D.F; 1966; Pág.: 75
5. ARAUJO, Marco
VALENCIA, César: “Extracción y estudio de los aceites de limón (*Citrus limonun*) y naranja (*Citrus sinensis*); Ambato-Ecuador; 1990; Pág.: 30-34, 72.
6. BABOR, Joseph: “Química General moderna”; Barcelona-España; 1935; Pág.: 910-912.
7. <http://es.geocities.com/bonidavi/nueva/nutri11.html>
8. <http://www.export.com.gt/Portal/Documents/Magazines/2006-06/2388/Data%20Mayo%202006.pdf>
9. http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-cardamomo.pdf
10. <http://www.solonosotras.com/archivo/38/sal-medicnat-040803.htm>

11. <http://geocities.com/aceitesesenciales/quimica.html>
12. http://64.233.161.104/search?q=cache:dY8800sLmcsJ:www.sice.oas.org/ctyindex/wto/Guatemala/TPRS94d_s.doc+fundamentacion+legal+de+aceites+esenciales+del+cardamomo&hl=es&gl=ec&ct=clnk&cd=2
13. http://www.icta.gob.gt/fpdf/recom_var_s/cultivocardamomo.PDF#search=%22paises%20exportadores%20de%20cardamomo%22
14. <http://www.eafit.edu.co/NR/rdonlyres/E5DAC709-C033-4BBF-8939-78683B9EC5C0/0/Cuaderno30.pdf#search=%22metodos%20de%20extraccion%20de%20aceite%20esencial%20de%20las%20semillas%20de%20cardamomo%22>

ANEXO 1

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

PRUEBA DE ANÁLISIS SENSORIAL DE CALIDAD Y ACEPTABILIDAD DEL
ACEITE ESENCIAL OBTENIDO DE LAS SEMILLAS DE CARDAMOMO

NOMBRE:

NUMERO DE PRUEBA: FECHA:.....

INSTRUCCIONES: En el orden que se solicite deguste y marque a su parecer una de las alternativas de cada característica organoléptica.

CARACTERISTICAS	ALTERNATIVAS	MUESTRAS
TRANSPARENCIA	1. Poco Claro	.....
	2. Claro	.....
	3. Muy Claro	.....
	4. Transparente	.....
	5. Muy transparente	.....
OLOR	1. Muy suave	.....
	2. Suave	.....
	3. Poco Agradable	.....
	4. Agradable menos intenso	.....
	5. Agradable intenso	.....
SABOR	1. Astringente	.....
	2. Picante	.....
	3. Débil	.....
	4. Dulce	.....
	5. Muy Dulce	.....
ACEPTABILIDAD	1. Desagrada mucho	.....
	2. Desagrada poco	.....
	3. No gusta ni disgusta	.....
	4. Gusta poco	.....
	5. Gusta Mucho	.....

Comentarios:.....

.....

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN.