

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



**CINÉTICA DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DEL
KJENTO KJENTO (*Rumex Crispus L.*)**

TESIS

PRESENTADA POR:

ROSAS MAMANI VÍCTOR RAÚL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

PROMOCIÓN: 2012

PUNO – PERÚ

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA
“CINETICA DE EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DEL
KJENTO KJENTO (*Rumex Crispus L.*)”

TESIS PRESENTADA POR:

ROSAS MAMANI VICTOR RAUL

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE: INGENIERO QUÍMICO

FECHA DE SUSTENTACION: 30 DE DICIEMBRE 2015

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE

:



M.Sc. Edith Tello Palma

PRIMER MIEMBRO

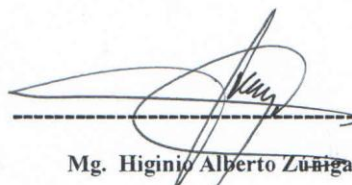
:



M.Sc. Moisés Pérez Capa

SEGUNDO MIEMBRO

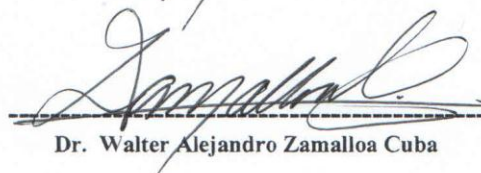
:



Mg. Higinio Alberto Zúñiga Sánchez

DIRECTOR DE TESIS

:



Dr. Walter Alejandro Zamalloa Cuba

AREA: PROCESOS INDUSTRIALES

TEMA: OBTENCIÓN DE PRODUCTOS

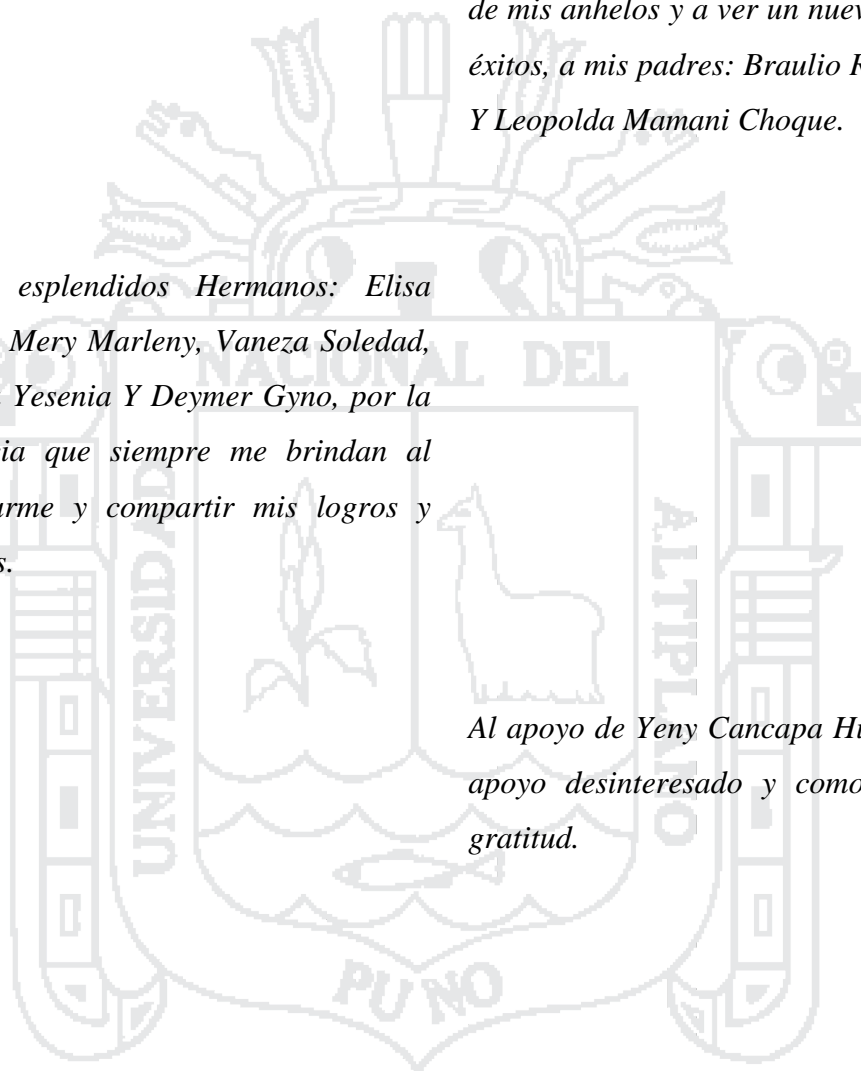
LINEA: TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

DEDICATORIA:

Por su inagotable esfuerzo y comprensión de hacia mi persona en lucha de alcanzar uno de mis anhelos y a ver un nuevo mañana de éxitos, a mis padres: Braulio Rosas Huanca Y Leopolda Mamani Choque.

A mis esplendidos Hermanos: Elisa Yaneth, Mery Marleny, Vaneza Soledad, Yurema Yesenia Y Deymer Gyno, por la paciencia que siempre me brindan al escucharme y compartir mis logros y alegrías.

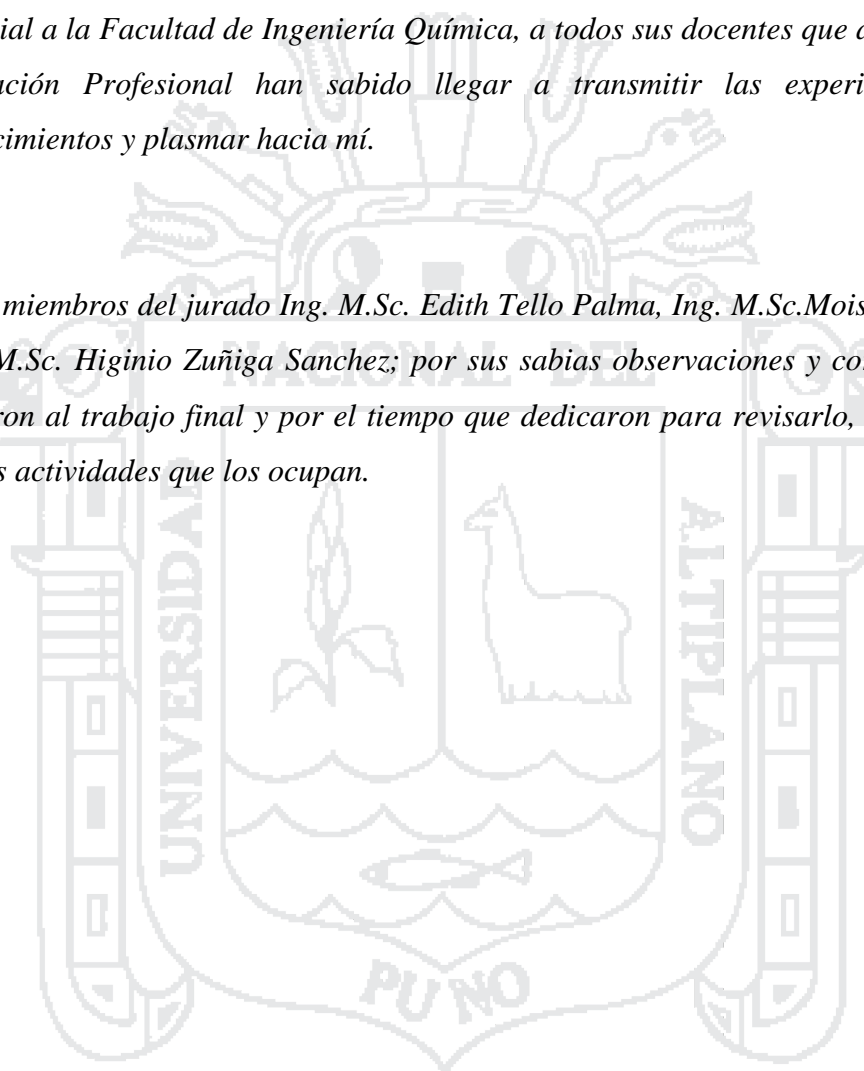
Al apoyo de Yeny Cancapa Huanca, por su apoyo desinteresado y como muestra de gratitud.



AGRADECIMIENTOS

A la primera casa de estudio superior “Universidad Nacional del Altiplano – Puno” en especial a la Facultad de Ingeniería Química, a todos sus docentes que a lo largo de mi formación Profesional han sabido llegar a transmitir las experiencias de sus conocimientos y plasmar hacia mí.

A los miembros del jurado Ing. M.Sc. Edith Tello Palma, Ing. M.Sc. Moises Perez Capa, Ing. M.Sc. Higinio Zuñiga Sanchez; por sus sabias observaciones y correcciones, que hicieron al trabajo final y por el tiempo que dedicaron para revisarlo, aún a pesar de tantas actividades que los ocupan.



ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	10
abstract	11
INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO I	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	13
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.3. ANTECEDENTES.....	15
1.4. OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	17
1.5. HIPÓTESIS.....	18
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA	19
2.2. PRODUCTOS NATURALES	20
2.2.1. Metabólicos Primarios	20
2.2.2. Metabólicos Secundarios (MS).....	20
2.3. CLASIFICACIÓN DE TERPENOS.....	21
2.3.1. Terpenos.....	21
2.3.2. Clasificación de Terpenos	22
2.3.2.1. Monoterpenos:	22
2.3.2.2. Sesquiterpenos:	25
2.3.2.3. Diterpenos	27
2.4. ACEITES ESENCIALES	27
2.4.1. Clasificación.....	28
2.4.2. Distribución y Estado Natural.....	30
2.5. PROCEDIMIENTOS TRADICIONALES DE EXTRACCIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES	31
2.5.1. Destilación por Arrastre con Vapor de Agua.....	31
2.5.2. Extracción con Solventes Volátiles.....	31
2.5.3. Enflorado o Enfleurage	31
2.5.4. Destilación Azeotrópica	32
2.5.5. Destilación con vapor de alta presión	33
2.5.6. Fluidos supercríticos	33
2.5.7. Rotavapor	34

2.6. USO Y APLICACIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES	35
3.6.1. Industrias Farmacéuticas	37
3.6.2. Industria Cosmética y Perfumería	37
3.6.3. Industria Alimentaria	38
3.6.4. En la Aromaterapia	38
2.7. TOXICIDAD DE LOS ACEITES ESENCIALES	40
2.8. PROPIEDADES FÍSICAS	41
2.9. PROPIEDADES QUÍMICAS	42
2.10. CINÉTICA QUÍMICA	42
2.10.1. Ley de Rapidez de Reacción	43
2.10.2. Constante Especifica de Rapidez, K	43
2.10.3. Orden de Reacción	43
2.10.4. Orden Total de Reacción.....	44
2.10.5. Determinación de la Ley de Rapidez	44
2.11. DETERMINACIÓN DEL ORDEN DE REACCIÓN	45
2.11.1. Método de rapidez inicial (Método diferencial de Van't Hoff).....	45
3.11.2. Método gráfico de rapidez integrada.....	46
2.12. MODELAMIENTO MATEMÁTICO DE LA CIENCIA DE EXTRACCIÓN DEL KJENTO KJENTO.....	48
2.12.1. Método integral de análisis de datos	48
2.13. MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE ESTRUCTURAS MOLECULARES	49
2.13.1. Espectroscopia Infrarrojo (IR)	49
2.13.2. Absorción de la Radiación Infrarroja.....	50
CAPÍTULO III.....	52
DISEÑO METOLÓGICO DE INVESTIGACIÓN	52
3.1. MATERIALES Y MÉTODOS	52
3.1.1. Lugar de Investigación.....	52
3.1.2. Materia Prima.....	52
3.1.3. Materiales y métodos de Investigación	52
3.1.4. Recolección del Material Experimental Kjento Kjento	53
3.1.5. Pesado del Tamaño de Partícula	53
3.1.6. Metodología para toma de datos Volúmenes de Aceite de Función al Tiempo	53
3.2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	54
3.3. OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES DE LA CINÉTICA DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE KJENTO	55
3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL	55

3.4.1. Análisis Estadístico	56
3.4.2. Análisis de Varianza para Volumen de Aceite	57
3.5. PRUEBAS FISICOQUÍMICAS	60
3.5.1. Determinación de la Densidad	60
3.5.2. Determinación del Índice de Refracción.....	61
3.5.3 Rendimiento	61
CAPÍTULO IV	62
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	62
4.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	62
4.1.1. Determinación de la Humedad.....	62
4.2. PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE KJENTO Kjento (Rumex Crispus L).....	63
4.2.1. Comportamiento de Aceite con el Tiempo	64
4.2.2. Comportamiento Concentración de Aceite Versus Tiempo.....	65
4.2.3. Calculo de la Constante de la Velocidad de Reacción.....	66
4.3. RESULTADO DE PRUEBAS FÍSICO QUÍMICAS	68
4.3.1. Determinación Física del Aceite Kjento Kjento (Rumex Crispus L.)	68
4.4. DETERMINACIÓN QUÍMICA DEL ACEITE KJENTO (rumex crispus l)	69
4.4.1. Características del Aceite por Cromatografía	69
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES.....	73
BIBLIOGRAFÍA	74
ANEXOS	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Clasificación de Terpenos	22
Tabla N° 2 Clasificación de Monoterpenos	24
Tabla N° 3 Clasificación de los Sesquiterpenos	26
Tabla N° 4 Principales Aplicaciones de los Aceites Esenciales en el Mercado	36
Tabla N° 5 Orden de Reacción Respecto al Reactivo A.....	46
Tabla N° 6 Operacionalización de Variables.....	55
Tabla N° 7 Influencia de Variables.....	55
Tabla N° 8 Matriz de Diseño para el Análisis de Regresión	57
Tabla N° 9 Análisis de Varianza.....	57
Tabla N° 10 Coeficiente de Regresión para Volumen de Aceite	58
Tabla N° 11 Combinación de los Niveles de Factores	58
Tabla N° 12 Determinación de Humedad en muestra Fresca.....	62
Tabla N° 13 Extracción y Rendimiento del Aceite de Kjento Kkjento (Rumex Crispus L.).....	63
Tabla N° 14 Concentración de aceite versus tiempo	65
Tabla N° 15 Determinación Cuantitativa de Metabolitos Secundarios (%).....	70

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1 Descripción de la Planta	19
Cuadro N° 2 Características Organolépticas del Aceite Kjento Kkjento (Rumex Crispus L.).....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Comportamiento Concentración Versus Tiempo.....	44
Figura N° 2 Pendiente de la Concentración Versus Tiempo	45
Figura N° 3 Pendiente de Concentración Versus Tiempo de Orden Cero.....	47
Figura N° 4 Pendiente de Concentración Versus Tiempo de Primer Orden	48
Figura N° 5 Pendiente de Concentración Versus Tiempo de Segundo Orden	48
Figura N° 6 Interacción para Volumen de Aceite.....	59
Figura N° 7 Contorno de la Superficie de respuesta Estimada.....	59
Figura N° 8 Comportamiento del Volumen del Aceite Versus Tiempo.....	64
Figura N° 9 Concentración de Aceite Versus Tiempo	66
Figura N° 10 Regresión Lineal de Ln. de Concentración Versus Tiempo	66



RESUMEN

El aceite esencial es una mezcla de componentes volátiles, producto del metabolismo secundario de las plantas. Se forman en las partes verdes (con clorofila) del vegetal y al crecer la planta son transportadas en otros tejidos, en concreto a los brotes en flor. El aceite esencial obtenido a partir de KJENTO KJENTO (*Rumex crispus L.*). Se ha realizado la extracción del aceite esencial por el método de extracción sólido – líquido, considerándose las siguientes condiciones de operación, para un tiempo total de extracción de 1880 min. (31.3) horas y a una temperatura de 25°C (agitación), extrayéndose 3.5 ml. de aceite del KJENTO KJENTO (*Rumex crispus L.*), así mismo, en la determinación de las propiedades físicas y químicas en el aceite esencial de KJENTO KJENTO (*Rumex crispus L.*), se determinó la constante de velocidad $k = 0.007 \text{ min}^{-1}$, con humedad de muestra 86.338 %, con rendimiento de 0.6738 %, por lo que se puede afirmar que se tiene una cinética de primer orden y se tiene la siguiente ecuación.

$$C_A = 1.5823 \text{ EXP}^{(-0.007*t)}$$

Según el diseño experimental la ecuación del modelo ajustado en función del volumen y tiempo es:

$$\text{Volumen de aceite (Y)} = 0.160714 - 0.001*\text{Tiempo} - 0.00233333*\text{Volumen} + 0.0000444444*\text{Tiempo}*\text{Volumen}$$

Así también la identificación de los metabolitos secundarios volátiles presentes en el aceite KJENTO KJENTO (*Rumex crispus L.*), se determinó mediante la cromatografía gaseosa con detección de masas, método de cuantificación por normalización interna (área).

PALABRAS CLAVES: kjento kjento, aceite esencial, sólido - líquido.

ABSTRACT

The essential oil is a mixture of volatile components, product of the secondary metabolism of plants. They are formed in the green parts (with chlorophyll) of the vegetable and when the plant grows they are transported in other tissues, in particular to the buds in bloom. The essential oil obtained from KJENTO KJENTO (*Rumex crispus* L.). The extraction of the essential oil was carried out by the solid - liquid extraction method, considering the following operating conditions, for a total extraction time of 1880 min. (31.3) hours and at a temperature of 25 ° C (stirring), extracting 3.5 ml. Of KJENTO KJENTO (*Rumex crispus* L.) oil, as well as in the determination of the physical and chemical properties of KJENTO KJENTO (*Rumex crispus* L.) essential oil, the rate constant $k = 0.007 \text{ min}^{-1}$, With sample moisture 86.338%, with yield of 0.6738%, so it can be stated that there is a first order kinetics and the following equation is obtained.

$$CA = 1.5823 \text{ EXP}^{(-0.007*t)}$$

According to the experimental design, the model equation adjusted according to volume and time is:

$$\text{Oil volume (Y)} = 0.160714 - 0.001 * \text{Tiempo} - 0.00233333 * \text{Volumen} + 0.0000444444 * \text{Tiempo} * \text{Volumen}$$

Thus, the identification of the volatile secondary metabolites present in the KJENTO KJENTO (*Rumex crispus* L) oil was determined by gas chromatography with mass detection, a method of quantification by internal normalization.

KEY WORDS: kjento kjento, essential oil, solid – liquid.

INTRODUCCIÓN

Las plantas han sido siempre una fuente indispensable para la obtención de productos beneficiosos en la historia de la humanidad. Las antiguas civilizaciones usaron las especies vegetales tanto para fines alimenticios, como en medicina y cosmética. En la actualidad, se ha revalorado el campo de aplicación de las plantas y especias aromáticas, en farmacología y biotecnología; la investigación científica le abre un nuevo espacio a los aceites esenciales, evaluando su efecto anti-infeccioso, antimicótico e insecticida.

El Perú es uno de los países con mayor biodiversidad en el mundo, muchas de sus especies vegetales pueden ser aprovechadas de forma sostenible por la industria, una clara alternativa es el *Rumex Crispus L.*, una planta nativa con aplicaciones medicinales, cuyo aceite esencial presenta propiedades dermatológicas, demostradas un amplio espectro.

La industria de perfumería, cosmética, farmacéutica y alimentaria utilizan plantas medicinales en muchos de sus procesos por sus maravillosas propiedades, los procesos que se pueden llevar a cabo con las plantas medicinales van desde la deshidratación hasta la producción de aceites esenciales, con mercados interesantes tanto a escala nacional como internacional, sumando un valor agregado que harían muy rentable su cultivo.

El objetivo general de este trabajo, fue extraer y caracterizar el aceite esencial el *Rumex Crispus L.*, conocido comúnmente como “Kjento Kjento”, extracción sólido – líquido y la evaluación de las propiedades físico químicas del aceite. Es una herbácea autóctona que se encuentra abundantemente en la provincia de Yunguyo departamento de Puno.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la región Puno, existen gran cantidad de la planta denominada Kjento Kjento (*Rumex crispus L.*), con el nombre común en la zona sur (Chucuito - Juli, Yunguyo), que por no utilizarse se seca y se desperdicia; la población la utiliza como remedio para curar heridas. Los agricultores ven sus cultivos invadidos por esta planta como mala hierba ignorando sus propiedades curativas.

En el Perú, diversas instituciones han prestado atención a la elaboración de productos naturales con variadas orientaciones respecto a las materias primas, usos y localización de las plantas industriales; dentro de los cuales se encuentran los aceites esenciales que tienen una creciente demanda en el mercado nacional y pueden proporcionar ingresos tanto a los agricultores como a los productores debido a que actualmente las personas están orientando sus consumos a productos alternativos gracias a que éstos son más saludables que los tradicionales. A la fecha no se tiene producción registrada del aceite esencial del Kjento Kjento (*Rumex crispus L.*).

Así las diversas fragancias asociadas a algunas plantas se debe a la presencia de los monoterpenos y sesquiterpenos básicamente estas sustancias constituyen un importante grupo de hidrocarburos, alcoholes y cetonas que son los componentes mayoritarios de los aceites esenciales que pueden ser obtenidos de hojas, raíces y

corteza de varias plantas. Dentro de estas fragancias no se tiene conocimiento del uso del Kjento Kjento (*Rumex crispus L.*).

En el estudio de la extracción de aceites esenciales no se ha realizado a la fecha ningún trabajo de investigación del aceite esencial del Kjento Kjento (*Rumex crispus L.*), teniendo conocimiento que estos trabajos están enfocados, al estudio del rendimiento de extracción, desde el punto de vista de la transferencia de masa, la cinética de extracción de aceites esenciales, la extracción líquido – vapor, y el proceso termodinámico.

Sin embargo, no existen estudios y teorías que expliquen el comportamiento reológico de aceites esenciales una vez extraídas de tallos, hojas o raíces, ni sus parámetros físicos. Tampoco existen correlaciones generales que describan el comportamiento de flujo del aceite esencial del Kjento Kjento (*Rumex crispus L.*). Así mismo no existe el modelamiento matemático que permita predecir el tipo de fluido típico que presenta el aceite esencial Kjento Kjento (*Rumex crispus L.*).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El problema se formula mediante las siguientes interrogantes:

- ¿Será posible a las condiciones paramétricas de la localidad de Puno determinar la cinética de extracción de aceite de Kjento Kjento (*Rumex crispus L.*)?
- ¿Cómo se puede extraer el aceite del Kjento Kjento (*Rumex crispus L.*), por extracción solido-liquido?
- ¿Cómo se puede caracterizar e identificar los grupos funcionales del aceite esencial del Kjento Kjento (*Rumex crispus L.*)?
- ¿Cuál es el rendimiento del proceso de extracción del aceite del Kjento Kjento (*Rumex crispus L.*)?

1.3. ANTECEDENTES

Pineda, (2001) ha logrado comprobar que se puede hacer un estudio experimental para la extracción por arrastre con vapor de agua del aceite esencial de Chiri-chiri y Salvia a nivel banco con un equipo de mínima capacidad, debido a que se puede cuantificar el proceso a través de un número mínimo de ensayos y además determinar los parámetros que lo gobiernan.

El tratamiento de mayor rendimiento para el Chiri-chiri es el tratamiento A (hojas y flores jóvenes enteras y frescas) con 0,67% para un peso de 2000g y un tiempo de extracción de 60 min aproximadamente.

El tratamiento de mayor rendimiento para la Salvia es el Tratamiento C, (hojas jóvenes enteras y secas) con un rendimiento de 6,31% para un peso de 2000 g y un tiempo de extracción de 30 min aproximadamente.

Luque, (2004) realizó la extracción del aceite esencial a nivel de laboratorio químico, con equipos diseñados adecuadamente y las pruebas de extracción a partir de hojas del arbusto muña (*Satureja boliviana*) en las que se aplicaron dos tratamientos:

De hojas frescas con una humedad del 85% dando un rendimiento de extracción de 34,4 mL de aceite esencial por kilogramo de materia prima, en un tiempo de 100 minutos: utilizando 3 litros de agua al vaporizarse.

De hojas previamente secados, con una humedad de 35%, obteniéndose un rendimiento de extracción de 32,2 mL de aceite esencial por kilogramos de hojas de muña seca, en un tiempo de 70 minutos, utilizando 3 litros de agua al vaporizarse.

De los dos tratamientos de extracción de aceite esencial el de mayor rendimiento fue tratando hojas frescas de muña con el 85% de humedad.

Vargas, (2004) nos indica que la extracción del aceite esencial fue a nivel de laboratorio químico, con equipo diseñado adecuadamente, la muestra recolectada en los lugares de la región Arequipa y en dos estaciones diferentes; hojas flores y semillas, sin molienda y con tiempo de destilación de una, dos y tres horas evaluando el rendimiento del aceite esencial, de un 1kg de semillas de molle obtuvo 0,9% de aceite esencial para un tiempo de extracción de dos horas. La caracterización físico química fue con reactivos químicos P.A. nacionales INDECOPI y el material de laboratorio clase A. la metodología fue con normas e internacionales AOAC y ASTM.

Monsalve, (2007) indica que el rendimiento del aceite esencial de *Lippia alba* presentó variaciones de acuerdo con el quimiotipo y con las condiciones geográficas de su cultivo, siendo éste mayor para las plantas caracterizadas por el alto contenido de la carvona, cultivadas en Armenia (1480 m.s.n.m., 24°C) (Quindío), Suaita (1500 m.s.n.m., 19°C) (Santander) y Bolívar (2600 m.s.n.m., 17°C) (Santander), cuyos rendimientos fueron 3,17%, 2,97% y 2,50%, respectivamente. Por el contrario, los menores rendimientos se alcanzaron en las plantas que presentaron como metabolito mayoritario el citral en su aceite, cultivadas en Colorado (Bolívar) y Saravena (Arauca), cuyos valores son 0,30% y 0,36%, respectivamente.

1.4. OBJETIVO DEL ESTUDIO

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la cinética de extracción y caracterizar el aceite crudo de kjento kjento (*Rumex crispus L.*), aplicando el método de extracción sólido - líquido, variando los tamaños de muestra y humedad a partir de pruebas a nivel laboratorio.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Extraer el aceite de Kjento Kjento (*Rumex crispus L.*), por extracción sólido - líquido.
- Evaluar el rendimiento de la obtención del aceite crudo de Kjento Kjento (*Rumex crispus L.*) tanto en hojas y tallo.
- Caracterizar y/o identificar los grupos funcionales presentes en el aceite crudo de Kjento Kjento (*Rumex crispus L.*) por medio del equipo cromatografía gaseosa.
- Determinar las características fisicoquímicas del aceite crudo de Kjento Kjento (*Rumex crispus L.*).

1.5. HIPÓTESIS

HIPÓTESIS GENERAL

Es posible adecuar técnicas ya existentes para extraer el aceite crudo de kjento Kjento (*Rumex crispus L.*) a partir de proceso de extracción sólido - líquido, en el desarrollo experimental se debe encontrar los diferentes parámetros de extracción y su respectiva caracterización.

HIPÓTESIS ESPECÍFICO

- La extracción del aceite de Kjento Kjento (*Rumex crispus L.*) se realiza utilizando el método de extracción sólido - líquido.
- El rendimiento del aceite permite determinar la cantidad de aceite esencial obtenido con respecto a la muestra.
- Mediante cromatografía gaseosa, se caracteriza y se identifican los grupos funcionales presentes en el aceite esencial Kjento Kjento (*Rumex crispus L.*).
- La caracterización físico-química contribuye determinar la calidad del aceite esencial del Kjento Kjento (*Rumex crispus L.*).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

Hierba perenne, glabra, de tallo simple o ramificado, erecto, de hasta 100 cm de altura, de raíces gruesas. Hojas basales grandes, de lámina olongo-lanceolada con márgenes ondulados o crespos, 15-35 cm de largo. Pecíolos gruesos poco más cortos que la lámina. Hojas superiores menores y crespas. Flores pediceladas, reunidas en glomérulos, dispuestos en ramas espiciformes, agrupadas en gran panoja terminal. Fruto trígono de unos 4mm de largo, con valvas acrescidas, membranosas, hasta circulares, de bordes íntegros, base cordada y ápice obtuso. Las panojas fructificadas cuando maduran los frutos se tornan de color castaño. Florece en Primavera, aunque hay registros de plantas florecidas en otoño e invierno.

Cuadro N° 1 Descripción de la Planta

DIVISION	ANGIOSPERMAE
CLASE	DYCOTILEDONEAE
ORDEN	POLYGONALES
FAMILIA	POLYGONACEAE
GENERO	<i>Rumex</i>
ESPECIE	<i>crispus L.</i>

Fuente: Casillejo, 2008

2.2. PRODUCTOS NATURALES

Para el químico el término “producto natural” es sinónimo de metabolito secundario. Algunos autores han calificado la relación entre “productos naturales” o metabolitos secundarios de “compuestos del químico” y la de los metabolitos primarios de “compuestos del bioquímico. (Gros et al., 1985).

2.2.1. Metabólicos Primarios

Productos del metabolismo general, estos están ampliamente distribuidos en las plantas y microorganismos participan en la actividad celular de todo ser viviente así como aminoácidos de proteínas comunes, monosacáridos comunes, nucleótidos, ácidos carboxílicos del ciclo cítrico, lípidos, glicéridos, etc. (Gros et al., 1985).

2.2.2. Metabólicos Secundarios (MS)

Un gran porcentaje de los principios activos de plantas está comprendido dentro de los llamados productos naturales o metabolitos secundarios, que son compuestos químicos de estructura relativamente compleja, y de distribución más restringida y más característica de fuentes botánicas específicas. (Lock, 1994).

Producto del metabolismo especial, biosintetizado a partir de metabolitos primarios, con distribución restringida a ciertas plantas y microorganismos (a veces es característico de un género dado o de una especie) tales como alcaloides terpenoides, flavonoides, oligosacáridos, etc. (Gros, et al., 1985).

Una planta al ser un organismo sésil no puede correr cuando es atacado por caracoles, insectos o herbívoros vertebrados y no cuenta con un sistema inmune para defenderse cuando es atacado por bacterias, hongos o virus. Las diferentes adaptaciones permiten explicar la existencia y diversidad de los MS; por esta razón, se acepta que desde los comienzos de la evolución de las Angiospermas hace cerca de 140 millones

de años, los herbívoros y microbios siempre han estado presentes en la naturaleza y las plantas han desarrollado estrategias de supervivencia contra ellos.(Ventura, 2006).

De acuerdo a (Dewick, 2002 & Ventura, 2006) los MS pueden ser de los siguientes tipos:

- Compuestos fenólicos, comprenden los fenilpropanos y los flavonoides. Los flavonoides se clasifican a su vez en flavonas, flavonoles, flavanonas y antocianinas, chalconas y auronas.
- Terpenoides, son de fórmula general $(C_5H_8)_n$ y se clasifican en hemiterpenos (C_5H_8), monoterpenos ($C_{10}H_{16}$), sesquiterpenos ($C_{15}H_{24}$), diterpenos ($C_{20}H_{32}$), triterpenos ($C_{30}H_{48}$), tetraterpenos ($C_{40}H_{64}$) y politerpenos $(C_5H_8)_n$.
- Alcaloides, los cuales se dividen en alcalóides verdaderos, protoalcaloides, pseudoalcaloides y alcalóides imperfectos.

2.3. CLASIFICACIÓN DE TERPENOS

2.3.1. Terpenos

Los componente olorosos de las plantas, que pueden separar de otros materiales de las plantas por destilación con vapor de agua, se llaman aceites esenciales. Muchos aceites esenciales, tales como los de las flores, se usan en perfumes. La mayor parte de los aceites esenciales son mezclas de terpenos, una clase de productos naturales que se encuentran en las plantas y los animales. El nombre de terpeno deriva de trimentina (en inglés: turpentine) es rica en terpenos.

Todos los terpenos parecen haber sido contruidos por *unión de unidades de isopreno cabeza a cola*. La cabeza es el extremo más próximo a la ramificación del metilo. Los terpenos contienen dos, tres, o más unidades de isopreno. Sus moléculas

pueden ser de cadena abierta o cíclica. Pueden contener dobles enlaces, grupos oxhidrilo, grupos carbonilo otros grupos funcionales. Una estructura del tipo terpeno que contenga otros elementos. Aparte de C e H se llama un terpenoide. (Ralph, et at., 1983).

2.3.2. Clasificación de Terpenos

Los terpenoides forma una larga y diversas estructuras de familias de productos naturales derivan de unidades de isopreno, unidos de cabeza a cola, la forma de estructuras típicas contienen esqueletos de carbono representados por $(C_5)_n$, su clasificación se presenta en la tabla 2.2. (Dewick, 2002) & (Ventura, 2006).

Tabla N° 1 Clasificación de Terpenos

Nombre	Formula Molecular	N° de Unidades
Hemiterpenos	C_5H_8	1
Monoterpenos	$C_{10}H_{16}$	2
Sesquiterpenos	$C_{15}H_{24}$	3
Diterpenos	$C_{20}H_{32}$	4
Sesterpenos	$C_{25}H_{40}$	5
Triterpenos	$C_{30}H_{48}$	6
Tetraterpenos	$C_{40}H_{64}$	8
Politerpenos	$C_{5n}H_{8n}$	n

Fuente: Dewick, (2002)

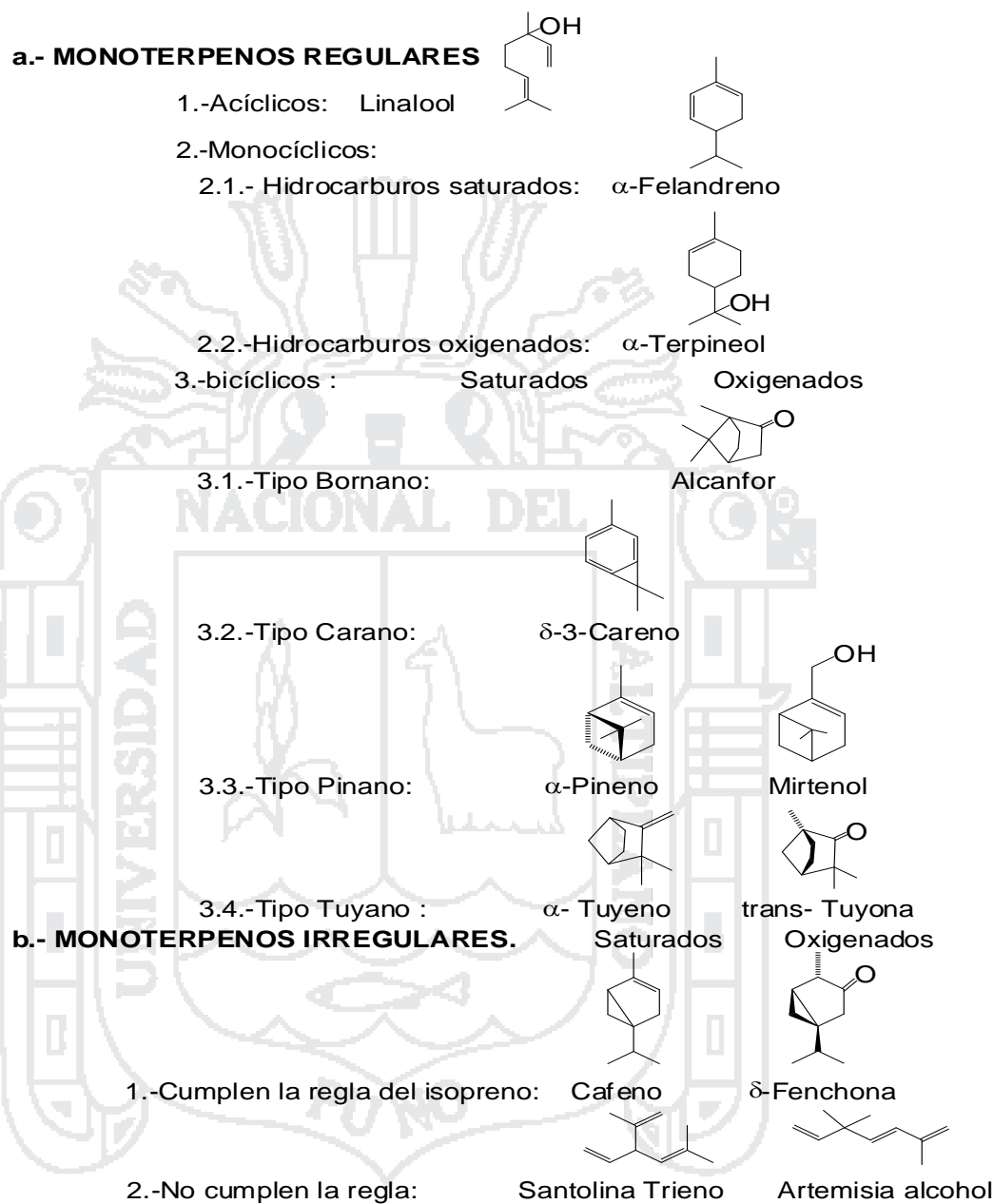
2.3.2.1. Monoterpenos:

Se caracterizan por presentar 10 átomos de carbono y por lo tanto dos unidades de isopreno. Presentan gran variabilidad de hidrocarburos, alcoholes, aldehídos y otros compuestos oxigenados que, en conjunto, engloban gran cantidad de isómeros no sólo funcionales sino también de posición y geométricos. Están considerados como una de las más grandes familias de productos naturales.

Se han descrito también en hongos y plantas no vasculares, aunque en menor medida, y en organismos animales como el coleóptero de la familia Silphidae, *Necrodessurinamensis* Fabricius, que excreta un compuesto monoterpénico por su glándula anal que repele a posibles competidores y depredadores.

Esta gran familia de compuestos se puede clasificar atendiendo al tipo de uniones que presentan. Se habla de monoterpenos regulares cuando se originan por la fusión “cabeza-cola” de dos unidades de isopreno, es decir, enlazando el carbono 1 de la primera unidad de IPP y el carbono 4 de la segunda, y se denominan irregulares cuando la fusión es del tipo “cabeza-mitad”, el carbono 1 de la primera unidad de isopreno y el carbono 2 ó 3 del segundo. A partir de esta primera diferenciación se pueden subdividir atendiendo al número de ciclos que presentan: acíclicos, monocíclicos, bicíclicos y tricíclicos, como se muestra en la tabla 2. (Palá, 2002).

Tabla N° 2 Clasificación de Monoterpenos



Fuente: Palá, (2002)

2.3.2.2. Sesquiterpenos:

Se caracterizan por poseer 15 átomos de carbono y por tanto tres unidades de isopreno. Aunque por regla general la mayoría de ellos presentan una unión regular “cabeza cola”, existen algunos que son el resultado de transposiciones en esta estructura. Aparecen ampliamente distribuidos en la naturaleza, se encuentran en los aceites esenciales, al igual que los monoterpenos, pero con mayor frecuencia que estos en hongos, plantas no vasculares e incluso en algunas bacterias como *Streptomyces*. Este grupo presenta gran variabilidad natural pudiendo encontrar hidrocarburos, alcoholes, cetonas y sus derivados, ésteres, glicósidos y alcaloides sesquiterpénicos.

Aunque se les han atribuido diversas funciones como hormonas vegetales (ácido abscísico o fitoalexinas) y como antibióticos de origen fúngico, al igual que los monoterpenos pueden actuar como alelopáticos. No son metabólicamente inertes, se sintetizan y catabolizan rápidamente con papel dinámico en el metabolismo vegetal. La producción y acumulación de este tipo de compuestos, en cantidades considerables, suelen estar relacionados con la presencia de estructuras secretoras especializadas, como las glándulas de aceite comentadas anteriormente.

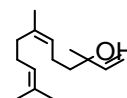
Los sesquiterpenos, al contar con una unidad de isopreno más que los monoterpenos, presentan una mayor plasticidad en su construcción que se traduce en una mayor variabilidad estructural y funcional. Además, la presencia de isómeros geométricos de posición u ópticos es mucho mayor. Debido a esta plasticidad y según el número de anillos de la molécula, se pueden agrupar en acíclicos, monocíclicos, bicíclicos, tricíclicos y tetracíclicos como aparece reflejado en la tabla (3). (Palá, 2002)

Tabla N° 3 Clasificación de los Sesquiterpenos

Sesquiterpenos acíclicos:



α -Farneseno



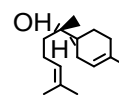
Nerolidol

Sesquiterpenos Monocíclicos:

1.- Grupo Bisabolano:



β -Bisaboleno

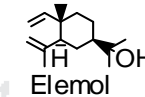


α -bisabolol

2.- Grupo Elemeno:



β -Elemeno

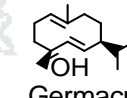


Elemol

3.- Grupo Germacrano:



Germacreno D

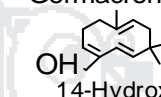


Germacreno D-4-ol

4.- Grupo Humulano:



α -Humuleno



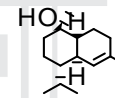
14-Hydroxy- α -humuleno

Sesquiterpenos Bicíclicos:

1.- Grupo Cadinano:



δ -Cadineno

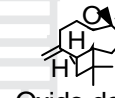


α -Cadinol

2.- Grupo Cariofileno:



β -Cariofileno

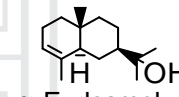


Oxido de cariofileno

3.- Grupo Eudesmano:



α -Selineno

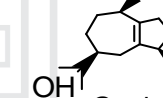


α -Eudesmol

4.- Grupo Perhidroazuleno:



Azuleno

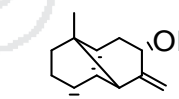


Guaiol

Sesquiterpenos Tricíclicos:



Aromadendreno



β -Copaen-4- α -ol

Sesquiterpenos Tetracíclicos:



Iswareno

Fuente: Palá, (2002)

2.3.2.3. Diterpenos

Los diterpenos son otra gran familia de terpenoides que, según las circunstancias, pueden aparecer en los aceites esenciales junto con los monoterpenos (C-10) y sesquiterpenos (C-15). Se trata de compuestos con 20 átomos de carbono (cuatro unidades de isopreno, C-20), por lo que su peso molecular es superior al de monoterpenos y sesquiterpenos, y su volatilidad menor. Sus características moleculares y estructurales dificultan la extracción de los mismos en corriente de vapor, método más usual para la extracción de aceites esenciales. Por este motivo no suelen considerarse componentes del aceite volátil, ya que no todos los diterpenos se extraen, y los extraídos no lo son al 100%. Sin embargo, los que suelen aparecer en las esencias son derivados del labdano y del esclareol. Así como el fitol y esclareolditerpenos que aparecen ocasionalmente en los aceites esenciales. Estos diterpenos son los más frecuentemente referenciados en estudios de aceites esenciales.

La mayoría de los diterpenos han sido extraídos de plantas vasculares, y de algunos talófitos, principalmente algas y hongos. Pueden actuar, en algunos casos, como sustancias repelentes, también como feromonas atrayentes de insectos e incluso como compuestos citotóxicos frente a células tumorales. (Domínguez, 1973).

2.4. ACEITES ESENCIALES

En la actualidad se definen como “aceites esenciales” las fracciones líquidas volátiles, generalmente destilables con agua o en corriente de vapor, que contienen las sustancias responsables del aroma de las plantas y que son importantes en la industria cosmética (perfumes y aromatizantes), alimentaria (condimentos y saborizantes) y farmacéutica (principios activos y saborizantes). Los aceites

esenciales generalmente son mezclas complejas de más de 100 componentes que pueden tener la siguiente naturaleza química: compuestos alifáticos de bajo peso molecular (alcanos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres y ácidos), terpenoides (monoterpenos, sesquiterpenos y diterpenos) y fenilpropanoides.

Respecto a su distribución, un aceite esencial puede localizarse en un determinado órgano vegetal, flores, hojas, frutos, y hasta raíces o en toda la planta. La composición puede ser igual o diferente; las flores del naranjo (azahar) constituyen sustancias muy diferentes a los que se encuentran en la esencia de las naranjas. Algunos aceites esenciales se encuentran en las plantas en forma de precursores no volátiles, frecuentemente glicósidos, la descomposición es enzimática o en medio ácido diluido. Esto se observa en las almendras amargas, pimienta negra, vainilla. Respecto al papel biológico desempeñado por las esencias en los vegetales se han especulado mucho. Según algunos, intervienen como hormonas en la polinización; sirve de atrayente de insectos poleníferos; regulan la transpiración; son productos de desecho metabólico. Las esencias se producen en glándulas especiales formadas por células secretoras arregladas para formar una bolsa donde se acumula el aceite esencial. (Dewick, 2002).

2.4.1. Clasificación

Los aceites esenciales se clasifican en base a diferentes criterios:

Consistencia, origen y naturaleza química de los componentes mayoritarios. De acuerdo a su consistencia los aceites esenciales se clasifican en esencias fluidas, bálsamos y oleorresinas. Las Esencias fluidas son líquidos volátiles a temperatura ambiente. Los Bálsamos son de consistencia más espesa, son poco volátiles y propensos a sufrir reacciones de polimerización, son ejemplos el bálsamo de copaiba, el bálsamo del Perú, Benjuí, bálsamo de Tolú, Estoraque, etc. Las

Oleorresinas tienen el aroma de las plantas en forma concentrada y son típicamente líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas (caucho, gutapercha, chicle, balata, oleorresina de paprika, de pimienta negra, de clavel, etc.). De acuerdo a su origen los aceites esenciales se clasifican como naturales, artificiales y sintéticos. Los naturales se obtienen directamente de la planta y no sufren modificaciones físicas ni químicas posteriores, debido a su rendimiento tan bajo son muy costosas. Los artificiales se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de la misma esencia con uno o varios de sus componentes, por ejemplo, la mezcla de esencias de rosa, geranio y jazmín enriquecidas con linalol, o la esencia de anís enriquecida con anetol. Los aceites esenciales sintéticos como su nombre lo indica son los producidos por la combinación de sus componentes los cuales son la mayoría de las veces producidos por procesos de síntesis química. Estos son más económicos y por lo tanto son mucho más utilizados como aromatizantes y saborizantes (esencias de vainilla, limón, fresa, etc.). Desde el punto de vista químico y a pesar de su composición compleja con diferentes tipos de sustancias, los aceites esenciales se pueden clasificar de acuerdo con el tipo de sustancias que son los componentes mayoritarios. Según esto los aceites esenciales ricos en monoterpenos se denominan aceites esenciales monoterpenoides (por ejemplo. hierbabuena, albahaca, salvia, etc.). Los ricos en sesquiterpenos son los aceites esenciales sesquiterpenoides (por ejemplo. copaiba, pino, junípero, etc.). Los ricos en fenilpropanos son los aceites esenciales fenilpropanoides (por ejemplo. clavo, canela, anís, etc.). Aunque esta clasificación es muy general nos resultará útil para propósitos de estudiar algunos aspectos fitoquímicos de los monoterpenos, los sesquiterpenos y los fenilpropanos, sin

embargo existen clasificaciones más complejas como la de González Patiño que tienen en cuenta otros aspectos químicos. (Batiu, 2007).

2.4.2. Distribución y Estado Natural

Los aceites esenciales se encuentran ampliamente distribuidos en unas 60 familias de plantas que incluyen los compuestos, Labiadas, Lauráceas, Mirtáceas, Pináceas, Rosáceas, Rutáceas, Umbelíferas, etc. Se les puede encontrar en diferentes partes de la planta: en las hojas (ajenjo, albahaca, buchú, cidrón, eucalipto, hierbabuena, limoncillo, mejorana, menta, pachulí, quenopodio, romero, salvia, toronjil, etc.), en las raíces (angélica, asaro, azafrán, cálamo, cúrcuma, galanga, jengibre, sándalo, sasafrás, valeriana, vetiver, etc.), en el pericarpio del fruto (limón, mandarina, naranja, etc.), en las semillas (anís, cardamomo, eneldo, hinojo, comino, etc.), en el tallo (canela, caparrapí, etc.), en las flores (arnica, lavanda, manzanilla, piretro, tomillo, clavo de olor, rosa, etc.) y en los frutos (alcaravea, cilantro, laurel, nuez moscada, perejil, pimienta, etc.). Los monoterpenoides se encuentran principalmente en plantas de los órdenes Ranunculales, Violales y Primulales, mientras que son escasos en Rutales, Cornales, Lamiales y Asterales. Por el contrario, los sesquiterpenoides abundan en Magnoliales, Rutales, Cornales y Asterales.

Aunque en los aceites esenciales tanto los monoterpenos, los sesquiterpenos y los fenilpropanos se les encuentran en forma libre, más recientemente se han investigado los que están ligados a carbohidratos, ya que se considera que son los precursores inmediatos del aceite como tal. (Martínez, 2003).

2.5. PROCEDIMIENTOS TRADICIONALES DE EXTRACCIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES

2.5.1. Destilación por Arrastre con Vapor de Agua

La muestra vegetal generalmente fresca y cortada en trozos pequeños, es encerrada en una cámara inerte y sometida a una corriente de vapor de agua sobrecalentado, la esencia así arrastrada es posteriormente condensada, recolectada y separada de la fracción acuosa. Esta técnica es muy utilizada especialmente para esencias fluidas, especialmente las utilizadas para perfumería.

Se utiliza a nivel industrial debido a su alto rendimiento, la pureza del aceite obtenido y porque no requiere tecnología sofisticada.

2.5.2. Extracción con Solventes Volátiles

La muestra seca y molida se pone en contacto con solventes tales como alcohol, cloroformo, etc. Estos solventes solubilizan la esencia pero también solubilizan y extraen otras sustancias tales como grasas y ceras, obteniéndose al final una esencia impura. Se utiliza a escala de laboratorio pues a nivel industrial resulta costoso por el valor comercial de los solventes, porque se obtienen esencias impurificadas con otras sustancias, y además por el riesgo de explosión e incendio característicos de muchos solventes orgánicos volátiles. (Martínez, 2003).

2.5.3. Enflorado o Enfleurage

El material vegetal (generalmente flores) es puesto en contacto con un aceite vegetal. La esencia es solubilizada en el aceite vegetal que actúa como vehículo extractor. Se obtiene inicialmente una mezcla de aceite esencial y aceite vegetal la cual es separada posteriormente por otros medios físico-químicos. Esta técnica es empleada para la obtención de esencias florales (rosa, jazmín, azahar, etc.), pero

su bajo rendimiento y la difícil separación del aceite extractor la hacen costosa. (Martínez, 2003).

2.5.4. Destilación Azeotrópica

Desde el punto de vista físico, la destilación del aceite esencial está precedida de su difusión desde las células vegetales que la contienen. Así que el aceite esencial difuso más fácil es desde la planta verde que desde la planta seca o desde flores que desde las raíces, corteza o frutas. Para facilitar este proceso la materia prima vegetal debe ser fresca. El secado se dirige a una pérdida de aceite esencial por evaporación, más los procesos fermentativos que ocurren tienen influencia negativa sobre las propiedades olfativas de los aceites esenciales (artificiales). (Batiu, 2007).

Un azeótropo es una mezcla de dos o más compuestos líquidos cuyo punto de ebullición no cambia cuando el vapor que se produce se elimina. La palabra *azeótropo* es sinónimo de mezcla de punto de ebullición constante”. (Perry, 1966). El Término destilación azeotrópica ha sido aplicado a un amplio tipo de técnicas de separación de fracciones basadas en la destilación, en las que el comportamiento azeotrópico se aprovecha para llevar a cabo una separación, el agente que causa específicamente el comportamiento azeotrópico, frecuentemente llamado *arrastrador*, puede estar ya presente en la mezcla de alimentación (una mezcla aceto-arrastrante) o puede ser un agente de separación de masa añadido, las técnicas de destilación azeotrópica se utilizan en las industrias de proceso petroquímicas y químicas para la separación de sistemas de punto de ebullición cercano, críticos, o azeotrópicos para los cuales la destilación simple resulta demasiado cara o imposible. (Perry, et al., 2001)

Los azeótropos se clasifican en dos grupos: los que existen en una fase líquida (azeótropos homogéneos), y los que hay en dos o más fases líquidas en equilibrio (azeótropos heterogéneos) el grupo homogéneo se sub clasifica en mezclas de punto de ebullición mínimo y de punto de ebullición máximo. (Perry, et al., 2001).

2.5.5. Destilación con vapor de alta presión

El procedimiento es una variante del proceso de destilación en corriente vapor directo. La destilación con el flujo a esta presión tiene algunas ventajas:

- Tiempo de destilación más corto
- Destilación completa del aceite esencial
- Ahorro de energía

La aplicación del procedimiento es limitada solamente a los aceites esenciales estables desde el punto de vista térmico. Se habla de aceites esenciales pobres en monoterpenos pero ricos en sesquiterpenos. Por ejemplo aceites esenciales aisladas desde la rama de coníferos, corteza, frutas, raíz etc. (Batiu, 2007).

2.5.6. Fluidos supercríticos

Es una técnica sencilla, donde el material vegetal se empaca en una cámara de acero inoxidable a través de la cual se hace circular un fluido en estado supercrítico (CO_2), que actúa como solvente y permite separar los componentes volátiles del material vegetal. El fluido, luego, se elimina por descompresión hasta alcanzar la presión y la temperatura ambiente.

Finalmente, se obtiene un extracto cuyo grado de pureza depende de las condiciones de extracción. Las ventajas de esta técnica son que los extractos tienen fragancia más intensa, se evita la degradación térmica de los componentes, hay mayor

rendimiento en la extracción, los extractos quedan libres de solvente y, presumiblemente, no hay cambios químicos de los componentes. (Patiño, et al., 1997).

Martínez (2003). El material vegetal cortado en trozos pequeños, licuado o molido, se empaca en una cámara de acero inoxidable y se hace circular a través de la muestra un líquido supercrítico (por ejemplo bióxido de carbono líquido), las esencias son así solubilizadas y arrastradas y el líquido supercrítico que actúa como solvente extractor y se elimina por descompresión progresiva hasta alcanzar la presión y temperatura ambiente, y finalmente se obtiene una esencia pura.

Aunque presenta varias ventajas como rendimiento alto, es ecológicamente compatible, el solvente se elimina fácilmente e inclusive se puede reciclar, y las bajas temperaturas utilizadas para la extracción no cambian químicamente los componentes de la esencia, sin embargo el equipo requerido es relativamente costoso, ya que se requieren bombas de alta presión y sistemas de extracción también resistentes a las altas presiones.

2.5.7. Rotavapor

Rotavapor es un aparato de destilación rotatorio asociado a un Baño María que es usado principalmente en laboratorios de síntesis químicas, investigaciones en Bioquímica y análisis químico cualitativo y cuantitativo de extractos de naturaleza orgánica e inorgánica. Se utiliza principalmente para separar por medio de evaporación a presión reducida y suave, el solvente que acompaña al soluto de interés; o bien, para realizar destilaciones fraccionadas.

Es fundamental que el operador del rotavapor conozca de antemano los puntos de destilación y/o fusión de los analitos para no sobrecalentar el sistema. El analito de interés es colocado en el matraz de evaporación que está semi-sumergido en agua,

se enciende la plancha calefactora del Baño María y el sistema de rotación del matraz de evaporación. Se reduce la presión atmosférica mediante la aplicación de una bomba de vacío permitiendo que los solventes sean separados del soluto y destilados en el tubo de condensación a baja temperatura y recolectados en el matraz colector.

2.6. USO Y APLICACIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES

El consumo de aceites esenciales en la industria es muy variado y va desde aromatizar jabones y champús hasta la elaboración de alimentos y perfumes según estimaciones de la organización Mundial de la salud como mínimo el 80% de la población mundial depende principalmente de medicinas y tratamientos naturales. Incluso, en los países industrializados, el 40% de los fármacos proviene de fuentes naturales. Muchos medicamentos se elaboran a partir de ingredientes naturales y otros son copias sintéticos o variedades modificados artificialmente de sustancias químicas naturales. (Olaya, et al., 2003)

Por lo que respecta a los usos que estas mezclas de sustancias han recibido a lo largo de su historia, la relación es amplia y variada. La primera y más rentable de sus aplicaciones fue el uso como perfumes o fragancias. Incluso en la actualidad es conocida la importancia de la industria perfumera y cosmética en su intento de encontrar nuevas fragancias secretas y difíciles de imitar que alcanzan altos precios en el mercado. Sin embargo, el hombre, a lo largo de la historia, ha puesto de manifiesto otras propiedades de los aceites esenciales, en ocasiones por simple casualidad y en ocasiones tras múltiples experimentos. En medicina popular o etnobotánica han sido demostradas las propiedades de los extractos de algunas especies (Vanaclotxa, 1994)..

Tabla N° 4 Principales Aplicaciones de los Aceites Esenciales en el
Mercado

1.- Adhesivos Pegamentos para porcelanas y caucho.
2.- Industria alimentaria animal Comidas preparadas y piensos.
3.- industria automovilística Limpiaparabrisas y ambientadores.
4.- Repostería Condimentos, saborizantes y aromatizantes.
5.- Chicles Saborizantes.
6.- Condimentos Saborizantes, colorantes.
7.- Dentífricos Saborizantes, colorantes.
8.- Insecticidas Repelentes, aromatizantes.
9.- Industria alimentaria Aromatizantes, saborizantes, bebidas, sopas, adobos
10.- Productos de limpieza Aromatizantes.
11.- Pintura Disolventes, barnices.
12.- Perfumería y cosmética Aromatizantes, colorantes.
13.- industria farmacéutica Principios activos, aromatizantes, saborizantes, colorantes.
14.- Industria tabaquera Aromatizantes.

Fuente: Palá, (2002)

3.6.1. Industrias Farmacéuticas

La mayoría de los medicamentos han tenido origen los compuestos de las plantas. Esta es una de las ramas de la industria que consume aceites esenciales, en preparados tanto alopáticos como homeopáticos. Es así como el eucalipto es utilizado para afecciones respiratorias y el romero y árnica para dolores reumáticos o musculares.

Agroindustrialmente hay un potencial no explotado, pues se pueden realizar preparados tanto con los aceites esenciales como con los hidrolatos para repeler plagas o controlar daños por hongos o virus, ya que las plantas aromáticas usan sus aceites esenciales como defensa para proteger del ataque de los insectos y las enfermedades. Se usa con mucho éxito la manzanilla para ataques de gota en la papa y el tomate, y el ajo y el ají contra la mosca de la papa y los comedores de hojas. (Bruneton, 2001).

3.6.2. Industria Cosmética y Perfumería

En la industria de productos de aseo se usan la limonaria y la lavanda para perfumería y desinfectar. En la industria jabonera fina el aroma de los jabones es una mezcla de fragancias y aceites esenciales de flores, maderas y plantas aromáticas. La fabricación de champúes utiliza las propiedades de las plantas medicinales y de los aceites esenciales para ofrecer productos para cada tipo de cabello, por ejemplo champú con manzanilla para cabello claro y con romero para cabellos oscuros.

En productos cosméticos tienen gran aplicación, pues no solo se emplean para proporcionar aroma, sino que se aprovechan las propiedades aromaterapéuticas de algunos aceites, como el de naranja para el tratamiento de la celulitis. Los aceites esenciales han sido los pilares de la industria perfumera, hasta comienzos del siglo

XX los perfumes eran obtenidos de almizcles de animales, resinas y aceites esenciales, luego gracias a la química moderna fue sintetizada la mayoría de las fragancias. Sin embargo, un buen aceite esencial de rosas o de jazmín nunca podrá ser igualado por la copia sintética. Es por esto que los perfumistas prefieren los aceites esenciales de origen natural. (Olaya, et al., 2003).

3.6.3. Industria Alimentaria

Otra de las industrias que más aceites esenciales requieren es la alimentaria, sobre todo teniendo en cuenta la orientación del consumidor hacia alimentos de origen natural.

Se encuentra productos como miel de abejas, aceites y vinagres, encurtidos y embutidos con aromas y sabores de diferentes plantas como la albahaca, el romero y el orégano. Bebidas tan populares como la cola contiene aceite esencial de lima y licores como el aguardiente, aceite esencial de anís. En la confitería se utilizan para saborizar y aromatizar. (Olaya, et al., 2003).

3.6.4. En la Aromaterapia

La aromaterapia es el uso de aceites esenciales puro, extraídos en forma natural con el fin de mejorar la calidad del espíritu, la mente y el cuerpo, lograr la curación de las enfermedades y desarrolla el potencial humano.

Los aceites esenciales tienen las propiedades antisépticas, se pueden usar en forma líquida o en vaporizaciones. Esta práctica es muy útil en las habitaciones de enfermos y en los lugares públicos (residencias, hospitales o escuelas) como acción terapéutica y preventiva.

También tienen capacidades antitóxicas, pues son capaces de inhibir procesos de descomposición, no es una casualidad que las esencias se usaran en la antigüedad para los procesos de embalsamamiento de los cuerpos.

Las soluciones acuosas de aceites esenciales sobre todo de plantas como la lavanda, salvia, romero y tomillo facilitan los procesos de los tejidos, ayudan en la cicatrización y previenen las infecciones.

Las esencias entran en relación con el hombre a través de dos vías de absorción: el olfato y la piel. Penetran en el organismo influyendo en la mente y el cuerpo.

Los aceites esenciales y el olfato: se cree que los aceites esenciales egresen su acción a través del olfato gracias al sistema nervioso y por ello trabajan en el ánimo, en la memoria y en la capacidad de aprendizaje.

La sustancia aromática se funde en el aire y para percibir el olor es necesario que este llegue a la parte superior de las fosas nasales donde se encuentran las fibras nerviosas que envían la información al cerebro pero por el aumento de la contaminación ambiental ha conducido a la disminución de las capacidades olfativas y, por tanto, de la capacidad de reconocer los olores.

Los aceites esenciales y la piel: a través de la piel ejercen acción en las células y en los tejidos. Si se fricciona la piel con un aceite esencial las minúsculas moléculas que lo componen se vuelven solubles en las grasas de la piel, atravesando con rapidez las capas externas y alcanzando los capilares sanguíneos. De allí pasan al flujo sanguíneo y son transportadas a las células y los fluidos corporales.

Se ha comprobado en forma experimental que las esencias pueden encontrarse en la sangre al cabo de una o varias horas tras la aplicación en la piel. Cuando se emplea un aceite en una zona del cuerpo dolorida este actúa en el órgano enfermo que se encuentre a bajo la piel, gracias a su elevado poder de propagación.

Los aroma terapeutas aconsejan el uso de aceites esenciales por fricción, aunque se goce de buena salud, para aumentar la vitalidad y energía. (Olaya, et al., 2003).

2.7. TOXICIDAD DE LOS ACEITES ESENCIALES

Si bien su amplia aplicación alimentaria y terapéutica es cada vez más amplia, no hay que omitir que existen aceites cuyo uso inadecuado puede resultar tóxico para el organismo. Al igual que sucede con la actividad antimicrobiana, la toxicidad de los aceites esenciales puede variar en función de su quimio tipo. Ingerido por vía oral en dosis muy altas los aceites esenciales de eucalipto, clavo, canela y nuez moscada pueden ocasionar cuadros de depresión generalizada en el SCN. Se han descrito así mismo, efectos narcóticos y estupefacientes para el comino, cilantro, eucalipto, nuez moscada y tomillo.

Otros pueden proporcionar efectos narcóticos o estupefacientes como ocurre con la albahaca, angélica, anís, badiana, comino, coriandro, enebro, eucalipto, hinojo, lavanda, melisa, nuez moscada, serpol y tomillo. En este caso los compuestos responsables serían compuestos terpénicos de tipo carburo (borneol, linalol, mentol, terpineol) o fenólico (anetol, apiol, miristicina, safrol y timol). La miristicina presente en la nuez moscada, por ejemplo, ha demostrado ser un inhibidor de la MAO e incrementar a la vez la tasa de serotonina, ocasionando alteraciones visuales, distorsión de colores y despersonalización. A nivel hepático puede generar toxicidad al igual que el sasafrás (safrol). Ingeridos por vía oral en dosis altas los aceites esenciales de eucalipto, clavo de olor, canela y nuez moscada pueden ocasionar cuadros de depresión generalizada en el SNC.

En el caso de aceites virtualmente atóxicos, destaca el caso del aceite esencial de menta, cuyo componente mentol ha ocasionado algunos casos de espasmo de glotis y riesgo de asfixia refleja, por lo que no se recomienda su empleo en la infancia. A nivel renal la eliminación de algunos aceites por dicha vía pueden originar nefritis. Experimentalmente ciertos aceites esenciales han demostrado carcinogenicidad, como sucede con el aceite de pino, limón, eucalipto o sazafrán. En este sentido, los derivados del fenilpropano como la asarona, safrol y estragol son hidroxilados al metabolizarse, observándose que los 1-HO-derivados forman enlaces cruzados con moléculas de ADN, siendo así los metabolitos propiamente cancerígenos. En administración crónica la β -asarona del cálamo aromático (*Acorus calamus*) como el safrol y estragol inducen la formación de tumores hepáticos en ratas tras administración crónica. (Patiño, 1997).

2.8. PROPIEDADES FÍSICAS

Los aceites esenciales son líquidos a temperatura ambiente, volátiles, lo que les diferencian de los aceites “fijos”, muy raramente son coloreados, en general, su densidad es inferior a la del agua (los aceites de sazafrán, o canela constituyen excepciones) poseen un índice de refracción elevado la mayoría desvían la luz polarizada, son liposolubles en disolventes orgánicos habituales. Arrastrables en vapor de agua, son muy poco solubles en él; no obstante son lo suficientemente solubles como para comunicarle un olor neto. Esta agua es “agua destilada floral”, una preparación semejante se obtiene poniendo una disolución de aromas de agua purificada: se habla entonces: “de agua aromatizada floral”.

Las propiedades físico – químicas de los aceites esenciales son muy diversas, puesto que el grupo engloba sustancias muy heterogéneas, de las que en la esencia de una

planta, prácticamente puede encontrarse solo una (en la gaulteria hay 98 – 99 % de salicilato de metilo). los aceites esenciales son volátiles y por ello en general son arrastrados en corriente de vapor de agua, solubles en alcohol o disolventes orgánicos e insolubles en agua. (Domínguez, 1973).

2.9. PROPIEDADES QUÍMICAS

Los aceites esenciales son mezclas complejas y muy variables de constituyentes que pertenecen, de manera exclusiva, a dos grupos caracterizados por orígenes biogénicos derivados de fenil propano, mucho menos frecuentes, por otra. Pueden también contener diversos productos procedentes de procesos de degradación que afectan a constituyentes no volátiles.

El olor y sabor de las esencias están determinados principalmente por componentes oxigenados. Muchos aceites esenciales son de origen terpenoides; su composición química es bastante compleja.

Compuestos terpénicos: hidrocarburos terpenicos y sus derivados oxigenados (alcoholes, aldehídos, cetonas, esterios, perácidos).

Compuestos aromáticos: algunos compuestos como p-cimeno, timol y carvacrol, aun cuando tienen estructura aromática tienen la misma biosíntesis de los terpenos.

Compuestos diversos: en pequeña cantidad, ácidos orgánicos, acético, valérico, isovalérico, cumarinas, cetona de bajo peso molecular. (Martínez, 2003).

2.10. CINÉTICA QUÍMICA

Tiene que ver con la rapidez de la reacción química y el estudio de los factores que determinan o controlan la rapidez de un cambio químico tales como: la naturaleza de los reactivos o productos, concentración de las especies que reaccionan, el efecto de

la temperatura, la naturaleza del medio de reacción y la presencia de agentes catalíticos.

Para entender los diferentes pasos o procesos elementales (*i.e.* cómo ocurren las reacciones a nivel atómico- molecular) a través de los cuales los reactivos se convierten en productos debemos estudiar los mecanismos de reacción.

2.10.1. Ley de Rapidez de Reacción

Expresión matemática que relaciona el cambio en concentración de un reactivo o producto por unidad de tiempo y que se determina experimentalmente. Siempre tiene un valor positivo y es proporcional a la concentración.

$$\text{rapidez de rx} = r = \pm \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \pm \frac{d[A]}{dt} = f([A],[B],[C],\dots) = k[A]^{\alpha} [B]^{\beta} [C]^{\gamma} \dots \quad (2.1)$$

2.10.2. Constante Especifica de Rapidez, K

Es la constante de proporcionalidad entre la rapidez de reacción experimental y las concentraciones elevadas a exponentes dados y es función de temperatura, agente catalítico e independiente de concentración.

2.10.3. Orden de Reacción

Exponente de cada concentración en la expresión de la ley de rapidez, α , β , γ ,... (No existe relación sencilla entre los coeficientes estequiométricos y los órdenes de reacción).

2.10.4. Orden Total de Reacción

Suma de los órdenes individuales: $\alpha + \beta + \gamma\dots$, puede ser positivo, negativo, fracción o cero.

2.10.5. Determinación de la Ley de Rapidez

Podemos determinar la ley de rapidez de reacción por un experimento donde se mida el cambio en concentración de una especie como función de tiempo. Si la especie es un reactivo (R), la concentración del mismo disminuye con el tiempo y si la especie es un producto (P), la concentración aumenta con el tiempo.

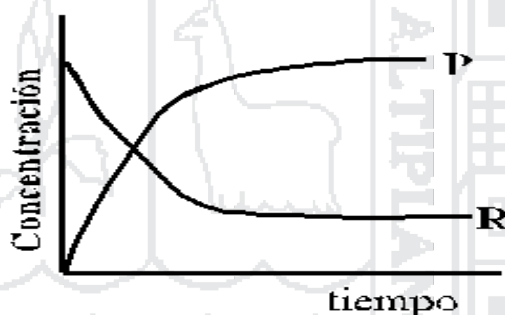


Figura N° 1 Comportamiento Concentración Versus Tiempo

Podemos también determinar la rapidez de la reacción en un tiempo dado de la pendiente de la tangente de la curva de concentración contra tiempo.

Ejemplo: Para la reacción $\text{C}_2\text{H}_5\text{I} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{HI}$

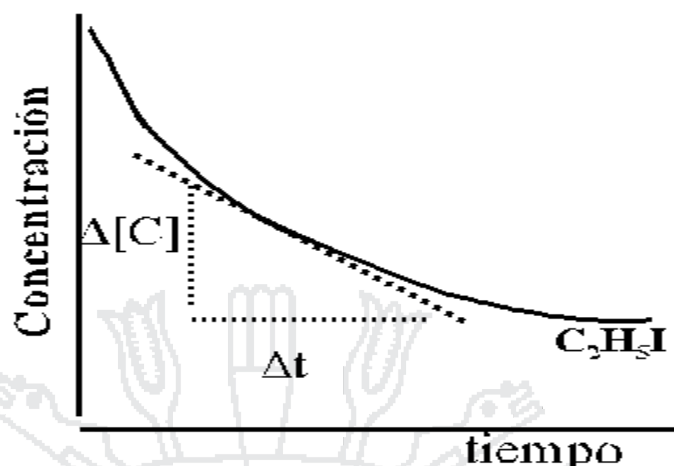


Figura N° 2 Pendiente de la Concentración Versus Tiempo

El cambio en concentración del reactivo es negativo porque desaparece y por esto la rapidez de desaparición se expresa:

$$r_{C_2H_5I} = - \frac{\Delta [C_2H_5I]}{\Delta t} = - \frac{d [C_2H_5I]}{dt} \quad (2.2)$$

Si se expresa en términos de los productos el cambio en concentración es positivo y la rapidez se expresaría como:

$$r_{HI} = r_{C_2H_4} = + \frac{\Delta [HI]}{\Delta t} = + \frac{\Delta [C_2H_4]}{\Delta t} \quad (2.3)$$

Debido a la estequiometría de la reacción las rapidezces son equivalentes y las dos ecuaciones anteriores se pueden igualar.

$$r_{HI} = r_{C_2H_4} = r_{C_2H_5I} = + \frac{\Delta [HI]}{\Delta t} = + \frac{\Delta [C_2H_4]}{\Delta t} = - \frac{\Delta [C_2H_5I]}{\Delta t} \quad (2.4)$$

2.11. DETERMINACIÓN DEL ORDEN DE REACCIÓN

2.11.1. Método de rapidez inicial (Método diferencial de Van't Hoff)

Se hacen una serie de experimentos donde la concentración inicial del reactivo se varía y se observa como varía la rapidez de la reacción.

Ejemplo: $A \rightarrow B$

Si se quiere determinar el orden de la reacción con respecto al reactivo A. Para eso se varía la concentración de la especie y se observa la relación con la rapidez. (Smith, J.M. 1990)

Tabla N° 5 Orden de Reacción Respecto al Reactivo A

Experimento	[A] ₀ , Molaridad	$r_0 = - \frac{\Delta[A]_0}{\Delta t} = k[A]^n$
1	M	(r ₀) ₁
2	2M	(r ₀) ₂

Fuente: Smith, J.M. 1990

Entonces la razón

$$\frac{(r_0)_2}{(r_0)_1} = \left(\frac{2M}{M}\right)^n$$

Tendrá un valor dependiente del valor de **n**.

$$\begin{aligned} \text{Para } n = 1 \quad \frac{(r_0)_2}{(r_0)_1} &= 2 \\ \text{y para } n = 2 \quad \frac{(r_0)_2}{(r_0)_1} &= 4 \end{aligned} \tag{2.7}$$

3.11.2. Método gráfico de rapidez integrada

Usando el cálculo integral las leyes de rapidez tienen una ecuación específica dependiendo del orden de la reacción para

Reacciones del tipo:

$$r = \pm \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \pm \frac{d[A]}{dt} = k[A]^n \tag{2.8}$$

a. Orden cero, $n = 0$ (Separando variables e integrando)

$$\frac{d[A]}{dt} = -k[A]^0 = -k \tag{2.9}$$

$$d[A] = -k dt$$

$$\int_{[A]_0}^{[A]} d[A] = -k \int_0^t dt$$

$$[A] - [A]_0 = -kt$$

$$[A] = -kt + [A]_0 \tag{2.10}$$

b. Orden uno, $n = 1$ (usando el mismo método de separación de variables e integración).

$$\frac{d[A]}{dt} = -k[A] \Rightarrow \ln[A] = -kt + \ln[A]_0 \tag{2.11}$$

c. Orden dos, $n = 2$

$$\frac{d[A]}{dt} = -k[A]^2 \Rightarrow \frac{1}{[A]} = +kt + \frac{1}{[A]_0} \tag{2.12}$$

Un ejemplo de las gráficas de las tres ecuaciones lineales se presenta en la figura a continuación.

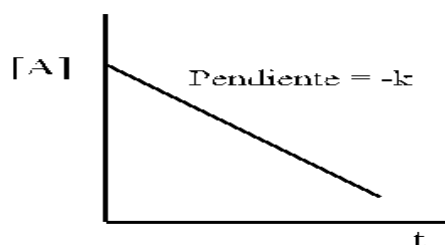


Figura N° 3 Pendiente de Concentración Versus Tiempo de Orden Cero

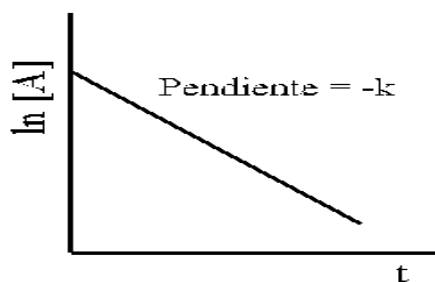


Figura N° 4 Pendiente de Concentración Versus Tiempo de Primer Orden

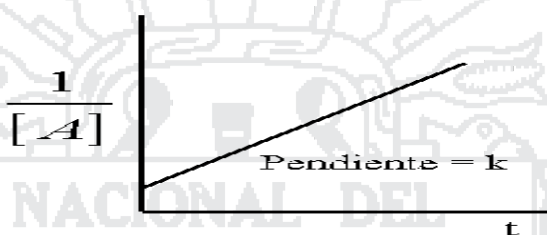


Figura N° 5 Pendiente de Concentración Versus Tiempo de Segundo Orden

2.12. MODELAMIENTO MATEMÁTICO DE LA CIENCIA DE EXTRACCIÓN DEL KJENTO KJENTO

2.12.1. Método integral de análisis de datos

En el método de análisis se ensaya siempre una ecuación cinética particular, se integra y se compara los datos de concentración C frente al tiempo t.

$$-r_0 = -\frac{dC_A}{dt} = f(k, C) \tag{2.13}$$

$$-r_0 = -\frac{dC_A}{dt} = kf(C) \tag{2.14}$$

$$-\frac{dC_A}{f(C)} = kdt \tag{2.15}$$

$$\int_{C_0}^{C_A} \frac{dC_A}{C_A} = -k \int_0^t dt \tag{2.16}$$

$$\ln C_A - \ln C_{A0} = -kt \quad (2.17)$$

$$\ln C_A = -kt + \ln C_{A0} \quad (2.18)$$

$$C_A = C_{A0} \text{EXP}^{-kt} \quad (2.19)$$

En la que f(C) solamente ha de contener concentraciones de sustancias que pueden expresar en función de C_{A0}

2.13. MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE ESTRUCTURAS MOLECULARES

2.13.1. Espectroscopia Infrarrojo (IR)

La región infrarroja (IR) del espectro electromagnético está precisamente en seguida de la región que el ojo humano percibe como luz roja. La absorción de la luz infrarroja produce en las frecuencias de alargamiento y flexión de los enlaces entre los átomos. La frecuencia de vibración y de flexión de un enlace está determinada principalmente por la masa de los átomos que participan en él y por la fuerza del enlace. Los enlaces que caracterizan los grupos funcionales tienen frecuencias específicas a las cuales absorben y bandas de absorción características en la región infrarroja del espectro. Por consiguiente, la absorción en la región infrarroja se puede usar para identificar los tipos de grupos funcionales presentes en una molécula. (Fox, et al., 2000)

Los espectros (IR) dan distintos tipos de información:

- a) La más útil está en la zona $\nu = 1500$ a 4000 cm^{-1} , y se debe a vibraciones de alargamiento de enlaces funcionales típicos, que absorben en bandas bien definidas.

- b) En la zona $600-1500\text{ cm}^{-1}$ hay algunas bandas de estiramiento que, por corresponder a vibraciones de átomos pesados, son de frecuencia menor; cuando estas bandas son intensas, porque el enlace es muy polar, pueden servir para la identificación de grupos, aun de la gran complejidad de la zona.
- c) En la misma zona de $600-1500\text{ cm}^{-1}$ se producen absorciones debidas a vibraciones angulares y a interacciones entre grupos que, cuando no están tapadas, dan información sobre el entorno de algunos enlaces.
- d) La zona $600-1500\text{ cm}^{-1}$ tiene muchos picos cuyos orígenes no se pueden identificar porque resultan de la interacción de vibraciones de distintos tipos pero, en su conjunto, su espectro es característico cada especie química orgánica (huella dactilar) y es un medio adecuado de identificación cuando se compara con otro conocido; del mismo modo, sirve para demostrar la identidad de dos muestras del mismo compuesto. La intensidad de la absorción también da información estructural puesto que depende del MD (momento dipolar) del enlace. (Primo, 1995).

2.13.2. Absorción de la Radiación Infrarroja

Los núcleos de los átomos enlazados por uniones covalentes, experimentan vibraciones u oscilaciones de modo similar a dos pelotas unidas por un resorte. Cuando las moléculas absorben radiación infrarroja, la energía adquirida causa un aumento en la amplitud de las vibraciones de los átomos enlazados: la molécula se sitúa en un estado vibracional excitado. (Esta energía absorbida se disipa posteriormente en forma de calor, al regresar la molécula al estado basal). La exacta longitud de onda a la que cierto tipo de enlace presenta absorción depende

del tipo de vibración de ese enlace. Por lo tanto, diferentes tipos de enlaces (C-H, C-C, O-H, etc.) Absorben radiación infrarroja a diferentes longitudes de onda.

Un enlace dentro de una molécula puede experimentar tipos diferentes de oscilación y, por consiguiente, ese enlace puede absorber energía a más de una longitud de onda. Un enlace O-H, por ejemplo, absorbe energía a unos 3330 cm^{-1} ($3.0\text{ }\mu\text{m}$); una radiación con esta longitud de onda, produce un aumento en las vibraciones de alargamiento del enlace O-H. Este mismo enlace absorbe también unos 1250 cm^{-1} ($8.0\text{ }\mu\text{m}$), fenómeno relacionado con un aumento en las vibraciones de flexión. Estos distintos tipos de vibración se denominan modos fundamentales de vibración.



Las cantidades relativas de energía absorbida varían también de enlace a enlace. En parte, a cambios en el momento de enlace cuando se absorbe la radiación. Los enlaces no polares (tales como C-H o C-C), dan a lugar a absorciones débiles, mientras que los enlaces polares (C=O, por ejemplo) originan absorciones mucho más intensas. (Ralph, et al., 1983).

CAPÍTULO III

DISEÑO METOLÓGICO DE INVESTIGACIÓN

3.1. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.1. Lugar de Investigación

El trabajo experimental fue realizado en el laboratorio de control de calidad de la facultad de ingeniería química de la universidad nacional del altiplano. Se acondicionaron materia prima fresca y seca entre (tallo hoja y raíz) de Kjento Kjento.

3.1.2. Materia Prima

La presente investigación utiliza como materia prima hojas, tallos y raíces de “Kjento Kjento” (*Rumex crispus L.*) así mismo la muestra fue sometida a las operaciones de recolección, identificación y limpieza.

3.1.3. Materiales y métodos de Investigación

Equipos e instrumentos

- Cronómetro digital.
- Balanza
- Agitador magnético.
- Rotavapor.
- Cromatografía gaseosa con detección de masas (area).

Material de vidrio

- Matraz de 100 ml.
- Probeta de 200 ml.
- Vaso precipitado de 100 ml.
- Pipeta de 10 ml.
- Envases de vidrio color acaramelado.

Materia Experimental

- Hoja, tallo, raíces de kjento kjento.

Reactivos

- Agua
- Metanol
- Hexano
- Alcohol

3.1.4. Recolección del Material Experimental Kjento Kjento

La materia prima, se recolecta en la zona de barrancos y lugares pantanosas del distrito de Cuturapi, provincia de Yunguyo departamento de Puno. Las cuales son puestas a secar a temperatura ambiente sin interacción con los rayos del sol.

3.1.5. Pesado del Tamaño de Partícula

Teniendo ya seleccionada la materia prima se procede al pesado, para lo cual se dio uso a una balanza analítica, para cada prueba 4 y 6 kg de materia prima seleccionada por arrastre de vapor, posteriormente se pesó 2 kg para la extracción por sólido líquido.

3.1.6. Metodología para toma de datos Volúmenes de Aceite de Función al Tiempo

Batiu I., 2003

Considera que en los primeros 10 minutos se deben tomar tiempos en intervalos cercanos a 1 minuto debido a que permite un buen escalamiento en el

comportamiento de la velocidad de extracción, luego considera la toma a cada 5 minutos debido a que la concentración de aceite en el lecho disminuye paulatinamente hasta los 60 minutos aproximadamente, posteriormente considera tiempo de intervalos de 10 a 20 minutos debido a que la concentración del aceite en el lecho es mínima y permanece casi constante.

3.2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Determinación de la Cinética de Extracción del Aceite de Kjento Kjento

A → Productos

Para la cual la ley de velocidad es:

$$-r_A = k C_A \tag{3.1}$$

Primero, consideramos que la reacción se efectúa en la fase líquida.

Si la concentración se efectúa en fase líquida, la concentración de A es:

$$C_A = C_{A0} (1 - X) \tag{3.2}$$

$$\int_{C_0}^{C_A} \frac{dC_A}{C_A} = -k \int_0^t dt \tag{3.3}$$

$$\ln C_A - \ln C_{A0} = -kt \tag{3.4}$$

$$\ln C_A = -kt + \ln C_{A0} \tag{3.5}$$

$$C_A = C_{A0} \text{EXP}^{-kt} \dots \tag{3.6}$$

3.3. OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES DE LA CINÉTICA DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE KJENTO

Tabla N° 6 Operacionalización de Variables

VARIABLES	INDICADORES	INDICES	VALORACIÓN
Independiente (Vi) KJENTO KJENTO (<i>Rumex crispus L.</i>)	Caracterización biológica de materia prima.	- Nombre científico y común - % de humedad	- Familia-Orden
Dependiente (Vd). Caracterización del aceite esencial de Kjento Kjento	-Extracción de aceite esencial -Propiedades físico- químicas. - Determinación estructural	-Rendimiento del aceite esencial. - Densidad - Grupos funcionales.	- (g/mL) Cromatografía gaseosa con detección de masas
Variables Intervinientes. - Temperatura	- Cantidad de calor en el medio	- Temperatura	- °C

Fuente: elaboración propia.

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Un diseño factorial 2^2 , fue utilizado para determinar la influencia de las variables: cantidad de hexano y tiempo en el proceso de extracción de aceite esencial en mililitros. En la Tabla 1 se puede apreciar los rangos y el código de cada una de las variables utilizadas para este estudio.

Tabla N° 7 Influencia de Variables

Variables independientes	niveles		
	-1	0	+1
Xi: Tiempo (min).	90	120	150
Xj: Hexano (ml).	30	45	60
<i>Variable dependiente</i>			
Y: cantidad de aceite esencial (ml)			

Fuente: Elaboración propia

3.4.1. Análisis Estadístico

Se realizó con software STATGRAPHICS. El modelo cuadrático para cada respuesta fue la siguiente:

$$Y = \beta_0 + \sum \beta_i X_i + \sum \beta_{ii} X_i^2 + \sum \sum \beta_{ij} X_i X_j$$

Donde, Y es la respuesta predicha; β_0 es una constante; β_i es el coeficiente lineal; β_{ii} es el coeficiente cuadrático, β_{ij} es el coeficiente de interacción de las variables i y j, y X_i y X_j son variables independientes.

La adecuación del modelo se determinó mediante la evaluación de la falta de ajuste, coeficiente de determinación (R^2) obtenido a partir del análisis de la varianza (ANOVA) que se ha generado por el software. La significación estadística del modelo y las variables del modelo se determina al nivel de probabilidad. El software utiliza la ecuación modelo cuadrático para la construcción de superficies de respuesta. Superficie de respuesta tridimensional y gráficos de contorno se generaron graficando una respuesta vs dos variables independientes, manteniendo siempre la solución óptima. Representaciones gráficas de superficie de respuesta se determinaron para cada variable de respuesta. Los gráficos se hicieron por el software STATGRAPHICS.

Tabla N° 8 Matriz de Diseño para el Análisis de Regresión

N°	Matriz de diseño		respuesta
	Xi	Xj	Y
1	-1	-1	0.1
2	+1	-1	0.12
3	-1	+1	0.15
4	+1	+1	0.25
5	0	0	0.2
6	0	0	0.21
7	0	0	0.2

Fuente: Elaboración propio

3.4.2. Análisis de Varianza para Volumen de Aceite

Tabla N° 9 Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Tiempo	0.0036	1	0.0036	2.65	0.2019
B:Volumen	0.0081	1	0.0081	5.97	0.0923
AB	0.0016	1	0.0016	1.18	0.3570
Error total	0.00407143	3	0.00135714		
Total (corr.)	0.0173714	6			

R-cuadrada = 76.5625 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 53.125 por ciento

Error estándar del est. = 0.0368394

Error absoluto medio = 0.0236735

Estadístico Durbin-Watson = 0.546491 (P=0.0494)

Tabla N° 10 Coeficiente de Regresión para Volumen de Aceite

<i>Coefficiente</i>	<i>Estimado</i>
constante	0.160714
A:Tiempo	-0.001
B:Volumen	-0.00233333
AB	0.0000444444

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Volumen de aceite (Y)} = 0.160714 - 0.001 * \text{Tiempo} - 0.00233333 * \text{Volumen} + 0.0000444444 * \text{Tiempo} * \text{Volumen}$$

En donde los valores de las variables están especificados en sus unidades originales.

Optimizar Respuesta

Meta: maximizar Volumen de aceite

Valor óptimo = 0.270714

Tabla N° 11 Combinación de los Niveles de Factores

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
Tiempo	90.0	150.0	150.0
Volumen	30.0	60.0	60.0

Esta tabla muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza Volumen de aceite sobre la región indicada.

De acuerdo con la respuesta de la superficie, las condiciones óptimas son 25 °C, 150 min de extracción y con volumen de hexano de 60 ml. Sin embargo se justifica que teniendo un valor alto no es suficiente para representación del proceso de extracción fielmente, pero sería una buena aproximación a la hora de empezar un nuevo experimento.

Gráfica de Interacción para Volumen de aceite

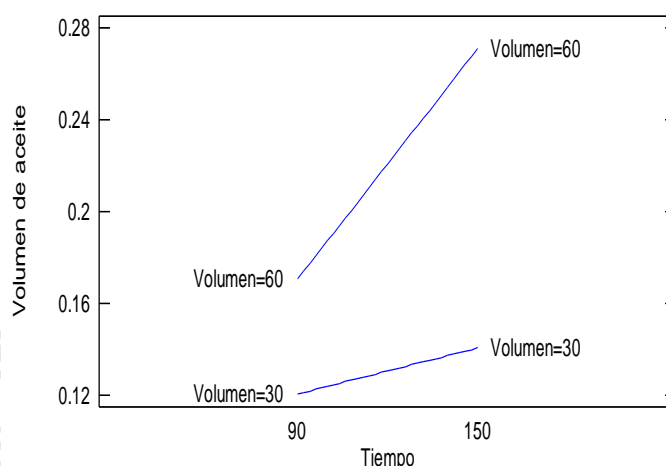


Figura N° 6 Interacción para Volumen de Aceite

De acuerdo a la figura (6), muestran las mapas de contorno de las superficies de respuesta en la que se pueden observar y analizarse la capacidad de aceite esencial medidos en ml. Entre mayor sea la pendiente habrá mayor incidencia, una pendiente negativa descarta la influencia sobre la variable de respuesta.

Contornos de la Superficie de Respuesta Estimada

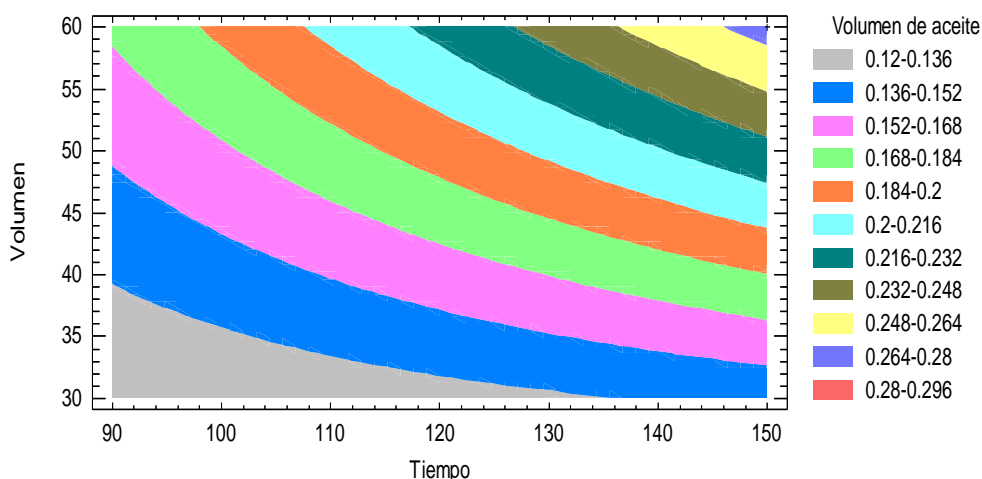


Figura N° 7 Contorno de la Superficie de respuesta Estimada

En la gráfica de contorno figura (7), se observa la capacidad de aceite esencial se incrementa con el tiempo y volumen del hexano.

El examen de superficie respuesta indica que la capacidad máxima de aceite se consigue en el rango de 145.8 min. – 56.6 ml. de hexano.

El parámetro obtenido se muestra en la tabla 4.2, de acuerdo con la respuesta de la superficie, las condiciones óptimas son 150 min. Y 60 ml de hexano de extracción. Así se justifica teniendo un ajuste confiable.

3.5. PRUEBAS FISICOQUÍMICAS

3.5.1. Determinación de la Densidad

El principio en que se basa es en la determinación de la masa de la unidad de volumen, expresada en g/mL, a una temperatura dada (20°C). La densidad se representa por "d".

La temperatura se ha de controlar exactamente ya que la densidad de estas materias varía aproximadamente 0,00068 unidades por grado.

Determinación de la humedad de kiento kiento

Método: gravimétrico

Este se determina por medio del secado de la planta fresca en una estufa a una temperatura máxima de 40°C. Se basa principalmente en la diferencia de peso de la muestra problema, luego de ser sometido a la deshidratación y eliminado el agua de su composición

$$\% \text{ Humedad} = \frac{M_2 - M_1}{M_2} * 100 \quad (3.7)$$

Dónde: M_2 = masa de la luna de reloj con la muestra de ensayo (g)

M_1 = masa de la luna de reloj con la muestra de ensayo desecado (g)

3.5.2. Determinación del Índice de Refracción

El índice de refracción de una sustancia dada es la relación entre la velocidad de un rayo de luz en el vacío y la velocidad de la luz a través de la sustancia. Por conveniencia práctica se refiere a la relación aire sustancia. Es igualmente la relación del seno del ángulo de incidencia al seno del ángulo de refracción (AENOR, 1992).

3.5.3 Rendimiento

El rendimiento de aceite esencial se determinó mediante la siguiente expresión.

$$\text{Rendimiento} = \frac{V_{oil} \times \rho_{oil}}{W_{de\ kjento\ kjento}} \times 100 \dots \dots \dots (3.8)$$

Dónde: V_{oil} - volumen del aceite

ρ_{oil} - densidad del aceite

W - peso de muestra

Fuente: Tula, 2014

$$\text{Rendimiento} = \frac{3.5 \times 0.9152}{475.385} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} = 0.673 \%$$

El rendimiento del Kjento Kjento en referencia a su tallo y hojas es de 0.673 partiendo desde la primera extracción hasta mantener un constante de extracción con un volumen de extracción final.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. Determinación de la Humedad

En el siguiente cuadro muestra la determinación de agua en muestra fresca de Kjento Kjento (*Rumex crispus L.*)

Tabla N° 12 Determinación de Humedad en muestra Fresca

N° de Ensayo	Muestra (g)		Humedad (%)
	fresca	seca	
1	3.620	0.521	85.607
2	3.752	0.498	86.727
3	5.466	0.728	86.681
Promedio			86.338

Fuente: elaboración propia

Según los resultados obtenidos, la humedad de Kjento Kjento (*Rumex crispus L.*) según el Tabla (12), el contenido de agua es de 86.338 % y 13.662% se sólido, el secado se realizó inmediatamente después de la recolección de la muestra.

4.2. PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE KJENTO KJENTO (*Rumex Crispus L*)

El proceso de extracción sólido – líquido del aceite se realiza bajo las siguientes condiciones.

- Temperatura ambiente 13°C
- Temperatura de extracción 25°C

La extracción del aceite se ha realizado con muestra seca triturada y el rendimiento según la ecuación. (3.8).

Tabla N° 13 Extracción y Rendimiento del Aceite de Kjento Kkvento
(*Rumex Crispus L.*)

N°	Muestra (g)	Volumen (ml)	Tiempo (min)	Hexano (ml)	Rendimiento (%)
1	10.133	0.1	60	15	0.9031
2	10.078	0.1	90	30	0.6069
3	22.426	0.2	120	45	0.8162
4	30.003	0.25	150	60	0.7625
5	35.008	0.3	180	75	0.7842
6	40.005	0.3	180	90	0.6863
7	50.012	0.35	200	105	0.6404
8	60.028	0.4	210	120	0.6098
9	80.04	0.5	220	135	0.571
10	80.056	0.5	230	150	0.572
11	80.002	0.5	240	165	0.571
Rendimiento Promedio					0.6839

Fuente: *Elaboración propia.*

El porcentaje de rendimiento promedio de 0.6839 % de aceite de Kjento Kjento (*Rumes crispus L.*), reportado en la tabla (13), resulta por la extracción por el método extracción solido – liquido.

El rendimiento de Kjento Kjento en referencia a su tallo y hojas es de 0.673 % partiendo desde la primera extracción hasta la 11va ensayo.

$$\text{Rendimiento} = \frac{3.5 \times 0.9152}{475.385} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} = 0.673 \%$$

Comparando los rendimientos tienen semejanza con rendimiento promedio y rendimiento absoluto.

Sin embargo los resultados obtenidos para distintos tamaños de muestra (gramos de muestra), es muy similar, lo que indica una menor cantidad de aceite presente en la planta.

4.2.1. Comportamiento de Aceite con el Tiempo

De la tabla (13) se obtiene la figura (8), el cual indica el comportamiento de extracción del aceite en función al tiempo.

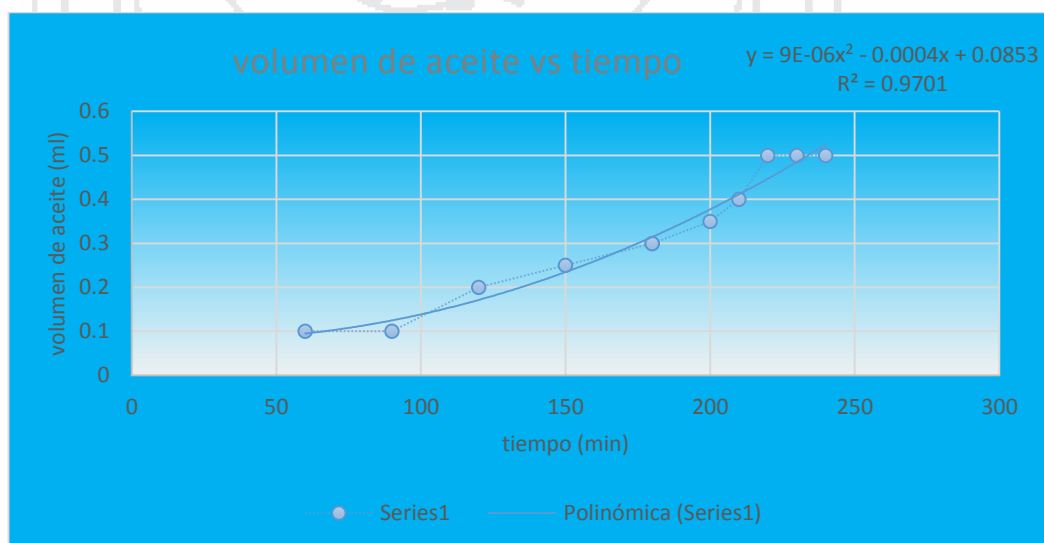


Figura N° 8 Comportamiento del Volumen del Aceite Versus Tiempo

Fuente: elaboración propia

En la figura (8), se observa que el volumen extraído de aceite esencial de Kjento Kjento *Rumex Crispus L.* tiende a ser constante a partir del ensayo 9 con volumen de aceite 0.5 ml. y tiempo de extracción de 220 min.

4.2.2. Comportamiento Concentración de Aceite Versus Tiempo

Tabla N° 14 Concentración de aceite versus tiempo

N°	concentración (g/ml)	Tiempo (min)
1	0.66238067	60
2	0.33736853	90
3	0.21970706	120
4	0.1299844	150
5	0.10663823	180
6	0.07999	180
7	0.06298488	200
8	0.05164257	210
9	0.03748126	220
10	0.03747377	230
11	0.03749906	240

Fuente: elaboración propia

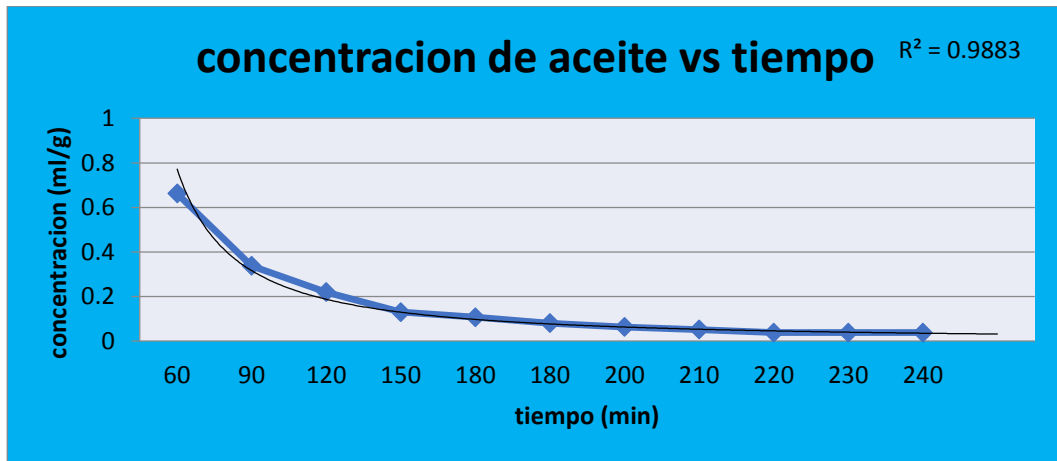


Figura N° 9 Concentración de Aceite Versus Tiempo

Fuente: elaboración propia

En la figura (9), observamos la concentración vs Tiempo en base al tratamiento del primer bloque de datos y para cada intervalo de tiempo, donde la concentración disminuye a medida que transcurre el tiempo. En el punto de concentración de 0.66238067ml/g que corresponde al tiempo 1 que se considera como la concentración máxima con la que inicia la degradación de la concentración hasta llegar al punto de concentración 0.03748126 ml/g para un intervalo de ensayo 9 a partir de ésta tiende a ser constante.

4.2.3. Calculo de la Constante de la Velocidad de Reacción

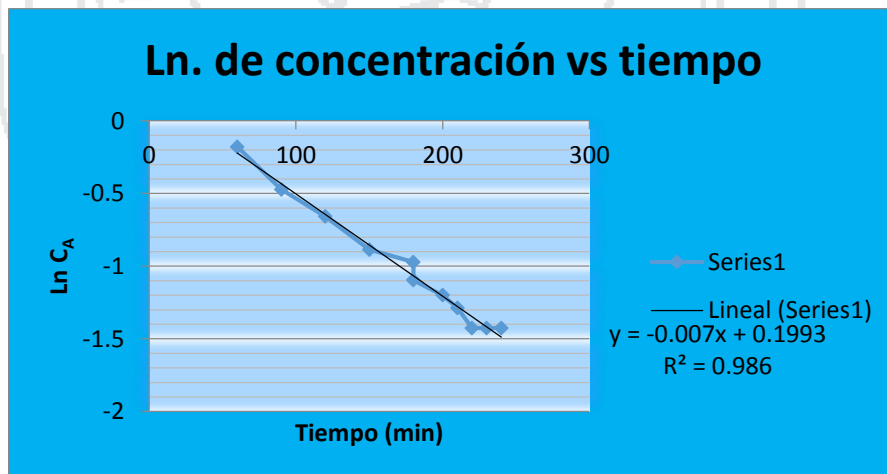


Figura N° 10 Regresión Lineal de Ln. de Concentración Versus Tiempo

Fuente: elaboración propia.

En la figura (10), observamos que en esencia la pendiente es negativa por lo tanto podemos afirmar que nos encontramos frente a una velocidad de extracción de primer orden.

Los resultados de regresión de la figura (10) son:

Pendiente igual -0.007 el cual se iguala a la pendiente de la ecuación 3.5

A partir de la ecuación de regresión se tiene:

$$y = -0.007x + 0.1993 \quad 4.3$$

$$\ln C_A = -kt + \ln C_{A0} \quad 4.4$$

$$C_A = C_{A0} \text{EXP}^{-kt} \quad 4.5$$

$$C_A = 1.5823 \text{EXP}^{(-0.007*t)} \quad 4.6$$

La representación de $\ln C_A$ frente al tiempo se obtiene una línea de recta con ordenada de $\ln C_{A0}$ y pendiente de la constante de velocidad.

Dónde:

$$K = 0.007 \text{ min}^{-1}$$

La ecuación 4.5 representa la velocidad de extracción del aceite esencial de Kjento Kjento del mejor lote, teniendo la constante y la concentración cuyas constantes fueron: $K_1 = -0,007 \text{ min}^{-1}$ y una concentración inicial de $C_{A0} = 1.5823$ cuya concentración equivale a $C_A = 0.6015$ respectivamente, efectivizando una regresión simple para obtener una correlación ($R^2 = 98.6\%$ de confianza).

4.3. RESULTADO DE PRUEBAS FÍSICO QUÍMICAS

4.3.1. Determinación Física del Aceite Kjento Kjento (*Rumex Crispus L.*)

Características organolépticas

Cuadro N° 2 Características Organolépticas del Aceite Kjento Kjento (*Rumex Crispus L.*)

Características	Descripción
Aspecto	Líquido homogéneo
Color	Blanco lechoso
Olor	Característico
Sabor	Picante

Fuente: *Elaboración propia*

El aceite esencial de Kjento Kjento "*Rumex Crispus L.*". Presenta características organolépticas como: es un líquido de color blanco lechoso, de olor sui generis y sabor picante, el cual debe ser almacenado en envases de vidrio de color Ámbar (caramelo). Esto para evitar degradaciones químicas.

Cuadro N° 3 Densidad E Índice De Refracción

Características físicas	Resultado
Densidad	0.9152
Índice de refracción	1.4701

Fuente: *laboratorio de control de calidad Universidad Católica de Santa María – Arequipa.*

La densidad del aceite 0.9152 g/ml del Kjento kjento obtenido por extracción sólido –líquido, fue semejante al aceite esencial de muña 0.9189 g/ml (Cano. 2007) y orégano 0.9232 g/ml (Albarado et al..., 2001), extraídos por arrastre de vapor. El resultado de densidad del presente trabajo indicaría calidad y pureza del aceite, no siendo influenciado por el método de extracción en comparación a otras especies

pero si probablemente por la naturaleza de la planta y condiciones climáticas del área geográfica de procedencia.

El valor obtenido de índice de refracción según laboratorio es 1.4701 este resultado sugiere las posibilidades de encontrar componentes oxigenados y alifáticos. En algunos casos esta determinación puede revelar la presencia de impurezas. (Domínguez, 1973).

4.4. DETERMINACIÓN QUÍMICA DEL ACEITE KJENTO (*rumex crispus l*)

4.4.1. Características del Aceite por Cromatografía

La identificación de los componentes del aceite de *Rumex crispus L.* y sus cantidades relativas, por el análisis de cromatografía de gases, es presentada en el cuadro 21212. Los 35 componentes fueron identificados y se representa en su porcentaje de acuerdo su composición relativa.

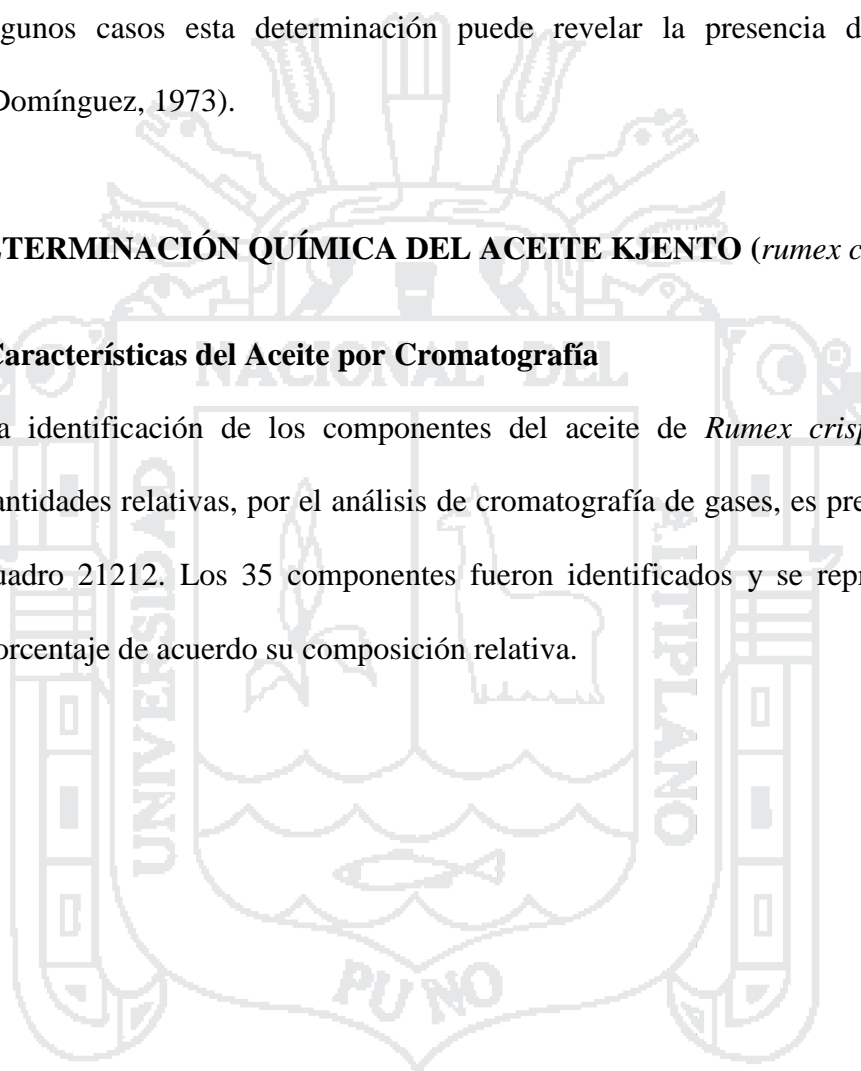


Tabla N° 15 Determinación Cuantitativa de Metabolitos Secundarios (%)

	NAME NIST	%
DETERMINACION CUANTITATIVA DE METABOLITOS SECUNDARIOS (%) CROMATOGRAFIA GASEOSA CON DETECCION DE MASAS, METODO DE CUANTIFICACION, POR NORMALIZACION INTERNA (AREA)	Decanal	1.32
	2-Dodecenoic acid	1.72
	Nonane,5-butyl-	1.63
	Tridecane	3.32
	cis-3-Methylcyclohexanol	1.81
	Nonane,3-Methyl-5-propyl-	1.31
	3-hexadecene,(Z)-	5.19
	1 Hexanol,5-methyl-2-(1-methylethyl)-	1.78
	Cedren-13-ol,8- 1.43%, Pentadecane	1.35
	phenol,3,5-bis(1.1-dimethylethyl)-	3.01
	1,6-cyclodecadiene,1-methyl-5-methylen	1.59
	Cyclobutane,1,1,2,3,3-pentamethyl-	1.13
	3-Eicosene, (E)-	6.00
	Hexadecane	2.19
	1.6-Octadiene,3ethoxy-3,7-dimethyl-	1.17
	Octane,1,1-oxybis-	1.27
	Phenol,2,4-di-t-butyl-6-nitro-	2.00
	Tetradecane	2.90
	Tetradecanoic acid,5,9,13-trimethyl-,met	1.24
	4-Chlorobutyric acid,octadecyl ester	2.66
N-benzoyl-d-threo-O-methylthreonine	1.23	
3-Eicosene,(E)- 7.89%, Isopropyl myristate	1.74	
Heneicosane,11-(1-ethylpropyl)-	1.34	
1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-meth	1.56	
Docosanoic acid, ethyl ester	1.38	
Pentadecanoic acid,14-methyl-,methyl es	1.40	
3-Benzoyl-2-t-butyl-4-isopropyl-4-methyl	4.67	
(S)-(+)-6-Methyl-1-octanol	2.98	
Diethylene glycol dibenzoate	9.97	
n-Nonadecanol-1	8.82	
Isopropyl palmitate	1.30	
Ethanone,2-(2-methylpropoxy)-1,2-diphe	3.14	
Cyclopropanetetradecanoic acid, 2-octyl-,	1.40	
1,2-Benzenedicarboxylic acid, ditridecyl e	1.42	
n-tetracosanol-1	3.75	

Fuente: laboratorio de control de calidad Universidad Católica de Santa María –
Arequipa

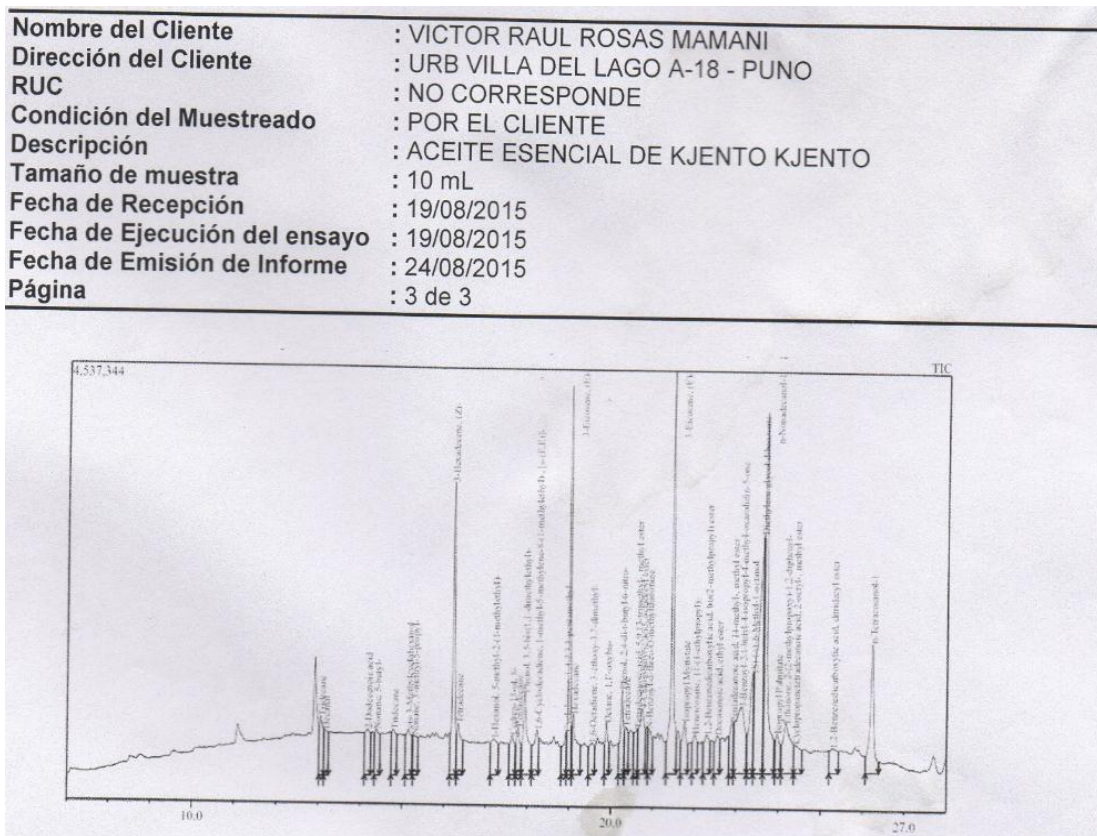


Figura N: 11 Cromatografía del Aceite Kjento Kjento

Fuente: laboratorio de control de calidad Universidad Católica de Santa María – Arequipa.

Cromatografía del Aceite Kjento Kjento

De acuerdo del método de extracción de aceite esencial por arrastre de vapor no fue posible obtener el aceite esencial de la planta KJENTO KJENTO presentando un bajo rendimiento, por lo que se extrajo por el método solido-liquido, en el análisis de laboratorio de ensayo y control de calidad, Universidad Católica de Santa María – Arequipa, se demostró que se trata de una grasa vegetal propio de la planta KJENTO KJENTO.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en este trabajo, se puede concluir:

1. Se extrajo el aceite de Khento Khento (*Rumex Crispus* L). de las partes aéreas de la planta, tallos y hojas mediante la técnica de extracción sólido - líquido, se utiliza una muestra de 475.38 g de muestra se obtuvo un total de 3.5 mL de aceite de Kjento Kjento, en tiempo total de extracción de 31.33 horas (1880 min) y a una temperatura de 25°C.

2. En el análisis de la cinética por extracción sólido - líquido se ha obtenido el mejor modelo matemático basado en once corridas efectivizadas y ajustando datos experimentales encontramos el siguiente modelo:

$$C_A = 1.5823 \text{ EXP}^{(-0.007*t)}$$

De donde se ha determinado las constantes cinéticas para el mejor modelo matemático mediante la ecuación del modelo generado, estas son:

$$k_1 = - 0,007 \text{ min}^{-1}$$

3. El aceite esencial presenta un rendimiento de 0.673 % con referencia de hojas y tallos. Se ha evaluado las propiedades físicas y químicas tales como la densidad 0,9152 g/mL, índice de refracción 1,470 y el ensayo para determinar la composición química, laboratorio de ensayo y control de calidad Universidad Católica De Santa María – Arequipa.

4. En el informe de ensayo de cromatografía gaseosa, los resultados emitidos en su mayor composición es: Diethylele glicol dibenzoate – 9.97 %, isopropil palmitate – 1.3 %. Como indica en la tabla (4.5) Mediante cromatografía gaseosa, Se ha identificado como componentes principales como se detalla en el informe de laboratorio de ensayo y control de calidad Universidad Católica De Santa María - Arequipa.

RECOMENDACIONES

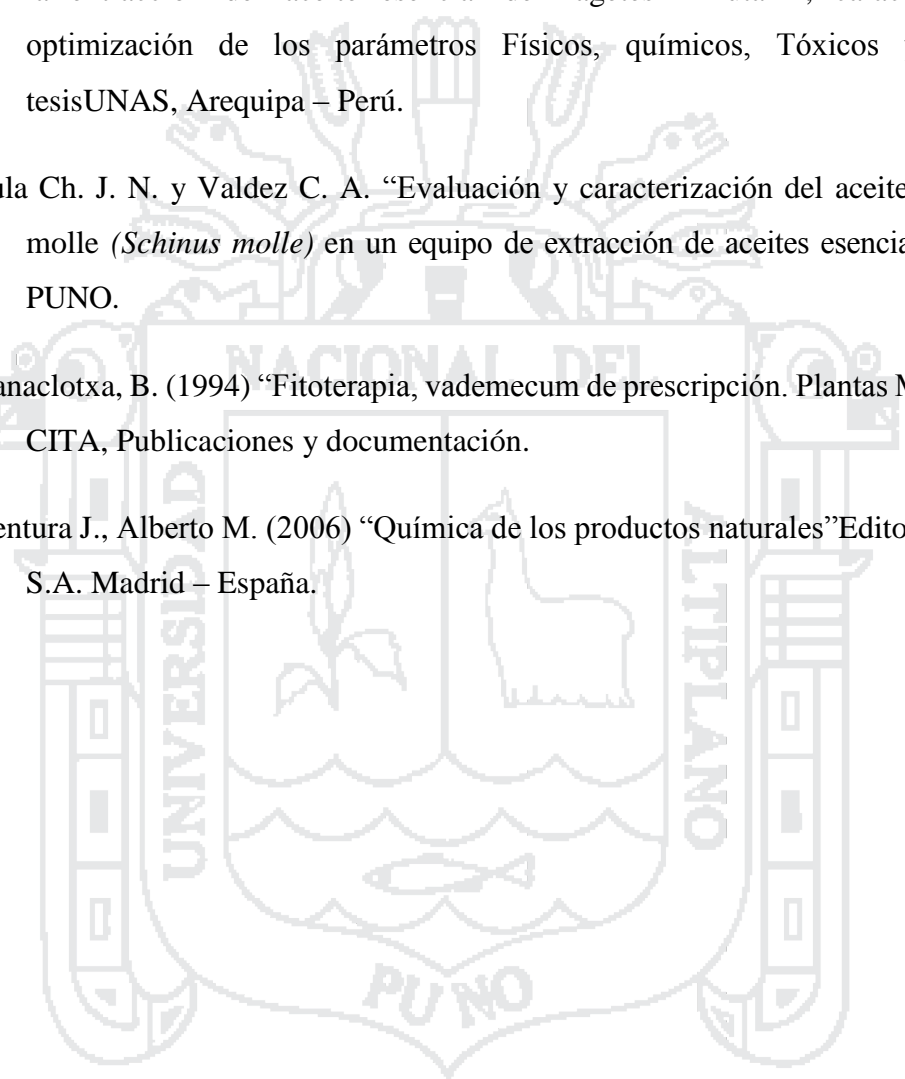
1. Continuar la investigación, respecto a los principios activos que presenta en su aceite para las aplicaciones y/o extracción de los principios activos para el uso de química farmacia.
2. Se recomienda a la extracción por fluidos supercríticos para obtención de un aceite más limpio.
3. Para hacer mejor las extracciones es necesario tener un equipo de ataque químico dentro del laboratorio, para optimizar la extracción del aceite.
4. Promover el uso del aceite kjento kjento *rumex crispus l.*, y generar así un valor agregado a esta planta, para tener una buena recolección de la planta y sus componentes que posee para cada principio activo que presenta.
5. Se recomienda utilizar como materia prima, materiales vegetales que tenga buena distribución de área, hojas clasificadas no tan maduras.
6. Los residuos generados deben ser utilizados como compost o tratarlos adecuadamente para no afectar el medio ambiente.
7. En los diferentes ensayos se observó que la planta Kjento Kjento presenta mayor presencia de pectina, lo cual se recomienda hacer investigación respecto al colorante que posee.

BIBLIOGRAFÍA

- Albaladejo, Q. 1999. El aceite esencial de limón producido en España. Contribución a su elevación por Organismos Internacionales. Universidad Murcia, Facultad de Veterinaria, Departamento tecnología de los Alimentos. Nutrición y Bromatología. España.
- Castillo C, Carlos (2008) “familia POLYGONACEAE” flora del bajo y de regiones adyacentes, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Herbario FEZA Universidad Nacional Autónoma de México., México, Distrito Federal.
- Batiu Ioan Ph. D (2007) “Esencias Naturales: Aislamiento, caracterización, separación y valorización por síntesis orgánica fina”, “Babes-Bolyai” University of Cluj-Napoca (curso de posgrado, curso taller)
- Bruneton J. (2001) “Fitoquímica plantas Medicinales” Editorial Acribia, S.A. segunda edición Zaragoza (España)
- Brophy, J. J. & Doran, J. C. (1996). “Essential oils of tropical *Asteromyrtus*, *Callistemon* and *Melaleucaspecies*” (ACIAR) Australian Centre for International Agricultural Research. Canberra. Australia.
- Cano, C.A. 2007. Actividad antimicótica in vitro y elucidación estructural del aceite esencial de las hojas de *minthostachys mollis* “muña”. Tesis para optar el grado Académico de Magister en Recursos Vegetales y Terapéuticos. Facultad de Farmacia y Bioquímica UNMSM. Lima – Peru.
- Dewick, Paul M. (2002) “Medicinal Natural Products” a Biosynthetic Approach, Second Edition Printed and in Great Britain By Antony Rowe Ltd, Chippenham, wilts
- Domínguez, X. A. (1973) “Métodos de Investigación Fitoquímica” Editorial Limusa, S.A. primera edición, impreso en México
- Fox M. Ann y K. Whitesell J. (2000) “Química Orgánica” Segunda edición .Editorial mexicana, Impreso en México

- Gros E. y Pomillo A. B. (1985) “Introducción al estudio de los productos naturales”
Editora Eva V. Chesneau, Washington, D. C.
- Himmelblau, D.M. (2002) “Principios Básicos y Cálculos en Ingeniería química”
Pearson Educación de México, S.A. de C.V. sexta edición – México
- Kern, Donald Q. (2009). “Procesos de Transferencia de Calor” Grupo Editorial Patria
S.A. de C.V. cuadragésima primera reimpresión - México.
- Lock, O. (1997) “Colorantes Naturales”, Editorial de la Pontificia Universidad
Católica del Perú, primera edición, impreso en Perú
- Lock, O. (1994) “Investigación Fitoquímica” Métodos en el estudio de Productos
naturales, Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Segunda
Edición, Impreso en Perú
- Luque Valero, Y (2004) Tesis “Diseño y Construcción de un Extractor de Aceite
Esencial de Muña (Satureja Boliviana)” U.N.A. Puno
- Olaya F. J. M. y Mendez, A. J. (2003)” Guía de plantas y productos medicinales”
convenio Andrés Bello Bogotá.
- Palá Paúl J. (2002) contribución al conocimiento de los aceite esenciales del género
“eryngium” Universidad Complutense De Madrid-España
- Pineda Tapia, José L. (2001) “Determinación de la Cinética de Extracción de Aceite
Esencial Chiri-Chiri (Grindelia Boliviana) y Salvia (Lepechenia Meyenii)”
U.N.A. Puno
- Perry Robert H. y Don W. Green (2001) “Manual del Ingeniero Químico” séptima
edición Impreso en España .McGRAW-HILL, Inter Americana de España, S.A.H.
- Pretsch E., Buhlmann P., Affolter C., Herrera A., Martínez R.(2002) “Determinación
Estructural de Compuestos orgánicos”Elbsevier España S.L. MASSON,
Barcelona – España
- Primo Yúfera, E. (1995) “Química Orgánica de la molécula a la industria” Editorial
reverte, S.A. Barcelona- México

- Ralph J. Fessenden y Joan S. Fessenden (1983) “Química Orgánica” Editorial Iberoamericana
- Seyhan, E. (2008) “Química orgánica estructura y reactividad” tercera edición, tomo I editorial reverté, S.A. – México. Vargas Cevallos María E. (2004) “Evaluación de la extracción del aceite esencial de *Tagetes minuta* L, caracterización y optimización de los parámetros Físicos, químicos, Tóxicos y biocidas” tesis UNAS, Arequipa – Perú.
- Tula Ch. J. N. y Valdez C. A. “Evaluación y caracterización del aceite esencial de molle (*Schinus molle*) en un equipo de extracción de aceites esenciales” UNA – PUNO.
- Vanaclotxa, B. (1994) “Fitoterapia, vademecum de prescripción. Plantas Medicinales” CITA, Publicaciones y documentación.
- Ventura J., Alberto M. (2006) “Química de los productos naturales” Editorial Síntesis, S.A. Madrid – España.





ANEXOS

ANEXO N° 01:

Descripción de la planta

DIVISION	ANGIOSPERMAE
CLASE	DYCOTILEDONEAE
ORDEN	POLYGONALES
FAMILIA	POLYGONACEAE
GENERO	<i>Rumex</i>
ESPECIE	<i>crispus L.</i>

Fuente: Casillejo, 2008

Características Organolépticas del Aceite Kjento Kjento (*Rumex Crispus L.*)

Características	Descripción
Aspecto	Líquido homogéneo
Color	Blanco lechoso
Olor	Característico
Sabor	Picante

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 2

Imagen de la planta Khento Khento *Rumex Crispus L.*



Imagen de lo experimentado

Pesado y almacenado



Agregación de hexano y sellado



Recuperacion de hexano por rota vapor



Obtencion del aceite



ANEXO N° 03

**RESULTADO LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD,
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA – AREQUIPA**

Determinación cuantitativa de metabolitos secundarios (%)

	NAME NIST	%
DETERMINACION CUANTITATIVA DE METABOLITOS SECUNDARIOS (%) CROMATOGRAFIA GASEOSA CON DETECCION DE MASAS, METODO DE CUANTIFICACION, POR NORMALIZACION INTERNA (AREA)	Decanal	1.32
	2-Dodecenoic acid	1.72
	Nonane,5-butyl-	1.63
	Tridecane	3.32
	cis-3-Methylcyclohexanol	1.81
	Nonane,3-Methyl-5-propyl-	1.31
	3-hexadecene,(Z)-	5.19
	1 Hexanol,5-methyl-2-(1-methylethyl)-	1.78
	Cedren-13-ol,8- 1.43%, Pentadecane	1.35
	phenol,3,5-bis(1.1-dimethylethyl)-	3.01
	1,6-cyclodecadiene,1-methyl-5-methylen	1.59
	Cyclobutane,1,1,2,3,3-pentamethyl-	1.13
	3-Eicosene, (E)-	6.00
	Hexadecane	2.19
	1.6-Octadiene,3ethoxy-3,7-dimethyl-	1.17
	Octane,1,1-oxybis-	1.27
	Phenol,2,4-di-t-butyl-6-nitro-	2.00
	Tetradecane	2.90
	Tetradecanoic acid,5,9,13-trimethyl-,met	1.24
	4-Chlorobutyric acid,octadecyl ester	2.66
N-benzoyl-d-threo-O-methylthreonine	1.23	
3-Eicosene,(E)- 7.89%, Isopropyl myristate	1.74	
Heneicosane,11-(1-ethylpropyl)-	1.34	
1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-meth	1.56	
Docosanoic acid, ethyl ester	1.38	
Pentadecanoic acid,14-methyl-,methyl es	1.40	
3-Benzoyl-2-t-butyl-4-isopropyl-4-methyl	4.67	
(S)-(+)-6-Methyl-1-octanol	2.98	
Diethylene glycol dibenzoate	9.97	
n-Nonadecanol-1	8.82	
Isopropyl palmitate	1.30	
Ethanone,2-(2-methylpropoxy)-1,2-diphe	3.14	
Cyclopropanetetradecanoic acid, 2-octyl-,	1.40	
1,2-Benzenedicarboxylic acid, ditridecyl e	1.42	
n-tetracosanol-1	3.75	

Fuente: laboratorio de control de calidad Universidad Católica de Santa María – Arequipa.



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 251210 ANEXO 1166
 ✉ laboratorioensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Aptdo. 1350
 AREQUIPA - PERU



INFORME DE ENSAYO
Nº DE INFORME: ANA19H15.001825

Nombre del Cliente	: VICTOR RAUL ROSAS MAMANI
Dirección del Cliente	: URB VILLA DEL LAGO A-18 - PUNO
RUC	: NO CORRESPONDE
Condición del Muestreado	: POR EL CLIENTE
Descripción	: ACEITE ESENCIAL DE KJENTO KJENTO
Tamaño de muestra	: 10 mL
Fecha de Recepción	: 19/08/2015
Fecha de Ejecución del ensayo	: 19/08/2015
Fecha de Emisión de Informe	: 24/08/2015
Página	: 1 de 3

I. ANALISIS FISICO – QUIMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
DETERMINACION DE INDICE DE REFRACCION NTP 209.121:1975, ACEITES Y GRASAS . Método de determinación del índice de refracción	1,4701
DETERMINACION DE DENSIDAD (g/mL a 20 °C) Metodo gravimetrico	0,9152

ANÁLISIS	RESULTADO
DETERMINACIÓN CUALITATIVA DE METABOLITOS SECUNDARIOS CROMATOGRAFÍA GASEOSA CON DETECCIÓN DE MASAS (DENOMINACION NIST)	Decanal 2-Dodecenoic acid Nonane, 5-butyl- Tridecane cis-3-Methylcyclohexanol Nonane, 3-methyl-5-propyl- 3-Hexadecene, (Z)- Tetradecane 1-Hexanol, 5-methyl-2-(1-methylethyl)- Cedren-13-ol, 8- Pentadecane Phenol, 3,5-bis(1,1-dimethylethyl)- 1,6-Cyclodecadiene, 1-methyl-5-methylen Cyclobutane, 1,1,2,3,3-pentamethyl- 3-Eicosene, (E)- Hexadecane 1,6-Octadiene, 3-ethoxy-3,7-dimethyl- Octane, 1,1'-oxybis- Phenol, 2,4-di-t-butyl-6-nitro- Tetradecanoic acid, 5,9,13-trimethyl-, met 4-Chlorobutyric acid, octadecyl ester N-Benzoyl-d-threo-O-methylthreonine 3-Eicosene, (E)- Isopropyl Myristate Heneicosane, 11-(1-ethylpropyl)- 1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-meth Docosanoic acid, ethyl ester Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl es 3-Benzoyl-2-t-butyl-4-isopropyl-4-methyl (S)-(+)-6-Methyl-1-octanol Diethylene glycol dibenzoate n-Nonadecanol-1 Isopropyl Palmitate Ethanone, 2-(2-methylpropoxy)-1,2-diphe Cyclopropanetetradecanoic acid, 2-octyl-, 1,2-Benzenedicarboxylic acid, ditridecyl e n-Tetracosanol-1



Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD



Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 251210 ANEXO 1166
 ✉ laboratoriodeensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Aptdo. 1350
 AREQUIPA - PERU



INFORME DE ENSAYO
Nº DE INFORME: ANA19H15.001825

Nombre del Cliente : VICTOR RAUL ROSAS MAMANI
Dirección del Cliente : URB VILLA DEL LAGO A-18 - PUNO
RUC : NO CORRESPONDE
Condición del Muestreado : POR EL CLIENTE
Descripción : ACEITE ESENCIAL DE KJENTO KJENTO
Tamaño de muestra : 10 mL
Fecha de Recepción : 19/08/2015
Fecha de Ejecución del ensayo : 19/08/2015
Fecha de Emisión de Informe : 24/08/2015
Página : 2 de 3

	NAME NIST	%
	Decanal	1,32
	2-Dodecenoic acid	1,72
	Nonane, 5-butyl-	1,63
	Tridecane	3,32
	cis-3-Methylcyclohexanol	1,81
	Nonane, 3-methyl-5-propyl-	1,31
	3-Hexadecene, (Z)-	5,19
	1-Hexanol, 5-methyl-2-(1-methylethyl)-	1,78
	Cedren-13-ol, 8-	1,43
	Pentadecane	1,35
	Phenol, 3,5-bis(1,1-dimethylethyl)-	3,01
	1,6-Cyclodecadiene, 1-methyl-5-methylen	1,59
	Cyclobutane, 1,1,2,3,3-pentamethyl-	1,13
	3-Eicosene, (E)-	6,00
	Hexadecane	2,19
	1,6-Octadiene, 3-ethoxy-3,7-dimethyl-	1,17
	Octane, 1,1'-oxybis-	1,27
	Phenol, 2,4-di-t-butyl-6-nitro-	2,00
	Tetradecane	2,90
	Tetradecanoic acid, 5,9,13-trimethyl-, met	1,24
	4-Chlorobutyric acid, octadecyl ester	2,66
	N-Benzoyl-d-threo-O-methylthreonine	1,23
	3-Eicosene, (E)-	7,89
	Isopropyl Myristate	1,74
	Heneicosane, 11-(1-ethylpropyl)-	1,34
	1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-meth	1,56
	Docosanoic acid, ethyl ester	1,38
	Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl es	1,40
	3-Benzoyl-2-t-butyl-4-isopropyl-4-methyl	4,67
	(S)-(+)-6-Methyl-1-octanol	2,98
	Diethylene glycol dibenzoate	9,97
	n-Nonadecanol-1	8,82
	Isopropyl Palmitate	1,30
	Ethanone, 2-(2-methylpropoxy)-1,2-diphe	3,14
	Cyclopropanetetradecanoic acid, 2-octyl-,	1,40
	1,2-Benzenedicarboxylic acid, ditridecyl e	1,42
	n-Tetracosanol-1	3,75

DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE METABOLITOS SECUNDARIOS (%)

CROMATOGRAFÍA GASEOSA CON DETECCIÓN DE MASAS, MÉTODO DE CUANTIFICACIÓN, POR NORMALIZACIÓN INTERNA (ÁREA)



Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad



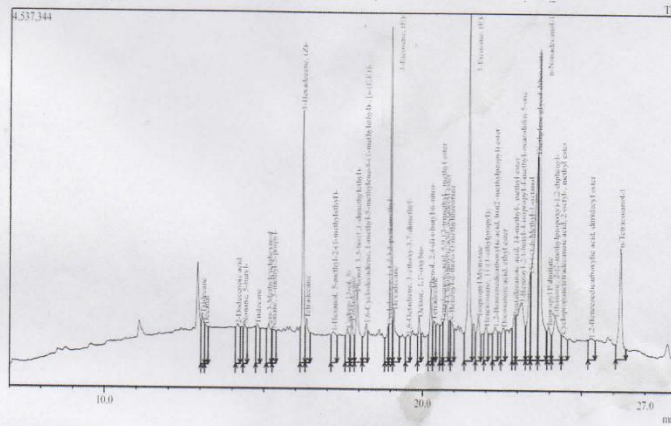
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 + 51 54 251210 ANEXO 1166
laboratoriodeensayo@ucsm.edu.pe http://www.ucsm.edu.pe Aptdo. 1350
AREQUIPA - PERU



INFORME DE ENSAYO
Nº DE INFORME: ANA19H15.001825

Nombre del Cliente : VICTOR RAUL ROSAS MAMANI
Dirección del Cliente : URB VILLA DEL LAGO A-18 - PUNO
RUC : NO CORRESPONDE
Condición del Muestreado : POR EL CLIENTE
Descripción : ACEITE ESENCIAL DE KJENTO KJENTO
Tamaño de muestra : 10 mL
Fecha de Recepción : 19/08/2015
Fecha de Ejecución del ensayo : 19/08/2015
Fecha de Emisión de Informe : 24/08/2015
Página : 3 de 3



Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height	Height%	AH	Mark	Name
1	13.055	13.015	13.135	3858002	1.69	610156	1.71	6.32	V	Tridecane
2	13.155	13.125	13.245	3075529	1.32	475052	1.35	6.34	V	Dodecane
3	14.159	14.100	14.245	3917500	1.72	472240	1.32	8.30	V	2-Dodecanone, acid
4	14.377	14.330	14.470	3728696	1.65	474710	1.35	7.85	V	Nonane, 5-hexyl-
5	14.786	14.730	14.870	3727297	1.63	470399	1.32	7.92	V	Tridecane
6	15.132	15.076	15.210	4120147	1.81	475124	1.33	8.67	V	cis-3-Methylcyclohexanol
7	15.275	15.250	15.275	2968783	1.31	466373	1.14	7.35	V	Nonane, 5-methyl-5-propyl-
8	16.221	16.140	16.300	11849466	5.19	3058588	8.50	3.90	V	3-Hexadecane, (Z)-
9	16.376	16.300	16.450	3824227	1.68	511604	1.49	7.20	V	Tetradecane
10	17.195	17.110	17.265	4057067	1.78	371882	1.04	10.92	V	1-Hexano, 5-methyl-2-(1-methyl-ethyl)-
11	17.631	17.560	17.715	3259666	1.43	404210	1.13	8.06	V	Calidene-13-ol, 8-
12	17.766	17.715	17.850	3081518	1.35	497402	1.19	6.20	V	Pentadecane
13	17.929	17.850	18.100	6873834	3.01	850578	2.38	8.08	V	Picenol, 1,3,4-tri(1,1-dimethyl-ethyl)-
14	18.220	18.100	18.265	3628261	1.59	468067	1.29	7.89	V	1,6-Cyclohexadiene, 1-methyl-5-methylene
15	18.925	18.810	18.935	2557466	1.13	438340	1.23	5.99	V	Cyclobutane, 1,1,2,3,3-pentamethyl-
16	19.097	18.935	19.065	13094352	6.00	404646	11.30	3.39	V	3-Eicosene, (E)-
17	19.695	19.665	19.275	5091905	2.19	628925	1.76	7.95	V	Hexadecane
18	19.540	19.465	19.610	2671413	1.17	323455	0.91	8.21	V	1,6-Octadecene, 3-ethoxy-3,7-dimethyl-
19	19.893	19.845	19.965	2899054	1.27	533536	1.49	5.43	V	Octane, 1,1-oxybis-
20	20.263	20.185	20.320	4533626	2.00	874848	2.45	5.31	V	Phenol, 2,4-bis-butyl-6-ortho-
21	20.351	20.320	20.420	2783341	1.22	464964	1.38	5.62	V	Tetradecane
22	20.620	20.540	20.645	2924368	1.24	471018	1.32	6.00	V	Tetradecanoic acid, 5-(1,3-trimethyl, methyl)-
23	20.746	20.645	20.825	6060639	2.66	681753	1.01	8.89	V	4-Chlorobutanoic acid, octadecyl ester
24	20.900	20.885	20.965	2409974	1.23	472137	1.32	5.95	V	N-Benzo(1,4-dioxo-0-methyl)thronone
25	21.458	21.315	21.570	18001786	7.89	4183659	11.70	4.30	V	3-Eicosene, (E)-
26	21.763	21.670	21.835	3976018	1.74	542093	1.52	7.34	V	Isopropyl Myristate
27	22.003	21.935	22.075	3063880	1.34	411756	1.15	7.44	V	Hexacosene, 11-(4-ethylpropyl)-
28	22.288	22.210	22.275	3570252	1.56	401213	1.12	8.90	V	1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-methyl-2-butenoic acid, ethyl ester)
29	22.552	22.470	22.615	3144696	1.38	294859	1.10	7.86	V	Pentadecanoic acid, 14-methyl, methyl ester
30	22.916	22.825	22.935	3197137	1.40	532997	1.49	6.09	V	Dodecanoic acid, 14-methyl, methyl ester
31	23.123	22.935	23.245	10635066	4.67	693117	1.94	15.37	V	3-Benzo(1,2,4-bis(1,4-dioxopropyl-4-methyl)-
32	23.340	23.245	23.400	6782258	2.98	1046400	2.63	6.49	V	(S)-(+)-6-Methyl-1-octanol
33	23.619	23.490	23.630	2270978	0.97	247311	6.92	9.20	V	Diallylene glycol dibenzoate
34	23.679	23.630	23.895	20123698	8.82	3748656	10.47	5.38	V	n-Nitrodecane,1
35	23.971	23.915	24.055	2962831	1.30	408890	1.14	7.25	V	Isopropyl Palmitate
36	24.168	24.055	24.365	7177595	3.14	523007	1.46	13.72	V	Ethanoic acid, 2-(2-methylpropoxy)-1,2-dipropyl-
37	24.338	24.265	24.560	3197840	1.40	391355	0.84	10.61	V	Cyclopropyltetradecanoic acid, 2-octyl-
38	25.286	25.210	25.430	3243084	1.42	299319	0.73	12.50	V	1,2-Benzenedicarboxylic acid, dinitrile
39	26.220	26.070	26.390	8566583	3.75	1343541	3.76	6.38	V	o-Tetradecanoic acid
				228244702	100.00					
						35739388	100.00			

OBSERVACIONES:
Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INDECOPI-SNA

Q.F. Juan Ramirez Orellana
C.C.P.A 052



Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad