

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA Y MANUFACTURERA



**"ESTUDIO TECNICO Y DISEÑO DE UNA PLANTA
INDUSTRIAL PARA LA EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL
DE LA MINTHOSTACHYS MOLLIS (MUÑA)"**

TESIS

PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUIMICO

**EDUARDO AYALA PEÑA
ELMER OSWALDO QUIROZ MATILDO**

**LIMA - PERU
1998**

A mi Madre por su indesmayable apoyo.
A la memoria de mi Padre, a mi Esposa
Carolina y a mi retoño Eduardito, a
toda mi familia y a todos los que de
alguna forma me incentivaron a
continuar en esta lucha por salir
adelante en virtud de nuestro esfuerzo
siguiendo las enseñanzas del Creador.
Eduardo.

A mis tres madres, Epifania, Yolanda y Rosa con
eterna gratitud por que supieron conducir por el
camino correcto a todos sus hijos.
A la memoria de mi padre, quien a pesar de su
temprana desaparición, me dejó gratos recuerdos.
A mis hermanos y en especial a mi hermano mayor,
Jaime, quien hasta el día de hoy sigue asumiendo el
rol de padre para toda mi familia.
A mi primogénita, Nicole, mi orgullo.
A mi esposa Rosa Luz por su sincero amor e
insistente apoyo moral.
Al amigo que nunca nos falla.

Oswaldo.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestra asesora Ing° M.s. Julia Salinas García por su apoyo incondicional en la culminación de nuestro proyecto, así como también agradecer a la Magister en Química Otilia Acha De La Cruz por su interés y apoyo profesional resolviendo en todo momento todas nuestras inquietudes sobre el tema.

INDICE

	Pág.
RESUMEN	9
I. INTRODUCCION	14
II. MATERIA PRIMA	16
2.1. Generalidades.	16
2.2. Cultivo de las labiadas productoras de aceite esencial.	17
2.3. Descripción de la muña.	18
2.3.1. Caracterización de la muña.	18
2.3.2. Clasificación taxonómica.	20
2.3.3. Hábitat de la muña.	21
2.3.4. Composición química de la Muña.	24
2.4. Usos de la planta (Muña).	25
III. ESTUDIO DE MERCADO	26
3.1 Objetivo.	27
3.2 Mercado Nacional.	27
3.2.1 Producción Nacional del aceite esencial de Muña en base a la producción anual de la papa.	28

3.2.2	Importación de agroquímicos con fines similares al producto obtenido a partir del aceite esencial de la Muña.	31
3.2.3	Producción Nacional proyectada.	33
IV.	TAMAÑO Y LOCALIZACION DE LA PLANTA	35
4.1	Determinación del tamaño.	35
4.1.1	Criterios a considerar en la determinación del tamaño.	35
4.1.2	Tamaño de la planta a considerar.	39
4.2	Localización del proyecto.	40
4.2.1	Factores a considerar en la localización.	41
4.2.2	Localización Propuesta.	44
V.	LOS ACEITES ESENCIALES	46
5.1	Definición.	46
5.2	Composición química.	46
5.3	Clasificación de los aceites esenciales.	50
5.4	Distribución de los aceites esenciales en la planta.	52
5.5	Acumulación de los aceites esenciales en la planta.	52
5.6	Funciones de los aceites esenciales.	53

5.7	Métodos de obtención de los aceites esenciales.	54
5.7.1	Generalidades.	54
5.7.2	Destilación.	55
5.7.2.1	Hidrodestilación.	56
5.7.2.2	Condiciones generales para la hidrodestilación.	58
5.7.2.3	Efecto del vapor sobre el material vegetal.	58
5.7.3	Extracción por solventes.	60
5.7.4	Prensado.	60
5.8	Elección del método más apropiado.	61
5.9	Propiedades de los aceites esenciales.	61
5.9.1	Propiedades Organolépticas.	61
5.9.2	Propiedades Fisicoquímicas.	62
5.10	Control de calidad.	62
5.11	Usos.	66
5.12	Caracterización del aceite esencial de Muña	67
5.13	Análisis de los Componentes Químicos del aceite esencial de Muña y Aplicaciones Biológicas.	91
5.13.1	Determinaciones Químicas y Espectroscópicas.	91
5.13.2	Ensayos Biológicos para la obtención de la dosis adecuada de un agroquímico natural a partir del aceite esencial de Muña.	107

5.14 Estudios y aplicaciones experimentales del aceite esencial de la Muña.	114
VI. DESARROLLO EXPERIMENTAL EN PLANTA PILOTO	130
6.1 Aspecto teórico.	130
6.2 Equipo utilizado.	133
6.2.1 Descripción de los equipos.	133
6.2.2 Operaciones unitarias.	135
6.2.2.1 Secado previo.	135
6.2.2.2 Destilación.	135
6.2.2.3 Condensación.	136
6.2.2.4 Separación.	136
6.3 Efecto del vapor sobre el material vegetal.	136
6.4 Efecto del tamaño de la hoja de muña.	136
6.5 Resultados Experimentales de los Factores que influyen en el producto.	139
6.6 Análisis de resultados.	146
6.7 Balance de masa y energía.	148
VII. DISEÑOS DE LA PLANTA INDUSTRIAL	157
7.1 Proceso de extracción.	157
7.2 Descripción.	157
7.3 Diseño de Equipos.	159
7.3.1 Caldero.	159
7.3.2 Hidrodestilador.	165

7.3.2.1 Distribuidor de tubería perforada.	168
7.3.2.2 Cálculo del Diámetro de la tubería que conecta el hidrodestilador con el condensador.	168
7.3.3 Condensador.	170
7.3.4 Separador.	173
7.3.5 Torre de enfriamiento.	174
7.3.6 Equipo para el tratamiento de agua para la caldera.	176
VIII. CARACTERISTICAS FISICAS DEL PROYECTO	182
8.1 Terreno.	182
8.2 Obras civiles.	182
8.3 Disposición de planta.	183
IX. EVALUACION ECONOMICA	186
9.1 COSTO DE LA PLANTA	186
9.1.1 Estimación de la inversión fija.	186
9.1.2 Estimación del capital de trabajo.	189
9.1.3 Estimación de la Inversión total.	189
9.2 COSTO TOTAL DEL PRODUCTO	189
9.2.1 Costo total de fabricación.	189
9.2.2 Gastos generales.	191
9.2.3 Costos de financiación.	192
9.2.4 Gastos de las utilidades brutas anuales.	192

9.3	JUSTIFICACION ECONOMICA	193
9.3.1	Monto de financiación.	193
9.3.2	Determinación de la anualidad.	194
9.3.3	Tasa de retorno de la inversión.	195
9.3.4	Determinación de la relación Beneficio - Costo.	195
9.3.5	Programa de Producción y Ventas.	195
9.3.6	Estado de Pérdidas y Ganancias.	197
9.3.7	Flujo de caja proyectado.	198
9.3.8	Determinación del Valor Actual Neto.	199
9.3.9	Determinación de la Tasa Interna de Retorno.	199
9.3.10	Análisis del Precio de Venta del Aceite Esencial de Muña.	200
9.3.11	Valor de Rescate.	202
9.3.12	Valor de Reventa.	202
X.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	203
XI.	BIBLIOGRAFIA	211
XII.	APENDICE	218

NOTAS

APROBADO CON EXCELENCIA	18.1	a	20.0
APROBADO CON DISTINCION	15.1	a	18.0
APROBADO	13.0	a	15.0
DESAPROBADO	Menos	de	13.0

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es la extracción del aceite esencial de la *Minthostachys Mollis* (Muña), mediante la destilación por arrastre de vapor. Para tal efecto se han realizado extracciones experimentales del aceite esencial, variando los parámetros que más influyen en el rendimiento de la destilación como son: La carga de materia prima, tiempo, presión, humedad de la hoja. Estas extracciones se realizaron en el Laboratorio de Química Orgánica y en la planta piloto de la FIQM-UNI obteniéndose resultados muy satisfactorios. Así, el rendimiento en peso del aceite esencial de la Muña fue de 2.31%, muy por encima de los rendimientos de otras hierbas sometidas a la misma operación de extracción de aceite esencial.

Las condiciones de trabajo fueron moderadas, utilizándose para la destilación vapor saturado a la presión de 21.7 psi.

El fin que se le quiere dar al Aceite Esencial de la muña, ya como una sugerencia y tema de otra tesis; es la de transformarlo en un agroquímico natural, no tóxico al medio ambiente, siendo éste último punto uno de los factores importantísimos para la realización de este proyecto. En esta tesis aparte del trabajo central, se da una buena referencia literaria y

experimental, acerca de la fabricación de un Insecticida, Fungicida, Bactericida e Inhibidor de brotamiento natural a base del aceite esencial de Muña.

Esta propuesta que formulamos, tiene como sentido en la existencia de un principio activo en el aceite esencial de la Muña, como es la IPOMEARONA, responsable de su acción mencionada anteriormente. Para la comprobación de lo dicho, el aceite esencial fue sometido a los 3 análisis más importantes que se le exige a todo producto de éstas características, como son:

El análisis Infrarrojo, análisis Ultravioleta y el análisis de Cromatografía de Gases. Estos análisis nos identificaron con certeza a los constituyentes del aceite esencial tales como estructuras aldehídicas, cetónicas, alcohólicas y estructuras de los sesquiterpenos.

Además en la presente tesis hacemos mención de trabajos experimentales serios, hechos con el aceite de la muña, donde además, aparte del beneficio que representa la extracción del producto principal, la rentabilidad del proyecto se vería incrementada por la venta de los desechos de las hojas de Muña procesadas, ya que éstos serían utilizados como alimento de ganado vacuno; así, un análisis posterior hecho a éstos

desechos en la Universidad Nacional Agraria(UNA), arrojó resultados con un buen porcentaje de proteínas, fibras, cenizas, y carbohidratos, aptos para el consumo animal. El aporte de nuestro trabajo y los trabajos serios de profesionales entendidos en la materia dan veracidad a nuestro tema en discusión.

La estimación de la producción del aceite esencial de la Muña se hizo en base a la producción de la papa, ya que éste tubérculo es el que más se produce y el que más se consume a nivel nacional y mundial.

La dosis utilizada para la realización de nuestros cálculos y para la producción proyectada del aceite esencial de la Muña, fue tomada de la tesis de Munares (24) . Este dato fue: 5×10^3 l A.E./Kg. papa.

Por otro lado la localización propuesta de la planta estará en la provincia de Huaraz (Ancash). Con esta ubicación, nuestra materia prima (muña) queda asegurada, así como el agua necesaria para la producción de vapor y para refrigerante del condensador. La zona de cultivo estará ubicada en el distrito de Yungay la cual cuenta con una suficiente extensión de terreno que asegura las hectáreas necesarias (230 Ha) para la producción de la muña siendo las condiciones climáticas muy apropiadas para su cosecha.

De acuerdo a la evaluación económica, el proyecto es RENTABLE, puesto que los indicadores de rentabilidad así como el VAN, TIR, B/C, lo demuestran, siendo los valores respectivos: \$1015,332.15; 79% y 1.61.

Respecto al precio de venta demostramos que puede oscilar dentro de un rango moderado como es de \$18/Kg.A.E. hasta \$32/Kg.A.E. dependiendo lógicamente de la ley de la oferta y de la demanda en el mercado a futuro, por ser éste un producto nuevo.

Sería muy interesante y productivo que otros graduandos interesados, culminen la segunda parte de ésta tesis que consistiría en la elaboración de agroquímicos ecológicos, tomando como base el aceite esencial de muña, por supuesto realizando pruebas experimentales que garanticen la efectividad de dichos agroquímicos naturales.

Y por último, a manera de una reflexión, queremos expresar nuestra preocupación acerca del incesante envenenamiento de los terrenos agrícolas y por ende del hombre. Se sabe que a nivel mundial se utilizan millones de toneladas de agroquímicos sintéticos, que si bien eliminan a los insectos, por otro lado son causantes de 2 daños irreversibles: la esterilidad de la tierra y el envenenamiento paulatino del hombre.

Los Organismos Mundiales de protección del medio ambiente han tomado muy en serio estos daños causados y a pesar de que ya se han prohibido muchos agroquímicos sintéticos por su alta toxicidad, los agricultores lo siguen utilizando, al parecer por su gran efectividad en la eliminación de insectos. Pero hay algo que se ve muy claro y es que a un mediano plazo los Organismos Mundiales de protección del medio ambiente en coordinación con los gobiernos de todo el mundo van a tener que tomar medidas muy severas para desaparecer y evitar, la utilización de los agroquímicos sintéticos. Es en esta situación donde los agroquímicos naturales tienen la primera opción para perfilarse como los principales sustitutos de los agroquímicos sintéticos, teniendo como materia prima a los Aceites Esenciales naturales, algunos de ellos ya investigados y otros aún no estudiados. Tal es el caso del Aceite Esencial de la *Minthostachys Mollis*(MUÑA).

La selva peruana es una inmensa reserva donde crecen y florecen una gran diversidad de plantas cuyas propiedades como Insecticida, Fungicida o Bactericida aún son un misterio.

I. INTRODUCCION

La planta muña fue conocida por el poblador peruano desde tiempos muy antiguos, el conocimiento tradicional del Incanato de sus propiedades como repelente de plagas generadas por insectos venía transmitiéndose de generación en generación en la conservación de productos almacenados como la papa, contra el "papa-curo" y otros insectos que actúan en el almacenamiento . Pero lo cierto es que todo este hablar Tahuantinsuyano carecía verdaderamente de fundamentos técnico-científicos del estudio de la muña (*Minthostachys mollis*) de allí es que surge la idea de su investigación para darle una interpretación científica.

Es muy importante y necesario rescatar y revalorar nuestra cultura Inca y al mismo tiempo, es también importante plantear un solución a los álgidos problemas de control para combatir los insectos y parásitos que diezman la explotación agropecuaria haciendo uso ilimitado de plaguicidas sintéticos de elevados costos y muy peligrosos a la salud del hombre.

Es por eso la búsqueda de nuevas fuentes de producción de pesticidas orgánicos -naturales de origen vegetal menos complicados y desde luego menos costosos,

a fin de poder cubrir con mayor amplitud la economía de nuestros agricultores y sobre todo de las clases populares del agro nacional.

Debido a la ubicación privilegiada de nuestro país y sus diferentes regiones , existen características ecológicas favorables para el establecimiento de cultivos organizados de plantas productoras de aceites esenciales, en el caso específico de las labiadas, existe un potencial invalorable de las mismas dentro del que podemos destacar el género "Minthostachys, especie mollis" la que ofrece posibilidades de aprovechamiento, y que de ser explotados en forma racional y técnica elevarían su calidad y rendimiento.

El presente trabajo, tiene como objetivo "El diseño de una planta industrial para la extracción del aceite esencial de la muña" instalada en la ciudad de Huaraz que reúne las condiciones favorables para su cultivo y extracción"

La producción del aceite esencial de muña a nivel de planta industrial se hará tomando como referencia, la producción anual del tubérculo más requerido en la dieta popular, como es la papa, o sea el requerimiento de una dosis de Fungicida, Bactericida e Inhibidor de Brotamiento obtenido a partir del aceite esencial de Muña, aplicado a 1kg de papa.

II. MATERIA PRIMA

2.1 GENERALIDADES

En el Perú las innumerables aplicaciones de las plantas nativas, han dado origen a la investigación científica en nuestro medio, con el propósito de determinar sus propiedades farmacológicas, tendientes a demostrar sus efectos antimicrobianos.

Tal es el caso de la *Minthostachys mollis* (muña) oriunda de la región Perú-Bolivia cultivable a una altura que oscila entre 2,700 a 3,400 m.s.n.m. siendo cosechables en el Perú, en las zonas de Cuzco, Ayacucho, Huánuco, Apurímac, Junin, La Libertad, Ancash, no requiriéndose de abundante agua para su cultivo, ya que esta planta es resistente a la sequía.

A pesar de que la muña fue reconocida hace muchos años en la época del Incanato, es en el siglo XVII que es descrita por primera vez,, como una planta semejante al orégano, pero de hojas mayores y de color verde más claro, de flores blancas parecidas a las de la col, pero menores y de mucha fragancia.

Es en las hojas de la Muña donde se concentra el mayor porcentaje de aceite esencial, el mismo que posee dentro de su composición química, a una sustancia responsable de su acción fungicida, bactericida e inhibidor de brotamiento. Dicha sustancia son los Terpenos básicamente. Todos estos componentes son los llamados "Principios activos".(27)

2.2 CULTIVO DE LAS LABIADAS PRODUCTORAS DE ACEITE ESENCIAL

Las labiadas productoras de aceite esencial son plantas que requieren determinados tipos de suelos, clima y manejo de cultivo para proporcionar buen rendimiento y calidad.

Existen muchas variedades e híbridos de los mismos en el género *Minthostachys*, tales como el *Minthostachys setosa*, *Minthostachys glabrescens*, etc, los cuales tienen composición física y química similares y un rendimiento de aceite esencial muy próximos.(22)

El programa de siembra y cosecha se explica en el punto 3.2.1.

2.3 DESCRIPCION DE LA MUÑA

2.3.1 Caracterización de la Muña

Son arbustos, erectos y rastreros generalmente de 1 a 2 m. de raíz pibotante y de fuerte consistencia, que a partir de la corona emergen un gran número de tallos con abundante población foliar entre anchas y angostas alternas y simples. Con hojas verdes pecioladas, elípticas lanceoladas, agudas redondeadas en la base, poco aserradas o dentadas y aromáticas. Sus flores son de corola blanca pequeñas, situadas en verticílios globosos ubicados en las axilas de hojas superiores.

(Ver fig.Nº 01).

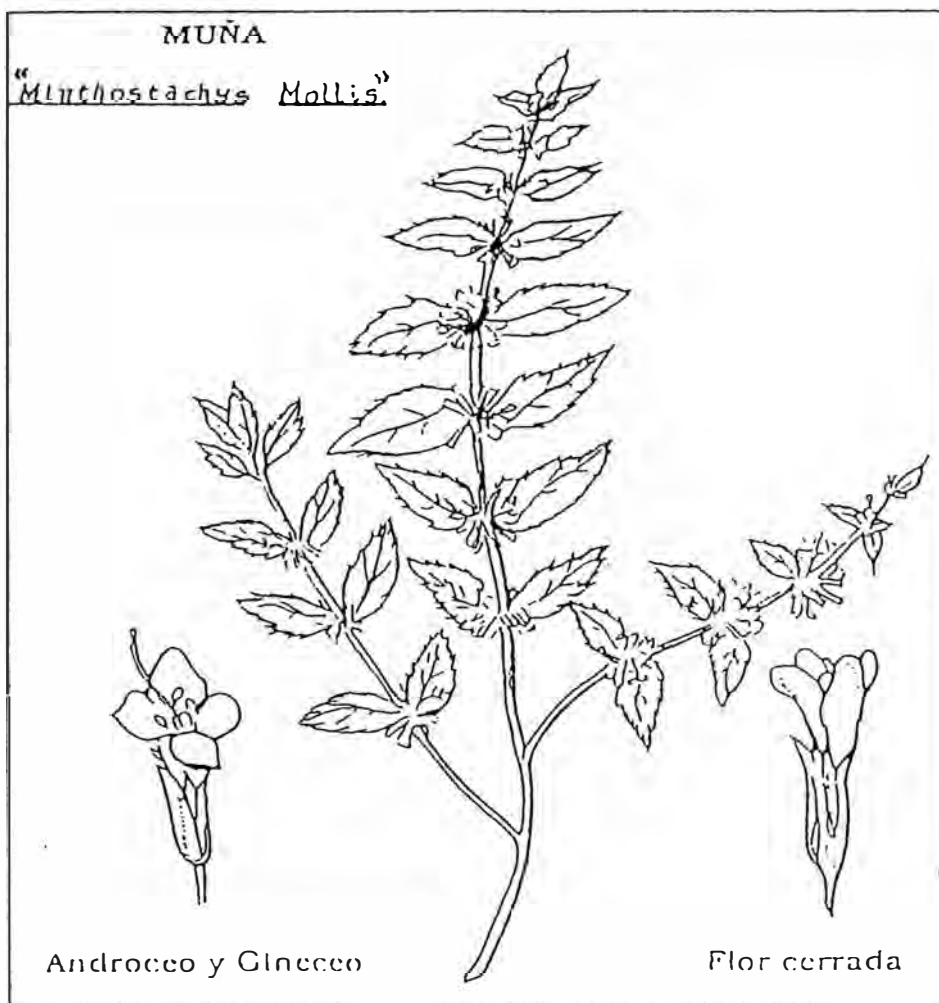
La fórmula global floral es la siguiente:

"O Ca Co A G"

+ (5)(5) 4 (2)

Siendo el significado de esta fórmula lo siguiente: Ovario súpero, Cáliz con 5 sépalos, Corola con 5 pétalos, Andróceo con 4 estambres, Gineceo con estilo bífido, semilla de 0.5 a 1 mm. de largo y de color marrón.

FIGURA N° 01



Esta planta se diferencia de las labiadas por contener el aceite esencial en las glándulas odoríferas de la hoja que le da el aroma suigeneris de la Muña.(31)

Propagación.- La planta de la muña mantiene conservación de la especie a través de las siguientes maneras:

- Sexual

Asexual

Sexual por semilla botánica

Asexual por estacas y surco propagador.

2.3.2 Clasificación taxonómica

La planta Muña, es una familia de las labiadas (labiatae) género Minthostachys y especie Mollis, su clasificación sistemática es la siguiente:(21)

Reino	Vegetal
División	· Fanerogamas
Sub-División	: Angiospermas
Clase	Dicotiledoneas
- Sub-clase	: Gamopétalas
- Orden	Tubiflorales
Familia	Labiatae
Género	Minthostachys
Especie	: mollis

2.3.3 Hábitat de la Muña

La *Minthostachys mollis* se desarrolla en las siguientes condiciones específicas de terreno:(22)

Características del suelo.- Todos los autores coinciden en afirmar que el suelo deberá ser suelto, rico en materia orgánica, buena retención de humedad y Ph=5-8.

Clima.- Aunque la Muña es resistente a las sequías es preferible una abundante lluvia y una elevada luminosidad.

Fertilización.- Los abonos más recomendados serían con abundante potasa y fósforo.

Mejoramiento.- Con la finalidad de mejorar la calidad e incrementar el rendimiento de la esencia, algunos estudiosos han realizado numerosos experimentos, tales como

- a) Kirst (1965),(22), informa que las plantas crecen prematuramente y dan buena producción de esencia si en los fertilizantes se les agrega 0.01 a 0.001 g. de giberlina.

b) Kaul y Kappor (1965), (22), indican que soluciones de ácido giberílico en concentraciones de 10 a 200 ppm. al ser atomizados sobre las plantas de "Muña" durante la prefloración dan como resultado una buena concentración de aceite esencial en las hojas.

Cosecha.- la cosecha se realiza a inicio de la floración o máxima inflorescencia.

Otro aspecto muy importante señalado por Basals (1970) es el de cosechar las plantas de Muña en días soleados ya que en estos casos el contenido de esencia se incrementa(22).

UBICACION GEOGRAFICA

Como se dijo anteriormente, el área o terreno de cultivo de la *Minthostachys mollis* en el Perú se halla entre los 2,700 a 3,400 m.s.n.m. con variable extensión.(15)

En el Cuzco según Herrera (1991) se encuentra en la quebrada de Pilluapata (Provincia de Paucartambo) y en Cerro Russylluyoca 2700-2900 m.

Weberbauer (1945) indica la existencia de Muña en el Valle de Marcapata cerca de Chili Chili de 2300 a 2400 m.s.n.m.

En el departamento de Ancash en Huántar (Provincia de Bolognesi) a 3400 m.s.n.m. se encuentra la Muña.

En Ayacucho se ubica de manera silvestre en los alrededores de Puquio (Provincia de Puquio) de 3300 a 3350 m.s.n.m.

En Huánuco en el distrito de Carpich de 2,800 a 3.000 m.s.m.m.

En La Libertad: en la provincia de Otuzco de 3,000 a 3,100 m.s.n.m.

En Lima, en LLacllishi (Provincia de Huarochirí) de 3,000 a 3,100 m.n.s.m y en Infiernillo de 3,300 a 3,350 m.s.n.m.

2.3.4 Composición química de la Muña

CUADRO Nº01

Componentes por 100 g de parte comestible:

Fuente: (31)

1. Componentes mayores -	
Energía	268 cal.
Agua	16.00 g
Proteínas	3.20 g
Grasas	2.80 g
Carbohid.	66.30 g
Fibra	9.40 g
Cenizas	11.70 g
2. Minerales:	
Calcio	2,237.00 mg
Fósforo	269.00 mg
Hierro	22.40 mg
3. Vitaminas:	
Caroteno	2.10 mg
Tiamina	0.35 mg
Riboflavina	1.81 mg
Niacina	6.85 mg
Acido Ascórbico	0.60 mg
4. Ingrediente Activo:	
Terpenos	<< 1 mg

2.4 USOS DE LA PLANTA (MUSA)

Como Alimento:

Amplio uso como saborizante culinario especialmente en la región andina.

Como Medicina Folklórica:

Las hojas y tallos se usan para curar enfermedades y dolencias como:

Heridas y tumores

Ulceras

Sarna y rasca rasca

Pie de atleta

Afecciones renales

Como Carminativo (antiflatulento)

En el Agro: (las hojas)

Se usan como repelente de los insectos que existen en los almacenes de tubérculos.(31)

III. ESTUDIO DE MERCADO

El destino final de casi todos los aceites esenciales que existen en el mercado nacional, son las industrias de los alimentos, la industria de los cosméticos y la industria farmacéutica.

Este trabajo intenta motivar el cultivo y la industrialización de la "Muña", con el fin de producir el aceite esencial, el cual a parte de ser empleado por las industrias mencionadas, va a servir de materia prima para la elaboración de insecticidas, bactericidas e inhibidores de brotamiento, siendo éstos productos finales biodegradables y no tóxicos.

Por ser este proyecto nuevo, en lo que respecta al aceite esencial de "Muña", como base para la producción de agroquímicos naturales, no tiene un mercado establecido dentro y fuera del país, es así que el proyecto está dirigido en principio para abastecer al mercado interno. Y para tener una idea de cuanto aceite esencial de Muña se necesitará para cubrir la demanda interna, se ha tomado como referencia la producción anual de la papa por ser este tubérculo el de mayor consumo a nivel nacional.

3.1 OBJETIVO

El objetivo esencial del estudio de mercado, es el nivel de demanda que pueda tener el aceite esencial de "Muña", puesto que sabiendo este requerimiento, se puede determinar de inmediato el tamaño de planta a instalarse para la obtención de dicho aceite. Para esto es muy importante la disponibilidad de materia prima que le es inherente y que se detalla en el punto 3.2.1. Con ésto, se estaría mermando en algo, la inmensa importación de agroquímicos sintéticos, pero a la vez, contribuyendo fundamentalmente con la ecología. Finalmente la zona donde se ubique la planta se verá beneficiado con una fuente constante de trabajo y otros beneficios acarreados con la implementación del proyecto.

3.2 MERCADO NACIONAL

Con la demanda de Aceite esencial de la Muña, para ser utilizado, como agroquímico natural (fungicida, bactericida, inhibidor de brotamiento, conservador) específicamente para proteger a la papa y otros tubérculos; en nuestro país se daría inicio a una aceptación por parte del agricultor en forma creciente.

Por supuesto el factor precio va a jugar un papel importante en la aceptación del producto,

para que de esta manera se evite la importación de agroquímicos sintéticos (fungicidas, bactericidas, inhibidor de brotamiento, conservador) que son muy dañinos para la salud del hombre.

En nuestro país no se tiene información, acerca del uso de un aceite esencial para la elaboración de agroquímicos naturales, pero a nivel mundial se tiene conocimiento de que el aceite esencial de la "Citronela de ceylan" (hierba)(12), con un rendimiento en peso de 0.5%, ha sido utilizado para la elaboración de insecticidas. Como podemos apreciar en capítulos subsiguientes la planta "Muña" tiene un rendimiento en peso de casi 5 veces (2.3%) al de la Citronela de ceylan, obtenido por el mismo proceso de extracción planteado.

3.2.1 Producción Nacional del Aceite Esencial de Muña en base a la Producción Anual de la papa

Hasta la actualidad, nadie se ha preocupado por producir a nivel industrial el Aceite Esencial de la "Muña", pero con el estudio técnico completo (cosecha y producción de aceite esencial) de este proyecto, pensamos dar impulso a ésta actividad industrial, por supuesto con la

inversión de capitales privados interesados en éste rubro.

A continuación veremos el programa de siembra y cosecha de la Muña(ver cuadro No 02) y además se explicará el consumo de Aceite Esencial de la "Muña" en los últimos 10 años (1987 a 1996) en base a la Producción Nacional de la Papa(ver cuadro No 03), para esto vamos a tomar como factores de conversión los datos experimentales obtenidos tanto en la Universidad Agraria como en la Universidad Nacional de Ingeniería.

DATOS EXPERIMENTALES:

Dosis: 5×10^3 l A.E/Kg. papa. (24)

Densidad: 0.9256 Kg/l- Análisis de
Producto Aceite Esencial de Muña en la
UNI.

CUADRO No 02

PROGRAMA DE SIEMBRA Y COSECHA

Haa.	M E S E S															
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	
20	S	.....		C	.....										
20		S	.....		C	.....									
20			S	.....		C	.....								
20				S	.....		C	.....							
20					S	.....		C	.....						
20						S	.....		C	.....					
20							S	.....		C	.....				
20								S	.....		C	.....			
20									S	.....		C	.....		
20										S	.....		C	.....	
20											S	.....		C	.....
20												S	.....		C	.....
20													S	.....		C
20														S	.....	C

S : Siembra.
 C : Cosecha.
 Período de siembra hasta cosecha : 4 meses
 Producción de Muña por Ha. : 3,150 Kg.
 Número de Has. Anual : 230 Ha.
 Producción anual de Muña : 724,500 Kg.
 Alimentada a la planta

CUADRO N°03
CONSUMO NACIONAL DE ACEITE ESENCIAL

AÑO	PROD. DE	CONSUMO**	CONSUMO**
	PAPA* (Kg)	A.E. (L)	A.E. (Kg)
	x D		x d =
1987	1200,150	6000.75	5554.29
1988	1000,100	5000.50	4628.46
1989	1000,050	5000.25	4628.23
1990	1153,979	5769.90	5340.62
1991	1453,559	7267.80	6727.07
1992	1003,082	5015.41	4642.26
1993	1492,705	7463.53	6908.24
1994	1767,247	8836.24	8178.82
1995	2368,441	11842.20	10961.14
1996	2308,900	11545.00	10686.05

Nota: $D = 5 \times 10^{-3}$ L A.E./Kg

$d = 0.9256$ Kg/L

* Fuente de Producción de Papa : Ministerio de Agricultura (Oficina de Información Agraria).

** Esto corresponde a un consumo estimable(ficticio) que hubiera correspondido a esos años.

3.2.2 Importación de Agroquímicos con fines similares al producto obtenido a partir del aceite esencial de la "Mufia"

El aceite esencial de la "Muña", no se importa, ni se exporta por lo que no tiene una partida arancelaria NANDINA particular, pero si se importara estaría incluido dentro de la descripción:

Los demás.. con partida arancelaria:
3301.29.90.00

A continuación veremos la importación de agroquímicos en forma global para tener una idea de la gran cantidad de éstos productos consumidos por nuestra agricultura.

CUADRO Nº04

IMPORTACION DE AGROQUIMICOS (TM)

AÑO	INSECT.	FUNGIC.	INHIB. Y REG.	TOTAL
1992	1590.350	460.980	1150.490	3201.820
1993	1599.470	480.601	1290.650	3370.721
1994	1495.950	470.150	1300.650	3266.750
1995	1510.900	450.605	1000.150	2961.655
1996	1601.816	484.507	1210.994	3297.317

* Fuente: Intendencia Nacional de Recaudación Aduanera.

3.2.3 Producción Nacional Proyectada

En este caso se va a proyectar la producción nacional de aceite esencial de la "Muña", para los 10 años posteriores, utilizando como datos el consumo de aceite esencial de los 10 años anteriores a 1997. (Ver cuadros N° 03 y 05).

Para este cálculo se hará uso del método de "Regresión Lineal" según la ecuación:

$y = a + bx$ donde:

Y = demanda en Kg.

X = año de la demanda

a, b = constantes.

r = Coeficiente de correlación lineal

Siendo a, b y r evaluadas de la siguiente manera:

$$a = \frac{\sum X^2 * \sum Y - \sum X * \sum XY}{N * \sum X^2 - (\sum X)^2} = -1303,554.509$$

$$b = \frac{N * \sum XY - \sum X * \sum Y}{N * \sum X^2 - (\sum X)^2} = 658.009$$

$$N \cdot \sum XY - \sum X \cdot \sum Y$$

$$r = \frac{N \cdot \sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{\sqrt{[N \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2][N \cdot \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} = 0.9295$$

$$\{ [N \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2][N \cdot \sum Y^2 - (\sum Y)^2] \}^{1/2}$$

Reemplazando valores tenemos lo siguiente:

$$Y = -1303,554.509 + 658.009X$$

CUADRO Nº05

PRODUCCION NACIONAL PROYECTADA DE ACEITE ESENCIAL (Kg)

AÑO	PRODUCCION ACEITE ESENCIAL
1997	10,490.86
1998	11,148.87
1999	11,806.88
2000	12,464.89
2001	13,122.89
2002	13,780.90
2003	14,438.91
2004	15,096.92
2005	15,754.93
2006	16,412.94

La planta requerirá de 2,400 kg de hoja seca de muña por día y según cálculos estimados en el cap.IV. una hectárea producirá 3,150 kg de hoja seca de muña. Por lo tanto, el número de hectáreas de muña cosechadas en 1 mes, para abastecer a la planta será 20 Has.

IV. TAMAÑO Y LOCALIZACION DE LA PLANTA

El tamaño , la localización de la planta y la disponibilidad de la materia prima son los pilares más importantes para que este proyecto sea exitoso.

4.1 DETERMINACION DEL TAMAÑO

El tamaño o capacidad de una planta industrial es la magnitud de los recursos y/o productos ligados a su operación, durante un horizonte de planeamiento proyectado.

4.1.1 Criterios a considerar en la determinación del tamaño

La disponibilidad de materia prima es un factor muy importante que debe tomarse en cuenta por tratarse de un estudio técnico agroindustrial.

Por lo tanto los criterios a tomar en cuenta son:

- a) Tamaño Mercado
- b) Tamaño Disponibilidad de materia Prima.
- c) Tamaño - Tecnología.

a) Tamaño - Mercado

Inicialmente nuestro potencial, estará constituido por el Mercado Nacional, representando el 100% de la demanda de aceite de muña a cubrir.

El consumo interno de agroquímicos naturales a base de aceite esencial de Muña, estará marcado principalmente por factores como:

Precio competitivo, debido a que el producto es natural, de materia prima barata.

Suministro continuo del producto.

Política de apoyo del gobierno.

El tamaño de planta según la relación tamaño mercado será tomando el año 2006, con producción de 16.41TM de aceite esencial de Muña.

b) Tamaño - Disponibilidad de Materia prima

La disponibilidad de materia prima va a determinar la capacidad de producción de la planta, siendo este factor muy importante para la consolidación del proyecto.

Puesto que el proyecto establece el cultivo de la Muña, entonces el requerimiento de materia prima está asegurado, disponiéndose para este objetivo de 230 Has(ver 4.1.1-b). Para un buen rendimiento de la cosecha, el terreno de cultivo deberá enriquecerse con nutrientes y abono para tratar de lograr que las hojas de la Muña tengan buena concentración de aceite esencial. Los estudios de este proyecto indican la necesidad de contar con 230 hectáreas de terreno, para el cultivo de la planta de Muña, la misma que será ubicada en una zona donde las condiciones climatológicas sean adecuadas.(10)

Para saber que cantidad de aceite esencial se obtendría con ésta extensión de terreno, se necesita saber algunos datos técnicos, tales como:

- 1) El rendimiento en peso de aceite esencial de la hoja seca de Muña es 2.3% (planta secada al sol, durante 3 días).
- 2) El peso promedio de una planta de muña madura, cosechada y con tiempo de secado de 3 días es aproximadamente 350g.

- 3) Una hectárea tiene 100 m. de lado.
- 4) Los surcos deben tener una separación de 1 m. entre sí.
- 5) En cada surco la separación entre plantas debe ser 0.50m. aproximadamente.
- 6) Las hojas secas representan + 45% de la planta.

Haciendo los cálculos respectivos se tiene:

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ DE SURCOS}}{\text{Ha}} = \frac{100 \text{ m}}{\text{Ha}} \times \frac{1 \text{ SURCO}}{1 \text{ m}} = 100 \frac{\text{SURCOS}}{\text{Ha}}$$

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ DE PLANTAS}}{\text{surco}} = \frac{100 \text{ m}}{\text{surco}} \times \frac{1 \text{ PLANTA}}{0.5\text{m}} = 200 \frac{\text{PLANTA}}{\text{Surco}}$$

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ DE PLANTAS}}{\text{Ha}} = \frac{100 \text{ surcos}}{\text{Ha}} \times \frac{200 \text{ PLANTA}}{\text{surco}} = 20,000 \frac{\text{PLANTA}}{\text{Ha}}$$

$$\frac{\text{Peso Planta seca}}{\text{Ha}} = \frac{20,000 \text{ Planta}}{\text{Ha}} \times \frac{0.350 \text{ Kg}}{\text{Planta}} = \frac{7,000 \text{ Kg P. seca}}{\text{Ha}}$$

$$\frac{\text{Peso Hoja Seca}}{\text{Ha}} = \frac{7000 \text{ kg Planta seca}}{\text{Ha}} \times \frac{45}{100} = \frac{3,150 \text{ Hoja seca}}{\text{Ha}}$$

$$\frac{\text{Rendimiento AE}}{\text{Ha}} = \frac{3150 \text{ Kg H. seca}}{\text{Ha}} \times \frac{2.3 \text{ Kg AE}}{100 \text{ Kg HS}} = \frac{72.45 \text{ Kg AE}}{\text{Ha}}$$

Luego para satisfacer la demanda proyectada para el año 2006, la cantidad de hectáreas sería:

N° Ha	<u>16.412.94 Kg AE/año</u>	230 Ha
año	72.45 Kg AE	año
	Ha	

c) Tamaño - Tecnología

La tecnología en sí no es un factor limitante ya que se cuenta con recursos propios para aplicar tecnología de acuerdo a nuestra realidad y los equipos adecuados para cada una de las operaciones del proceso serán diseñados para el tamaño de planta elegido.

El método de extracción de aceite esencial de la Muña es ya muy conocido y es la destilación por arrastre de vapor la cual consta de las siguientes etapas:

Secado-Selección-Triturado-Tamizado-
Pesado-Destilación-Condensación-
Separación del producto.

4.1.2 Tamaño de la planta a considerar

Según la demanda nacional proyectada para el año 2006 será de 16,412.94 Kg./año ó 16.4 Ton/año por lo que el tamaño de la planta será lo suficientemente grande para

cubrir dicha demanda sin proyecciones aún para la exportación.(10)

Por otra parte la planta proyectada puede ser considerada versátil, ya que su capacidad y su tecnología pueden ser utilizados para extraer aceite esencial de otros productos naturales como el Matico, la Menta , Orégano, Hierba Luisa, etc. La operatividad de la planta está asegurada según el proyecto, para satisfacer la demanda interna.

Para el futuro se puede proyectar la instalación de otra planta para poder cubrir otras demandas como la de exportación si se da el caso.

4.2 LOCALIZACION DEL PROYECTO

Constituye uno de los aspectos más importantes a considerarse en todo proyecto, puesto que la mejor localización de una planta agroindustrial corresponde a la zona que le permita obtener "mayores utilidades y menores costos de producción".

4.2.1 Factores a considerar en la Localización

En la mayor parte de los casos de localización de una planta depende básicamente de los costos de transporte de la materia prima, de los productos terminados y de los costos de producción los que están determinados en mayor o menor grado de factores tales como: Disponibilidad y costo de los servicios (agua, luz, carreteras etc), mano de obra, etc.

En el estudio para determinar la localización se han analizado todos los factores involucrados y por comparación se han obtenido los resultados más ventajosos.

Los factores principales que se han tomado en cuenta son:(10)

- a) Materia Prima.
- b) Mercado.
- c) Suministro de combustible y electricidad.
- d) Clima.
- e) Mano de obra.
- f) Política de gobierno.
- g) Agua.
- h) Características Regionales.

Adicionalmente es más conveniente que la localización de la planta esté lo más cercana posible a la zona de aprovisionamiento de la materia prima.

- a) **Suministro de Materia Prima.-** Es muy importante que la planta industrial(Huaraz) esté ubicada lo más cerca posible a la zona de producción de la Muña(Yungay). Presentando dicha zona buenas extensiones de terreno agrícola contemplándose futuras ampliaciones.

- b) **El Mercado.-** De la producción total de aceite esencial de Muña, el 100% será para el consumo interno no teniéndose un estudio establecido para un programa de exportación.

Definitivamente, la localidad elegida cuanto más cerca esté a la costa, en éste caso más cerca a una ciudad comercial, será más favorable. Aunque esto no es un aspecto gravitante puesto que el rendimiento es menos de 3% y los volúmenes de producción son bajos, para efectos de transporte por ejemplo.

- c) **Suministro de combustible y electricidad.-**
De forma predominante el abastecimiento de petróleo para el funcionamiento de la caldera y electricidad para los equipos e instalaciones secundarias. Es importante que el lugar donde se ubique la planta cuente con estos servicios.
- d) **Clima.-** Templado, lugar no caluroso, debido a que se puede alterar la naturaleza del aceite esencial producido (por lo cual debe refrigerarse), poca lluvia en tiempo de cosecha. Se debe contar con suficiente aprovisionamiento del agua para garantizar el normal cultivo de las plantas.
- e) **Mano de obra.-** Es conveniente que el lugar elegido deba contar con una población económicamente activa dedicada a la agricultura y así también incentivarlos a la siembra de "Muña", que servirá de materia prima para la obtención del aceite esencial.

- f) **Política de gobierno.**- Según la Ley General de Industrias vigente el gobierno promueve la descentralización de la actividad industrial, de modo específico apoya al desarrollo de la industria de aceites esenciales ya que promueve la industrialización de los recursos naturales del país en armonía con el interés nacional.
- g) **Agua.**- El lugar deberá garantizar el continuo abastecimiento de este líquido elemento, debido a que el proceso de extracción lo exige.
- h) **Características Regionales.**- Se refiere a los accesos de vías de comunicación, servicios sociales, costo de terreno y otros servicios ya que Huaraz (Ancash) cuenta con la panamericana norte, como de comunicación .(10)

4.2.2 Localización Propuesta

Siendo Huaraz uno de los principales abastecedores de la materia prima (muña) se considera que es un factor determinante para que la planta esté localizada en este lugar.

La proximidad de las áreas de cultivo (Yungay) con la planta de procesamiento, permitirá un mayor contacto con los agricultores, lo cual hará posible establecer convenios o contratos específicos que aseguren el abastecimiento de la muña, además un punto importante a resaltar será el ahorro considerable en cuanto a los costos de transporte. Por otro lado el análisis de los demás factores refuerzan la elección de Huaraz como la zona en la cual será localizada la planta.

Se concluye, entonces, que la planta industrial de extracción de aceite esencial de muña estará localizada en Huaraz.

V. LOS ACEITES ESENCIALES

5.1 DEFINICIÓN

Se conocen como aceites esenciales a aquellas sustancias caracterizadas por su volatilidad, formadas por la agrupación de gran número de compuestos en su mayoría oxigenadas que estimula, generalmente, el sentido del Olfato. Conocido desde la antigüedad fueron ampliamente utilizados por los Egipcios, Persas, Griegos, Romanos, siendo a partir del siglo XIX en que se les comenzó a estudiar en forma científica.

Los aceites esenciales de los vegetales son mezclas de un número variable de sustancias orgánicas olorosas, las cuales se extraen por lo general, utilizando la destilación por arrastre de vapor de agua.(14),(16)

5.2 COMPOSICION QUIMICA

Químicamente los aceites esenciales son una mezcla de Hidrocarburos alicíclicos denominados TERPENOS y sus derivados oxigenados llamados ALCANFORES, anunciado por Augusto(1975),(9). Los compuestos principales de los aceites esenciales, según Ricse (1962) y Golswith (1967) son:

- Hidrocarburos Mirceno, Cinemo, Limonemo etc.
- Alcoholes Isoamílico, Geraniol, Linalol,
etc.
- Fenoles Timol, Carvacrol.
- Aldehídos Citral, Anisaldehído,
Citronelal, Benzaldehído.
- Cetonas ALcanfor, Mentona, piperitona,
etc.
- Esteres Salicilato de amilo, Benzoato
de Metilo, Acetato de
geramilo.

Además Goldswith (1967), (9), nos proporciona el contenido principal del aceite esencial de algunas plantas:

Aceite de Naranja(Naranjina), Aceite de Eucalipto(Cineol), Aceite de Menta(Mentol), y Aceite de Muña(Por estudiarse).

Los aceites esenciales si se dejan en reposo pueden separarse en 2 partes, una líquida llamada ELEOPTENO y una sólida llamada ESTEAROPTENO, químicamente son mezclas de hidrocarburos alicíclicos denominados terpenos .(16)

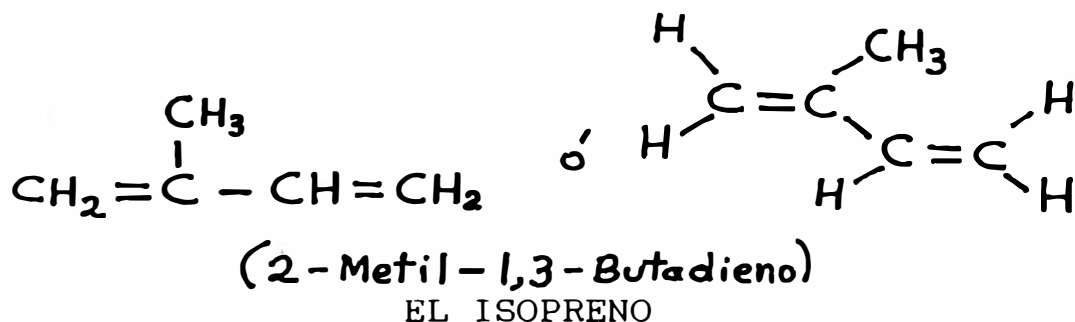
Los cuales se pueden agrupar en 4 clases principales:

- 1) Compuestos Alifáticos no Terpénicos
- 2) Compuestos Aromáticos
- 3) Terpenos y Terpenoides
- 4) Compuestos que contienen Nitrógeno y Azufre.

TERPENOS.

Los Terpenos tienen como unidad fundamental a la simple molécula de ISOPRENO muy abundantes en las plantas superiores. (ver figura No 02)

FIGURA No 02



Los terpenos son productos naturales comunes del Reino Vegetal quienes mejor ilustran las potencialidades biosintéticas de las plantas.

Cierto número de Aceites esenciales encierran en su composición cuerpos insolubles que en muchos casos ocasionan oxidaciones, enranciamiento, polimerización, resinificación de dichos aceites,

éstos compuestos son los hidrocarburos **Terpénicos** y **Sesquiterpénicos** por las que se les trata de eliminar siendo el método más usado la destilación fraccionada al vacío, por solventes selectivos.(8)

Según Kinchner y Miller,(3), obtuvieron una patente para el proceso de remoción de Terpenos en Aceite esencial por cromatografía de Adsorción, utilizando ácido salicílico y Hexano y utilizando acetato de etilo para los oxigenados.

CLASIFICACIÓN DE LOS TERPENOS

Los Terpenos se pueden clasificar en base a la estructura unitaria fundamental, como es la unidad ISOPRENICA, esta clasificación se puede hacer en base al número de carbonos:

Monoterpenos, con 10 átomos de C.

Sesquiterpenos, con 15 átomos de C.

- Diterpenos, con 20 átomos de C.

Sesterpenos, con 25 átomos de C.

Triterpenos, con 30 átomos de C.

Etc.

Los más importantes son:

- MONOTERPENOS.
- SESQUITERPENOS.(ver figura No 03)

Los Terpenos con 10 y 15 átomos de carbono son miembros de un gran número de sustancias que se encuentran en vegetales y animales, siendo común el referirse a todos los miembros de este grupo como compuestos ISOPRENOIDES. El ISOPRENO por si mismo no existe en la naturaleza.(3)

FUNCION DE LOS TERPENOS:

La función biológica de los Monoterpenos no es aun conocida, pero por su penetrante olor probablemente funciona atrayendo o repeliendo insectos. El "Acido Absílico", regulador de la inhibición del crecimiento de la yema de los tubérculos es un sesquiterpeno, otro Sesquiterpeno: de potente acción fungicida es la IPOMEARONA.(3)

5.3 CLASIFICACIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES

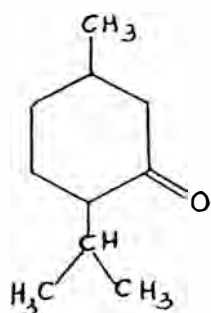
Existen varias clasificaciones de los aceites esenciales, siendo una de estas:

- a) Por su origen: Naturales y sintéticos.

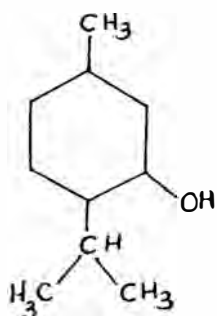
FIGURA N° 03

COMPUESTOS TERPENICOS

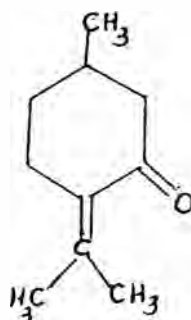
a. MONOTERPENOS



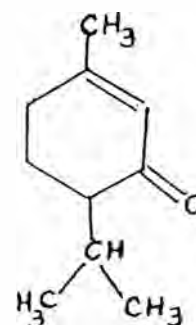
Mentona



Mentol

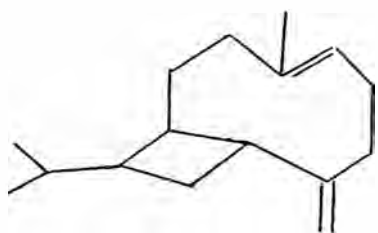


Pulegona

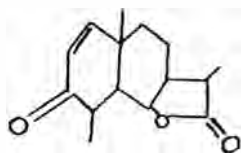


Piperitona

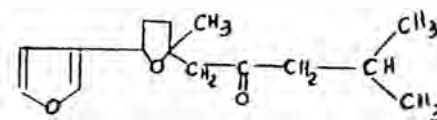
b. SESQUITERPENOS



β - Cariofileno



Santonina



Ipomearona

- b) Por el material de Origen: vegetales y Animales.

- c) Por su composición:
 - Ricas en Oxígeno (Menta, Muña).
 - Pobres en Oxígeno.
 - Nitrogenadas.
 - Sulfonados (Mostaza).

- d) Por su punto de ebullición:
 - Fugaces (Menta).
 - Persistente (Rosa).
 - Fijos, generalmente resinosas (Bengui).

5.4 DISTRIBUCION DE LOS ACEITES ESENCIALES EN LA PLANTA

La distribución de la esencia de la planta se encuentra en determinados órganos como las semillas (Anís), en el fruto (Naranja), en las hojas (Azahar, Muña), en la raíz (Valeriana), así como en toda la planta (Lavanda).

5.5 ACUMULACION DE LOS ACEITES ESENCIALES EN LA PLANTA

En la planta (vegetal) la acumulación de las esencias depende del medio ambiente, composición del suelo, prácticas del cultivo, etc. Según Lubimeko y Rabak (1945), mencionados por Guemther

(1949), quienes afirman que el contenido de esencia en una misma planta varía con las horas del día.

Según Rabak (1945), la esencia disminuía en las plantas que crecían a la sombra lo que también ocurría durante la floración y origen de las semillas, al ser utilizados en parte por éstas.

García (1953), afirma que los aceites esenciales se originan solamente en órganos jóvenes los cuales producen y almacenan cada vez menor cantidad de esencia hasta llegar a la floración momento en el cual se difunden a las flores y una vez formada la semilla el remanente se distribuye nuevamente en los demás órganos, a pesar que las esencias no son miscibles con el agua, Según Parry (1922) lo son en cierta forma explicándose así como se trasladan de los tallos y hojas hacia la flor y que según Langalais y Bollenguer (1920), referidos por el mismo autor, circulan al formar glucósidos asociados al agua.(22)

5.6 FUNCIONES DE LOS ACEITES

Se les atribuye a los aceites esenciales las siguientes funciones:

- a) Atracción: Al ubicarse en las flores de las plantas actúan atrayendo a los insectos responsables de la polinización.
- b) Repulsión: Repelen la actuación de insectos nocivos a las plantas.
- c) Cicatrizante: Actúan como constituyentes de compuestos que cicatrizan lesiones en la formación de una capa que evita evaporaciones intensas de agua.
- d) Hormonales: Se les atribuye funciones hormonales en la polinización ya que en la época de la floración se trasladan a las flores donde la realizan.
- e) Metabólicas: Participan en el metabolismo al disminuir su concentración en las plantas que crecen a la sombra e incrementándose cuando lo hacen a plena luz y cuando aumenta la temperatura lo que a su vez tiene que ver con la regulación de la conductividad calórica y la presión osmótica.(22)

5.7 METODOS DE OBTENCION DE LOS ACEITES ESENCIALES

5.7.1 GENERALIDADES

Los métodos existentes para la extracción de las esencias de los vegetales que los contienen son diversas.

La elección de un determinado método

dependerá de las características de dicho vegetal, de la volatilidad de la esencia, de su porcentaje en el vegetal. etc.

De acuerdo a estos criterios se considera los siguientes métodos más utilizados: Destilación, Extracción por solventes y Prensado.

5.7.2 DESTILACION

La extracción por destilación es uno de los métodos más simples y económicos de obtención de los aceites esenciales de las plantas, aunque en determinadas esencias muy volátiles, obtenidas por éste método se aprecia descomposiciones y reducciones de calidad.

Entre las ventajas de este método podemos citar su simplicidad, el tiempo comparativamente corto de operación a las grandes cantidades de materia prima que se puede procesar a bajo costo.

Es el único método económicamente posible para la extracción de algunos aceites (Menta, Muña) ya que los otros

métodos son muy tediosos e impracticables. (32)

5.7.2.1 HIDRODESTILACIÓN

En la Industria de los Aceites esenciales hay 3 tipos de extracción

- a) Extracción con Agua.
- b) Extracción con agua y vapor.
- c) Extracción con vapor directo.

a) Extracción con Agua

En este método el material se encuentra en contacto directo con el agua hirviente.

El agua es calentada por fuego directo y en algunos casos mediante vapor que llega a una camisa o serpentín cerrado.

Este método se emplea si el material tiende a apelmazarse mucho (pétalos de rosas) permitiendo una extracción completa del material.

b) Extracción con agua y vapor

En este método de Extracción, el material vegetal es soportado por una

placa perforada o malla que los aísla del agua.

En este caso es vapor saturado a baja presión al que asciende a través del material.

Este método se caracteriza principalmente por el uso constante de sólo vapor saturado y que el material esté en contacto solo con el vapor y no con el agua de ebullición.

c) **Extracción con vapor**

En éste método de extracción la carga es colocada por lo general sobre un plato perforado, y es atravesada por el vapor saturado y sobrecalentado, el cual es inyectado a través de una abertura o un serpentín perforado.

La extracción a vapor se lleva a cabo en su mayor parte a la presión atmosférica si los componentes del aceite son fácilmente hidrolizables, el proceso puede efectuarse no obstante en vacío.

5.7.2.2 Condiciones generales para la Hidrodestilación

Para la obtención de Esencias se aplica la hidrodestilación, el aceite esencial, mediante la acción térmica, fisicoquímica e incluso química del vapor de agua abandona fácilmente la materia vegetal y una vez aislado destila a temperatura muy inferior a su punto de ebullición.

Para extraer los aceites esenciales se emplean 2 tipos de vapor de agua: vapor sobrecalentado y vapor saturado, el primero no arrastra gotas de agua líquida y el segundo arrastra algo de agua líquida formada en cierta cantidad por condensación parcial. Al utilizar vapor sobrecalentado el material de las plantas se seca y el material que interesa destilar no se difunde el rendimiento baja comparado con la destilación con vapor saturado.(28)

5.7.2.3 Efectos del vapor sobre el material vegetal

Son: La acción térmica, la difusión y la Hidrólisis.(28)

a) **La acción térmica;** La temperatura es una variable de gran importancia de la

extracción y fluctúa en el curso de la operación. La cantidad de vapor de aceite en la mezcla irá decreciendo en el transcurso de la extracción.

Casi todos los constituyentes de los aceites esenciales son algo inestables a altas temperaturas por lo que es muy importante mantener lo más baja posible la temperatura durante la extracción.

b) La difusión; El vapor de agua hincha las paredes celulares vegetales y facilita el paso de los aceites esenciales al exterior.

c) La Hidrólisis; Es la reacción química entre el agua y ciertos constituyentes de los aceites esenciales como son los ésteres.

A elevada temperatura los ésteres tienden a reaccionar con el agua produciendo ácidos y alcoholes.

A mayor cantidad de ácidos y alcoholes producidos la hidrólisis será de considerable magnitud y por lo tanto el rendimiento del aceite esencial será menor.

Estos 3 procesos de acción térmica, difusión y de hidrólisis en la práctica se influyen mutuamente porque ocurren en forma simultánea.

5.7.3 Extracción por solventes

Este tipo de extracción es generalmente utilizado para la obtención de esencias de flores, se utiliza 2 métodos de acuerdo al tipo de solvente a utilizar:

- a) Solvente Volátil
- b) Corriente de aire húmedo

* La extracción por solventes no es conveniente, a pesar de su aparente alto rendimiento debido principalmente a la presencia de compuestos extraños que le da un aspecto resinoso.(32)

5.7.4 Prensado

Este método se emplea para extraer los aceites esenciales de la corteza del fruto o aceites de semillas que tienen un contenido de aceite alto(mayor al 25%) La extracción se efectúa produciendo presión sobre las glándulas de esencia para que se rompan.

5.8 ELECCION DEL METODO MAS APROPIADO

En base a la descripción de los métodos de extracción hechos anteriormente y en base a experiencias de laboratorio realizadas repetidas veces por otros autores de trabajos similares de extracción de aceites esenciales con resultados eficientes, señalan que el método de EXTRACCION POR ARRASTRE DE VAPOR ES EL MAS APROPIADO y será el que aplicaremos en este trabajo experimental.(32)

5.9 PROPIEDADES DE LOS ACEITES ESENCIALES

5.9.1 Propiedades organolépticas:

El aceite esencial de *Minthostachyis Mollis*, presenta los siguientes caracteres organolépticos:(37)

OLOR	Aromático, muy fuerte y penetrante que recuerda a la planta original de procedencia.
SABOR	Acre, cáustico e irritante, produce sensación de frescura en la boca y es ardiente en el estómago.
COLOR	Amarillo pálido.
CONSISTENCIA:	Líquido fluido.

5.9.2 Propiedades fisicoquímicas (9)

Propiedades físicas:

- Densidad Relativa	0.9281
- Índice de refracción	1.4699
- Rotación óptica(23°C)	2° 10´
- Punto de ebullición	161 °C

Propiedades químicas:

- Índice de Acidez	1.683
- Índice de Ester	5.819

Solubilidad en el Alcohol: 1:1 y 1:2

Volumen del alcohol al 80% y 70%.

5.10 CONTROL DE CALIDAD

Un aspecto muy importante en la producción de aceites esenciales es el control de calidad para verificar si éstos se ajustan a los estándares establecidos por las normas del país(ver apéndice N^o 08), y muy importante para la seguridad de compradores y consumidores y evitar fraudes.(22)

- 1) **MATERIAL DE LOS EQUIPOS DE EXTRACCION:** Según Ames y Mattheus (1952), es importante tener en cuenta el material con que están contruidos los condensadores, destiladores y separadores.

Según Rafols (1964), las esencias de alta concentración de ésteres van a originar ácidos libres y alcohol por su misma hidrólisis, lo cual por esa acidez, van a reaccionar con el metal del equipo lo que se traduce en cambios en la coloración del aceite, así como la corrosión del equipo. Por lo que se recomienda de que el equipo sea de acero inoxidable.

- 2) **CARACTERISTICAS DE LA ESENCIA:** Consiste en tipificar y diferenciar al aceite de otros productos, esto se consigue con la ayuda del método de ultravioleta , por el análisis Infrarrojo y Cromatografía de Gases(ver apéndice N^o 07).

- 3) **PRESERVACION:** Recién obtenida la esencia es muy susceptible a sufrir deterioros que disminuyen o anulan su calidad (ver apéndice N^o 08).

Según Guenther (1949), Advierte que se tendrá mucho cuidado con las oxidaciones a los que son susceptibles muchos aceites esenciales; sobre todo cuando presentan metales pesados, así como también, son expuestos a la acción de la luz durante un tiempo prolongado, lo

cual se refleja en una disminución apreciable de contenido de la esencia.

De acuerdo con todos los autores consultados, de la gran cantidad de compuestos que conforman la esencia lo mas indeseables son los que forman el grupo de los TERPENOS.

- 4) **DESTERPENACION:** Según Hefendehl (1964), Los Terpenos se forman y localizan alrededor de los espacios subcuticulares de las glándulas que se encuentran en los pelos.

Parry (1922) dice que los Terpenos son características de los Aceites Esenciales líquidos y que se descomponen fácilmente por la acción de la luz, la humedad y el aire, lo que disminuye la calidad de la esencia. La presencia de SESQUITERPENOS ($C_{15}H_{24}$) elevan la densidad relativa y el punto de ebullición.

Por todas las consideraciones anteriores, Los Terpenos son casi siempre extraídos ya sea en forma parcial o total, operación que significa una concentración de los constituyentes mas deseables.

Dos son las principales formas de extraer los

TERPENOS: Extracción mediante solventes selectivos y destilación fraccionada.

5) **FALSIFICACIONES Y ADULTERACIONES:** De acuerdo a Carmela Baldeon (1937), (22), los siguientes son las formas mas comunes de adulterar un Aceite Esencial:

Agregando alcohol.

Agregando ácido grasos.

- Agregando esencia de trementina.

Etc.

Estas adulteraciones son detectables por el análisis IR y/o Cromatog. de gases.

6) **ENVASE:** Una vez obtenido el Aceite esencial, Sieves (1952), (2); recomienda que éste sea protegido del medio ambiente conteniéndolo en envases como por ejemplo:

- De acero inoxidable.

Aluminio.

Vidrio de color ámbar.

- Acero galvanizado y estaño.

En todos estos casos, deberán ser llenados completamente (para evitar oxígeno) y cerrados herméticamente.

- 7) **ALMACEN:** La esencia deberá ser almacenada en cámaras donde la temperatura máx. sea de 5 °C.

5.11 USOS

Las diversas propiedades del aceite esencial de Muña y otros Aceites Esenciales pueden ser aprovechados en la industria, algunas de las cuales pueden ser:

- a) En la industria de alimentos: Como fijadores de aroma (Aromatizantes).
- b) En la industria Farmacéutica: Son empleados como insumos para la preparación de medicamentos, antisépticos, antienzimáticos, antiinflamatorios y en muchos casos como bactericida.
- c) En la industria de Perfumes: Usados como fijadores de perfumes, en lociones, desodorantes, jabones, etc.

Con el desarrollo de la técnica alimentaria se vienen explotando nuevas sustancias para su uso en la industria de alimentos como preservantes naturales no tóxicos. Es en este campo donde el aceite esencial de Muña manifiesta una definida actitud antimicrobiana.

Por otro lado, Marizzella y Colb (1958); estudiaron el efecto de numerosos Aceites Esenciales frente a microorganismos patógenos y no patógenos y sugirieron que estas esencias podrían ser incorporados con el tiempo a artículos de tocador y también en medicamentos.

5.12 CARACTERIZACION DEL ACEITE ESENCIAL DE "MUSA".

Las pruebas de caracterización fueron realizadas por el Químico Gibaja Oviedo, de la UNMSM,(15), como tema de tesis. A continuación resumimos los principales ensayos químicos realizados por éste profesional:

I. REACCIONES GENERALES DEL ACEITE ESENCIAL

Grupos funcionales investigados:

- a. Aldehídos: Negativo (en las primeras fracciones de aceite esencial el Schiff y el Tollens dieron indicios de aldehídos, pero al final del proceso el resultado fue negativo. Esto supone la existencia de aldehídos sumamente volátiles que se pierden durante el proceso).
- b. Cetonas Positivo
- c. Cetonas α -no saturadas Negativo
- d. Alcoholes Positivo

e.	Fenoles	Negativo
f.	Enlace etilénico	Positivo

Reacciones de Coloración del Aceite Esencial de Muña:

Se efectuaron reacciones de coloración que en lo sucesivo pueden servir para identificar el aceite esencial de muña. Para el ensayo se han tomado algunas reacciones generales para las esencias naturales.

1. Con la solución de bromo-cloroformo dilución 1:20
1 gota de esencia más 13 gotas de la solución: produce decoloración inmediata y después de 5 minutos aparece un color violeta estable que se va tornando intenso.
2. Con la solución alcohólica de ácido clorhídrico. 20 gotas de esencia más 1 gota de solución: no hay cambio de color.
3. Con el ácido clorhídrico concentrado. 1 gota de esencia y 0,5 ml. de ácido clorhídrico color amarillo que después de 10 minutos vira al anaranjado.

4. Con el ácido acético glacial. 1 gota de esencia más tres gotas de ácido acético glacial se mezcla y deja en reposo una hora: no hay cambio de color.

5. Con la reacción de Fernández Cabrera, sobre una disolución de cristales de hidrato de cloral en 0,1 ml., de alcohol de 95, agregar 2 gotas de esencia y 1ml. de solución de ácido sulfúrico al 10%, agitar y dejar en baño maría a 60°C por 10 minutos, agregar media gota de ácido nítrico concentrado y la mezcla mantener en el baño otros 15 minutos: durante los 10 primeros minutos se aprecia un color lila y después con el agregado de ácido nítrico toma color amarillo.

6. Con el H_2SO_4 al 10% en solución diluida de ácido sulfúrico:
3 gotas de esencia más 0,4 ml. del reactivo:
no hay reacción de coloración.

7. Con el Yodo:
A unas gotas de aceite esencial se agregó un cristalito de Yodo: se observó una fácil disolución del reactivo dando una coloración oscura.

8. Con el sulfuro de carbono:

Se mezcla partes iguales de aceite esencial y sulfuro de carbono: no se produce enturbiamiento, dando solución clara.

9. Con el sodio metálico:

Se disuelve dando una solución de color rojizo de aspecto viscoso.

Estas reacciones de coloración aunque no específica, pueden presentar en conjunto un medio de identificación química aceptable para el aceite esencial de muña.

II. Fraccionamiento del Aceite Esencial

El aceite esencial de muña, fue sometido a dos tipos de fraccionamiento:

- a.- Por enfriamiento y
- b.- Por destilación fraccionada.

a. **Por enfriamiento:** Cuando hay mezcla de mentol y mentona, el mentol puede ser aislado sometiendo la esencia dentro una mezcla frigorífica de cloruro de sodio y hielo, cristalizando el mentol en forma de cristales aciculares hexagonales. En el ensayo efectuado con aceite esencial de muña, no se

observó formación de cristales, aún después de mantener en el congelador de una refrigeradora por espacio de dos meses.

b. Por Destilación Fraccionada "Micro-destilación":

Los resultados obtenidos por micro-destilación fraccionada y composición por rango de destilación del Aceite Esencial de Muña fueron:

El aceite esencial de muña ensayado está constituido en un 8,54% de una fracción que hierve en el rango de 50-65°C, de 5,69% a 70-85°C, de 7,10% a 135-150°C, de una mayor fracción de 37,72% a 175-185°C, de 9,95% a 200-215°C y finalmente de un 29,75% de una fracción que hierve por sobre 215°C.

Las composiciones encontradas en el aceite esencial de muña ensayado, no pueden considerarse como fijos, debido a que su contenido puede variar con la época de la toma de muestra, lugar geográfico, calidad del suelo y también con el gafo de madurez de la planta.

CUADRO Nº 06
EXTRACCION POR RANGO DE DESTILACION

RANGO DE DESTILACION °C	COLOR	EXTRACCION %
50 - 65	Incoloro	8.54
70 - 85	Incoloro	5.69
135 - 150	Incoloro	7.10
175 - 185	Lig. Amarillento	37.72
200 - 215	Amarillento	9.96
Sobre 215	Amarillo oscuro	29.75

Efecto de la luz ultravioleta sobre el aceite esencial de Muña.- Para la irradiación de luz negra de Wood (ultravioleta), hemos empleado la lámpara HP 125 W. typ. 57202 E/70 Philips, los resultados obtenidos se consignan en el cuadro Nº 07.

CUADRO N° 07
FRACCIONAMIENTO DEL ACEITE ESENCIAL

FRACCION DE DESTILACION	OBSERVACIONES
Aceite esencial total de Muña	amarillo verdoso
Rango de destilación 50-65°C	no fluorescente
Rango de destilación 70-85°C	amarillo verdoso
Rango de destilación 135-150°C	amarillo verdoso
Rango de destilación 175-185°C	amarillo claro
Rango de destilación 200-215°C	amarillo intenso
Rango de destilación > 215°C	verdosa

La fluorescencia verdosa de la fracción residuo sobre los 215°C tiene olor característico al mentol.

III. Desterpenación del Aceite Esencial de MUÑA

Método de Separación Cromatográfica.- Los terpenos que contienen los aceites esenciales con el oxígeno del aire se oxidan dando productos que malogran el aroma de la esencia. Para evitar éste inconveniente se recomienda separar los terpenos, proceso llamado desterpenación. Para la desterpenación del aceite esencial de muña se ha

elegido el método de separación cromatográfica de Kirchner y Miller.

Como agente de absorción se empleó alúmina activa (malla 100) para retener sólo los compuestos oxigenados, usando éter de petróleo como eluyente y el compuesto retenido (adsorbato) fue eluido con acetato de etilo.

Procedimiento.- Una columna cromatográfica de 30 x 0,5 cm. se llena con alúmina hasta una altura de 5 pulgadas, se eluye primero con éter de petróleo, se agregó el aceite esencial, luego se aplicó presión y finalmente se añadió 30-40 ml. de éter de petróleo. El eluato se fue probando con tiras de papel humedecidas con fluoresceína al 0,05 y después expuestos a los vapores de bromo. La prueba positiva para la solución hidrocarburo éter de petróleo es de una mancha de color amarillo, la fracción hidrocarburo - éter de petróleo se fue colectando en el mismo recipiente mientras las pruebas fueron positivas.

Tan pronto como las pruebas del eluato fueron negativas (ausencia de mancha amarilla y formación de un color rojizo, igual al que se desarrolla el papel con fluoresceína (blanco) por exposición a

los vapores de bromo; se cambió de recipiente y el éter de petróleo se reemplazó con 30 ml. de acetato de etilo para eluir los compuestos oxigenados retenidos en la columna. Los eluyentes de ambas fracciones fueron eliminados por succión.

Los resultados dan 10,2 para aceite esencial desterpenado y 89,8% para la fracción terpénica.

Organolépticamente el aceite esencial desterpenado tiene un olor más suave aunque muy semejante a la fracción terpénica como también al mismo aceite total.

Dada la pequeña cantidad de aceite esencial empleado y las cantidades obtenidas por desterpenación, no ha sido posible investigar el porcentaje de los compuestos activos (fenoles, ésteres y terpenos) antes y después de la desterpenación.

IV. Determinación del Espectro de Absorción Ultravioleta del Aceite Esencial de Muña.— El empleo de la medida de la absorción ultravioleta es ampliamente usada para la caracterización de los aceites, también esta medida es de gran utilidad en el campo de los productos naturales.

Cualquier función que tiene un doble o triple enlace en conjugación, da una fuerte absorción en el Ultravioleta. Pueden ser caracterizados en el ultravioleta aldehídos, cetonas, compuestos alifáticos nitrados; los grupos azo, diazo, nitroso, etc.

Teniendo en cuenta la importancia que puede tener el conocimiento de las curvas de absorción y la situación de los máximos en el aceite esencial total, como en las diferentes fracciones de acuerdo al rango de destilación, se procedió a la toma de los espectros respectivos.

Procedimiento.- Para las determinaciones se usó en cada caso una solución al 5×10^{-2} g. % en alcohol etílico redestilado (los alcoholes, hidrocarburos saturados y éteres son transparentes a 200-750 m.u), empleando para la determinación espectral un espectrofotómetro Beckman modelo D.U.

Los máximos de absorción obtenidos se dan en el cuadro N° 08.

Los números entre paréntesis corresponden a los valores mayores dentro los máximos de absorción en el ultravioleta.

INTERPRETACION

- a. La curva obtenida para el aceite total ensayado, presenta un máximo a 280 μ . Este máximo corresponde a la absorción de un probable grupo carbonilo.
- b. Al comparar los espectros, se ve que las absorciones a 247 y 330 μ forman parte de los máximos de su espectro.
- c. Al comparar los espectros, se ve que en el rango de 220 a 240 μ hay similitud que puede indicar que en ambas fracciones hay un componente común y de 240 a 280 μ , no hay semejanza definida.
- d. Los máximos de absorción comprendidos entre 220 y 245 μ , de los espectros son características de los dienos alifáticos conjugados. Probablemente dobles enlaces conjugados correspondientes a terpenos.

CUADRO N° 08

MAXIMOS DE ABSORCION ULTRAVIOLETA DEL ACEITE DE MUNA

MUESTRA	MAXIMOS DE ABSORCION mμ
Aceite esencial total	246, (280), 306 y 330
Rango de 50 - 65° C	219, 239, (247), 255 y 265
Rango de 70 - 85	221, 225, 234 y (255)
Rango de 135 - 150	320
Rango de 175 - 185	321, (330), 332 y 335
Rango de 200 - 215	(338) y 342

V. OBTENCION DEL COMPUESTO CRISTALIZADO 100 ES-1

Muestra: Hojas secas trituradas al 29% de humedad tamizadas a malla 100.

Extracto - Eter sulfúrico:

Extraído: 2.52%

Reacción: Neutra al tornasol

En este extracto se han identificado los siguientes principios: Aceites fijos, Resinas y un compuesto cristalizado 100 ES-1.

- a) **Tratamiento del extracto-eter sulfúrico y la obtención del 100 ES-1.**- El extracto obtenido con éter sulfúrico, despues de eliminar el solvente se trató con agua hirviente, filtrándose en

caliente, la solución obtenida se concentró y dejó en frío (refrigeradora) por una semana. La solución concentrada, en caliente tenía un aspecto transparente que por enfriamiento se fue tornando opalescente hasta dar lugar a la aparición de un precipitado de aspecto cristalino.

El precipitado fue separado por filtración y desecado al vacío hasta peso constante, dando un contenido de 0.080%, en el presente estudio como identificación a este compuesto cristalizado se le ha asignado el número 100 ES-1.

b) Características del Compuesto Cristalizado 100 ES-1:

Contenido en hojas de Muña seca : 0,068%

Es un sólido de aspecto cristalino.

Constantes Físicas:

Punto de Fusión observado · 165°C

Solubilidad:

Soluble en Alcohol etílico, acetona, éter sulfúrico, agua caliente y en solución diluida de NaOH.

Insoluble en Agua fría, ácido clorhídrico concentrado y en solución diluida de bicarbonato de sodio.

Reacción · Acida al tornasol.

Pruebas Preliminares de Clasificación: De acuerdo a su solubilidad, análisis elemental y reacción, muestra la posibilidad de un compuesto de estructura fenólica.

Reacciones:

1. Con el nitrato de cerio y amonio precipitado verde café.
2. Con el Fe Cl_3 Color café claro.
3. Con el $\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Br}_2$ decoloración inmediata con formación de abundante precipitado.
4. Con el permanganato de potasio: hay oxidación.
5. Con el $\text{CCl}_4 \cdot \text{Br}_2$ negativo.

Estas pruebas confirman la presencia de grupo fenólico en el compuesto cristalizado 100 ES-1

Otras características:

- a. Con el ácido sulfúrico concentrado se disuelve dando coloración amarilla.

- b. Con el ácido clorhídrico concentrado insoluble
- c. Con la solución de NaOH : coloración amarilla
- d. Con el licor de Fehling: reducción después de ser tratado con ácido clorhídrico.

c) Derivado Bromado del Compuesto cristalizado 100 ES-1:

Para la preparación de éste derivado, se ha tenido en cuenta la propiedad que el problema tiene de dar un precipitado abundante con el agua de bromo. No se ensayó la preparación de otros derivados, debido a la pequeña cantidad de muestra problema.

Reactivo Bromurante .- A 100 ml de una solución de KBr. al 15% se agregó 10 g de bromo.

Procedimiento.- En 1,0 ml de alcohol etílico de 95 se disolvieron unos miligramos de muestra problema, a la solución se agregó gota a gota el reactivo bromurante hasta persistencia de color rojo, se dejó en reposo y agregó agua hasta formación de precipitado que fue separado de bisulfito de sodio, agua y fue desecado al vacío. Por la pequeña cantidad de derivado no se purificó por recristalización.

Características del Derivado Bromado 100 ES-1:

Aspecto : polvo de color blanco, suave al tacto.

Punto de Fusión: Descompone a 83°C.

VI. OBTENCION DE UN COMPUESTO AMORFO 100 ES-2

El residuo proveniente del tratamiento con agua hirviente(ver el punto V-a), se trató con alcohol etílico de 80% hirviente, filtrándose en caliente, la solución alcohólica se decoloró con carbón activo y después de filtrar fue llevada a seco. El residuo sometido al tratamiento con agua hirviente(la solución acuosa de este tratamiento por evaporación no dio residuo), luego con solución 0.1 N de ácido clorhídrico en caliente(la solución clorhídrica no dejó residuo por evaporación). El residuo de estos tratamientos fue redissuelto en alcohol etílico en caliente, decolorado con carbón activo, filtrado y evaporado, obteniéndose un residuo de aspecto amorfo, color ligeramente amarillento, dando un contenido de 0.15%. Este residuo corresponde a una **resina(100 ES-2)**.

i) CARACTERÍSTICAS DE LA RESINA 100 ES-2

Contenido en hojas de Muña seca : 0,15 %

Es un sólido de aspecto amorfo, color ligeramente amarillento e insípido.

Constantes Físicas:

Punto de Fusión observado : descompone a 148°C.

Comportamiento con el calor: Cuando la muestra de aspecto amorfo se somete a la acción del calor va adquiriendo primero un aspecto pastoso que pasa a líquido el que por enfriamiento se transforma en una masa de color amarillo café, de aspecto translúcido con brillo y frágil.

Solubilidad:

Soluble en: alcohol etílico en caliente, éter sulfúrico y en solución diluida de NaOH.

Insoluble en : agua, alcohol etílico y en solución diluida de bicarbonato sodio.

Reacción: Acida al tornasol.

Pruebas Preliminares de Clasificación: De acuerdo a su solubilidad y análisis elemental se investigó la posibilidad de función fenólica.

Reacciones:

1. Con el nitrato de cerio y amonio precipitado verde café.
2. Con el $H_2O.Br_2$: precipitado.
3. Con el $FeCl_3$: café rojizo
4. Con el permanganato de potasio : oxidación
5. Con la solución de $CCl_4.Br_2$ negativo
6. Con los reactivos carbonílicos : negativo.

Los ensayos efectuados muestran la presencia de grupo fenólico en la estructura de 100 ES-2.

ii) Con los reactivos para Resinas:

a. Reacción de Buchner :

Disolviendo la muestra problema en solución KOH y neutralizando con ácido sulfúrico, se produce enturbiamiento Positivo.

b. Reacción de Marini calentando la muestra problema con vapores que se reciben sobre ácido nítrico toman color violeta rojizo Positivo.

c. Con el acetato de cobre: color verde esmeralda que vira a pardo.

d. Con el Fehling: no hay reducción en frío, pero después de hidrolizar la muestra problema con ácido clorhídrico en solución alcohólica, dos horas, hay reducción del Fehling: Positivo Glucorresina.

iii) Otras Características:

a. Con el ácido sulfúrico concentrado: coloración café.

b. Con la solución de NaOH: se disuelve dando coloración amarilla, ésta solución por agitación forma espuma.

Por los ensayos efectuados, se puede deducir que el compuesto amorfo 100 ES-2 corresponde a una glucoresina.

VII. OBTENCION DEL COMPUESTO CRISTALIZADO 100 A-1

Muestra: Hoja de muña seca al 29% de humedad trituradas y tamizadas a malla 100

a) Extracto-Alcohol etílico:

Extraído: 3.8%

Reacción: ácida al tornasol

En este extracto se han identificado los siguientes principios: Resinas, Saponinas, Taninos y un compuesto cristalizado 100 A-1.

El extracto obtenido con alcohol etílico de 95%, después de eliminar el solvente, fue tratado con alcohol Etílico de 80% hirviendo, la solución filtrada se dejó enfriar dando un ligero precipitado(posibles ceras y resinas), volviéndose a filtrar y finalmente fue llevado a seco. El residuo de la evaporación se trató con agua hirviendo.

b) Obtención del 100 A-1.- El residuo procedente del tratamiento con agua hirviendo, fue redissuelto con alcohol etílico y decolorado con carbón activo. La

solución decolorada se llevó a seco y el residuo fue tratado con solución 0.1 N de ácido clorhídrico hirviente y filtrado en caliente, la solución clorhídrica fue llevada a seco para investigar alcaloides y glucósidos, dando resultado negativo.

El residuo remanente que ha quedado sobre el papel de filtro después del tratamiento ácido, fue redissuelto en alcohol etílico y decolorado con carbón, la solución filtrada se llevó a seco, dando un residuo de aspecto cristalino y de color blanco(100 A-1).

c) **Características del compuesto cristalizado 100 A-1**

Contenido en hojas de Muña seca : 0,23%

Es un sólido de color blanquecino, suave al tacto, inodoro e insípido.

Observando al microscopio se aprecian cristales en forma de agujas ya sean aisladas o agrupadas en forma de plumerillas.

Constantes físicas:

Punto de fusión observado 208 - 209°C

Solubilidad:

Soluble en: alcohol etílico, metílico, piridina y en solución diluida de NaOH.

Insoluble en : éter de petróleo, éter sulfúrico, cloroformo, benceno, tetracloruro de carbono, acetona y en solución diluida de bicarbonato de sodio.

Reacción : ácida al tornasol.

Pruebas Preliminares de Clasificación: Debido a su solubilidad, análisis elemental y reacción, el compuesto 100 A-1 muestra la posibilidad de ser un compuesto de estructura fenólica.

Reacciones:

1. Con el nitrato de cerio y amonio: precipitado verde café.
2. Con el FeCl_3 ; precipitado verde oscuro.
3. Con el $\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Br}_2$: decoloración con formación de precipitado.
4. Con el permanganato de potasio : reducción.
5. Con la solución de $\text{CCl}_4 \cdot \text{Br}_2$ negativo
6. Con los reactivos carbonílicos (fenilhidrazina, hidroxilamina y 2,4 dinitrofenilhidrazina): negativo.

Estas pruebas confirman la presencia de grupo fenólico en la estructura de 100 A -1.

Otras características:

- a. Con el ácido sulfúrico conc. coloración rojo sangre.
- b. Con el ácido clorhídrico conc coloración amarilla
- c. Con la solución de NaOH coloración amarilla.
- d. Con el Licor de Fehling : no hay reducción aún después de ser tratado con solución de ácido clorhídrico.

Con los reactivos para Resinas:

- a. Reacción de Buchner : Disolviendo la muestra problema en solución de KOH y neutralizando con ácido sulfúrico, no hay enturbiamiento : negativo.
- b. Reacción de Marini calentando la muestra problema con CaO, los vapores que se reciben sobre ácido nítrico no toman color violeta : negativo.
- c. Con el acetato de Cobre color verde esmeralda.

Estudios Especiales de 100 A-1: Debido a que el compuesto 100 A-1, tiene propiedades muy especiales, se procedió a efectuar estudios preliminares de útil información acerca de su estructura molecular. Con este fin se han realizado los siguientes estudios: Espectros infrarrojo y ultravioleta, preparación de derivados, nitración y copulación.

Análisis del Infrarrojo: Los compuestos orgánicos que están formados por diferentes combinaciones de grupos atómicos, tales como OH, CH₃-, NH₂, C=O, fenilo, -CO-NH₂, etc. Cada uno de estos grupos tiene una banda de absorción característica en el infrarrojo, así se tiene que cuando una radiación infrarroja de frecuencia ν choca contra moléculas estas vibran con la absorción de energía.

Las bandas de absorción fueron examinadas e interpretadas de acuerdo a la tabla de N.B. Colthup. Las bandas de absorción más características son:

1. Un banda ancha a 3480 cm⁻¹
2. Una serie de bandas a 2900 - 3000 cm⁻¹
3. Una banda fuerte a 1650 cm⁻¹

Interpretación del Espectro infrarrojo:

1. La Banda a 3480 cm^{-1} , sugiere la presencia de un grupo OH
2. La banda a 1650 cm^{-1} sugiere la presencia de un grupo CO que puede corresponder a un aldehído o un éster.

Con estas interpretaciones concluimos que: la absorción al infrarrojo certifica la presencia de grupo fenólico en la estructura de 100A-1, determinada por vía química.

El grupo carbonilo sustituido en posición "orto" con respecto al grupo fenólico, no ha sido comprobado por vía química. Como se verá este grupo de sustitución "orto" debe corresponder a una molécula grande, pues no se ha podido obtener el derivado uretano respectivo, quizá debido a que el grupo de sustitución produce un impedimento estérico.

5.13 ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES QUÍMICOS DEL ACEITE ESENCIAL DE MUÑA Y APLICACIONES BIOLÓGICAS.

5.13.1 Determinaciones químicas y Espectroscópicas

a) Estudio Químico de la *Minthostachys mollis*:

Para el estudio preliminar de las hojas de muña, se ha seguido la técnica de Wattiez y Sternon. Se ha identificado aceites esenciales, aceites fijos, resinas y en la fracción alcohólica, un compuesto de propiedades especiales (100 A-1).

El aceite de muña es un líquido fluido y transparente, ligeramente amarillento, de color aromático semejante al del mentol. Bajo la irradiación de luz ultravioleta este aceite presenta fluorescencias que van según el rango de destilación, del amarillo verdoso al amarillo intenso y al verdoso, esta última fluorescencia de la fracción sobre los 215°C podría identificarse con la que corresponde al mentol.

El compuesto 100 A-1 es un sólido de color blanquecino, suave al tacto, incoloro e insípido, que presenta al microscopio cristales en forma de agujas.

El espectro I.R. muestra un grupo -OH (Fenólico), también hidrocarburos alifáticos y probablemente un grupo -CO-

Es posible que el principio que sirve para conservar la papa, se halle en el aceite esencial, dado su posible contenido de compuestos de estructura terpénica, que estaría de acuerdo con investigaciones efectuadas para usar aceites esenciales que tienen terpenos para desinfectar casas-habitación.

En el caso de la muña, aunque sin llegar a precisar si el principio es de acción repelente o insecticida, se puede suponer que dicho principio se encuentre en el rango de ebullición de 50-85°C debido a que estas fracciones muestran al ultravioleta máximos de absorción comprendidos entre los 220 y 245 milimicrones.

b) Separación de los Constituyentes del Aceite Esencial de la Muña :

El aceite esencial total de *Minthostachys Mollis* fue dividido en 5 partes, y cada una de éstas se sometió a cinco ensayos distintos

que fueron los siguientes: cromatografía en columna para separar hidrocarburos y compuestos oxigenados y las fracciones obtenidas, a su vez fueron separadas en capa delgada; destilación a presión reducida y las fracciones separadas se cromatografiaron en capa delgada, destilación por transpiración con aire, destilación fraccionada, reacciones de oximación para la separación de los aldehídos y cetonas y cromatografía comparativa de todas estas fracciones.

1. Cromatografía en Columna para la Separación de Hidrocarburos y Compuestos Oxigenados.

PROCEDIMIENTO

Se preparó de 40 g. de Alúmina en 100 ml. de hexano la cual se introdujo a la columna cromatográfica. Se dejó en reposo y luego se escurrió el exceso de hexano. A la columna así preparada se añadió con cuidado 3 ml. de aceite esencial de la MUNA (Bent.) Epl., por la parte inferior se dejó escurrir el disolvente, cuando ya no quedó casi nada en la columna, se percolaron 80 ml. de hexano, se recogieron 40 ml. del material eluido por cuatro veces consecutivas. Este proceso es

empleado para separar los componentes menos polares tales como hidrocarburos y posibles compuestos insaturados, de otros constituyentes de mayor polaridad.

Seguidamente, se agregó a la columna 110 ml. de acetato de etilo en porciones de 40 ml. Cuando el eluido presentó olor a acetato de etilo, se empezó a tomar fracciones de 40 ml. cada una. El acetato de etilo por ser un disolvente de naturaleza polar, se emplea en estos casos para eluir las fracciones oxigenadas de los aceites esenciales.

Finalmente, se añadió etanol absoluto y en forma similar se obtuvo una fracción etanólica de las fracciones mas polares del aceite esencial de MUÑA.

De la cromatografía en columna, en total se obtuvo 7 fracciones con las cuales se realizaron, posteriormente, cromatografías en capa delgada y pruebas biológicas.

2. Ensayo Cromatográfico en Capa Delgada de las Fracciones Obtenidas por Cromatografía en Columna:

Solvente Hexano Acetato de etilo 9:1 v/v

Placa Las cromatoplasmas fueron recubiertas con sílica gel G (Merck), de 20 x 20 cm. de área. La placa fue dividida en 9 franjas de 2 cm. c/u. En las franjas del 2 al 8 se colocaron las 7 fracciones obtenidas de la cromatografía en columna.

Muestra : 20 microlitros en cada franja.

Las 7 fracciones se colocaron de izquierda a derecha, correspondiendo las franjas 1,2,3 y 4 a las fracciones eluidas con hexano.

La franja 5 corresponde al eluido con acetato de etilo.

La franja 6 corresponde a una mezcla de acetato de etilo - alcohol de 96° y la 7° franja a una solución de 0,1 ml. de aceite esencial en 50 ml. de hexano.

Recorrido : 8,5 cm.

Revelador: La placa se rocío con una solución acuosa al 0,05% de fluoresceína y luego fue expuesta a vapores de bromo.

Resultado: Después del revelado la fracción 2, presentó una mancha amarilla nítida con un $R_f=1$ el cual presenta fluorescencia con la

luz U.V. (Lámpara de cuarzo).

Los resultados experimentales de las pruebas biológicas realizadas con las fracciones obtenidas mediante la cromatografía en columna se muestran en el punto 5.13.2 .

3. Destilación Fraccionada del Aceite Esencial de *Minthostachys Mollis*

La destilación fraccionada se realiza en un equipo de análisis semimicro, que consta de un matraz pequeño conectado a una columna de fraccionamiento llena de trozos de vidrio, por la parte superior de la columna se encuentra el conducto al refrigerante y el termómetro. El refrigerante desemboca en el matraz receptor sumergido en baño de hielo y NaCl, el codo de unión del refrigerante y el matraz receptor, tiene un conducto que comunica con la bomba de vacío en el que se intercala el manómetro, para la destilación se emplea 5 ml. de aceite esencial.

La destilación empezó a la temperatura de 21°C y a la presión de 18mm. de Hg se recolectó en un solo recipiente hasta la temperatura de 31°C y 3 mm. de Hg. En el lapso de la destilación, se obtuvo 0.5 ml. de destilado el cual se guardó conjuntamente con

el residuo de la destilación, estas fracciones fueron sometidas a ensayos biológicos.

4. Separación de Aldehídos y Cetonas del Aceite de Muña mediante la formación de Oximas

Los aldehídos y las cetonas reaccionan con la hidroxilamina, formando oximas.

PROCEDIMIENTO:

En un Erlenmeyer pequeño se disuelven 1 g. de clorhidrato de hidroxilamina y 1,5 g. de acetato sódico cristalizado en 4 ml. de agua. Se calienta la solución a unos 40°C y a continuación se añade 1ml. del aceite esencial, se tapa el matraz y se agita fuertemente durante 2 min., se deja en reposo durante 24 horas para favorecer la reacción.

El sobrenadante de la reacción viene a ser la fracción de aceite esencial de MUÑA (Bant.) Epl. que no ha reaccionado con la hidroxilamina y la fracción inferior contiene la oxima. De estas dos fracciones desechamos la fracción que contiene la oxima y preservamos la fracción de aceite sin reaccionar, para posteriormente, realizar las

respectivas pruebas biológicas.

Cromatografía en Capa Delgada de las diferentes fracciones obtenidas:

Solvente: Hexano - Acetato de etilo 9:1 v/v

Placa Recubierta con sílica gel G.

La placa se divide en 6 franjas de 2 cm. c/u., las muestras son las siguientes:

1. Aceite esencial de MUÑA (Bent.) Epl. Total.
2. Aceite esencial sin reaccionar con la hidroxilamina.
3. Residuos de la destilación fraccionada.
4. Destilado obtenido en la destilación fraccionada.
5. Destilado obtenido en la transpiración con aire.
6. Residuo obtenido en la transpiración con aire.

Estas muestras se colocaron de izquierda a derecha en la placa.

Muestra 2 microlitros

Recorrido: 13,5 cm.

Revelador: Vapores de bromo y posteriormente, revelador Universal.

Resultado: Las muestras 2, 3 y 4 presentan diferencias ligeras en relación con el aceite esencial total, las muestras 5 y 6 presentan una diferencia más notoria en relación al aceite esencial total.

6. Determinación del Punto de Fusión de Derivados de los Compuestos Carbonílicos contenidos en el Aceite de MUÑA (Bent.) Epl.

Puesto que la determinación del punto de fusión correcto de un compuesto depende del grado de pureza alcanzado, para la separación de los diferentes compuestos carbonílicos, realizamos una cromatografía en capa fina del aceite de MUÑA (Bent.) Epl. la cromatografía en capa fina del aceite, se realizó de la siguiente manera:

Solvente : Hexano : Acetato de Etilo 9:1 v/v

Placa · La cromatoplaque fue recubierta con sílica gel G (Merck), de 20 x 10cm. de área. La placa fue dividida en 4 franjas de 2cm. c/u.

Muestra: En las 4 franjas se agotaron 0.1 ml. de aceite MUÑA (Bent.) Epl.

Recorrido : 15 cm.

Revelador : En este caso el revelador también se comporta como un reactivo que permite obtener las Hidrazonas, de los compuestos carbonílicos separados del aceite esencial total.

El reactivo se prepara agregando a 0,4 g. de 2-4 dinitrofenilhidrazina puro, en un erlenmeyer pequeño, 2 ml. de ácido sulfúrico concentrado y luego, gota a gota agitando 3 ml. de agua hasta solución completa.

Resultado: Después del revelado las 4 fracciones mostraron un desarrollo homogéneo. La finalidad de esta cromatografía es separar los hidrocarburos de los compuestos oxigenados en este caso obtenemos 2 manchas bien diferenciadas. Se procede a separar la sílica del vidrio, obteniéndose por separado cada mancha:

La sílica conteniendo la primera mancha se raspa del vidrio, a partir del tercer al quinto centímetro desde el inicio del recorrido. La segunda mancha se separa desde 5 al 15 cm. de recorrido.

La sílica que contiene las manchas, se guarda en dos frascos por separado.

Posteriormente, se procede a separar la hidrazona de la sílica gel, para lo cual se procede como sigue:

Se procede a la filtración al vacío en un Buchner (en el embudo se coloca un papel filtro adecuado).

Sobre el embudo se adiciona la sílica gel conteniendo a la Hidrazona.

Se procede a diluir la hidrazona en alcohol absoluto caliente, hasta dilución total (lo mismo se hace con las muestras por separado).

A los dos Erlemeyer que contienen las disoluciones de las manchas, se añade un poco más de reactivo para obtener la 2-4 dinitrofenilhidrazona en forma total. Se deja en reposo por 48 horas hasta la cristalización total.

Con los cristales secos obtenidos, se procede a obtener los puntos de fusión. Después de realizar varias lecturas no se obtuvo lecturas constantes de los puntos de fusión, esto debido a impurezas de los cristales.

Los cristales de las dos fracciones se juntan y se procede a purificarlos en una columna cromatográfica.

PROCEDIMIENTO

En una columna cromatográfica de 6 cm. de altura y 1,3 cm. de diámetro, se introdujo una suspensión de alúmina en Hexano, hasta obtener un empacamiento de alúmina que llegó hasta la altura de 4 cm. A la columna así preparada se añadió con cuidado los cristales triturados mezclados con alúmina. Por la parte inferior, se dejó escurrir el disolvente. Cuando ya no quedó casi nada en la columna, se percolaron 5 porciones de los siguientes solventes: 60 ml. de hexano, dos porciones de 50 ml. cada una de solución Hexano-Cloroformo 9:1 y por último, 3 porciones de 50 ml c/u de solución de hexano-cloroformo 8:2, se recogieron del material eluido por cinco veces consecutivas.

Las cinco fracciones se dejaron cristalizar durante 24 horas, seguidamente se procedió a filtrar al vacío, en un Buchner, las tres últimas fracciones.

Las fracciones 3°, 4° y 5° dejaron cristales después de la filtración, los cuales se dejaron secar durante 12 horas en la estufa al vacío.

Seguidamente se procedió a la determinación de los respectivos puntos de fusión de los cristales obtenidos.

Los puntos de fusión obtenidos en la determinación son:

FRACCION	PUNTO DE FUSION	CARACTERISTICAS
5°	121-126 °C	Cristales rojos en forma de racimos.
4°	136-140 °C	Cristales rojos rectangulares.
3°	123-130 °C	Cristales rojos en forma de agujas.

7. Espectro Ultravioleta

El espectro ultravioleta fue determinado con un espectrofotómetro SPEKTROMOM 204 de fabricación Húngara N° 118176 (MoM Budapest).

Para la determinación del espectro ultravioleta del aceite esencial de *Minthostachys Mollis* Epl., se tomó 100 mg. del aceite esencial, el cual fue diluido con 10 ml. de alcohol de 96°. De esta solución se tomó 1ml., la cual fue diluida con 9 ml. de alcohol de 96°. Finalmente, de esta 2°

dilución se tomó 1 ml. que fue diluido en 9 ml. de alcohol de 96°; esta solución que contiene 0.1 mg. de aceite esencial total constituye la muestra en la cual se tomó el espectro empleándose como testigo, en blanco alcohol de 96°.

El espectro de este aceite esencial presenta tres máximos a 203, 250 y 290 μ .

CARACTERISTICAS ESPECTROSCOPICAS

1. Espectrometría en el Ultravioleta:

El espectro U.V. del aceite esencial de la MUNA (Bent.) Epl., presenta 3 máximos de absorción a 204, 250 y 290 μ .

En la información bibliográfica se reportan datos referentes a la Pulegona, indican que su máximo de absorción es muy intenso y se presenta a 250 μ , y la Mentona, poco activo, con máximo a 292 μ .

Estos dos picos corresponden exactamente con los picos obtenidos en el aceite esencial de MUNA (Bent.) Epl.

El pico a 204 μ podría corresponder a un monoterpeno que no presenta conjugación de dobles enlaces, o que no presente

insaturaciones en su estructura, esta absorción se puede deber en parte a transiciones $n \rightarrow \sigma^*$ denominadas absorción final.

2. Espectrometría en el Infrarrojo:

- a) La absorción a 3300 cm^{-1} se puede deber a una mínima cantidad de la forma enólica, en equilibrio con la cetona a causa de la activación de un hidrógeno en posición α del grupo carbonilo no saturado (tautometría). Esta absorción también la presenta el espectro de la Pulegona, han podido acentuar la absorción mínimas cantidades de agua, que no han sido separadas por el deshidratante.
- b) La absorción a 2800 cm^{-1} corresponde a estiramiento C - H
- c) La absorción a 1710 cm^{-1} corresponde a estiramiento C = O (Cetona)
- d) La absorción a 1680 cm^{-1} corresponde a un doble enlace conjugado con el grupo carbonilo.

La comparación del espectro Infrarrojo del aceite esencial de MUÑA (Bent.) Epl. y el

de la Pulegona nos muestran, un ligero desplazamiento de los picos correspondientes al espectro de la Pulegona, respecto al de la "MUÑA", ya que en el espectro del aceite de "MUÑA" se calibró el instrumento en base al pico característico del Poliestireno (1603 cm^{-1})

Los picos 3300 , 2800 , 1710 y 1680 cm^{-1} también lo presenta el espectro de la pulegona, igualmente los picos correspondientes a la huella dactilar son semejantes en los dos espectros. Esto confirmaría el elevado porcentaje de Pulegona en el aceite esencial de MUÑA (Bent.) Epl.

8. Espectro Infrarrojo

El espectro infrarrojo se determinó en un espectrofotómetro de fabricación hungara, SPEKTROMOM 200 Budapest.

En la investigación espectroscópica y enjuiciamiento de mezclas, debe contarse con un creciente número de componentes, a la vez que con una superposición siempre mayor de los espectros simples. Así, pues, se tendrá en cuenta en gran manera el campo de "la huella dactilar" de los espectros, además de la interpretación y clasificación de

frecuencias de grupo. Para ello es necesario establecer un archivo, lo más amplio posible, de buenos registros espectrales de las mezclas más interesantes para, en caso de necesidad, disponer de espectros de comparación. En lo que respecta a los aceites esenciales, se debe tener cuidado en registrar únicamente espectros de las calidades mejores a fin de evitar falsas conclusiones.

5.13.2 Ensayos biológicos para la obtención de la dosis adecuada de un agroquímico natural a partir del aceite esencial de "Muña":

a) Generalidades:

La finalidad de la realización de las pruebas biológicas, es la obtención de una dosis adecuada, que permita la muerte de la mitad de la población de insectos utilizada en las pruebas biológicas (dosis letal media). Conocida esta dosis, se realizaron pruebas biológicas comparativas con las diferentes fracciones obtenidas a partir del aceite esencial de MUÑA (Bent.) Epl.

Estas fracciones fueron obtenidas realizando los siguientes procedimientos:

Destilación a presión reducida

Cromatografía en columna

Cromatografía en capa delgada

Destilación por transpiración con aire.

Destilación fraccionada.

Aceite esencial sin reaccionar con la hidroxilamina.

También se realizó una comparación, para ver el comportamiento del aceite esencial "Muña" con el eugenol.

Después de haber realizado las pruebas biológicas, se puede apreciar que fracciones tienen un efecto más pronunciado con los diferentes insectos utilizados.

Las pruebas realizadas con el *Sitophilus zeamays* y con el gusano de la papa, ha servido para encontrar la dosis requerida para matar a la mitad de la población y así tener un criterio de la cantidad de aceite esencial necesario para poder utilizarlo como insecticida o como repelente.

Para la realización de las pruebas biológicas se utilizaron diferentes

portadores de el aceite esencial, así tenemos que:

En las pruebas 1, 2, 3, 4 y 5 se emplearon pequeños crisoles tapados con una malla de material plástico, para poner las muestras líquidas dentro del frasco.

En las pruebas 6, 7 y 8 se colocaron las muestras sólidas sobre un papel, en la base del frasco.

En las pruebas del 9 al 25, se impregnaron las muestras líquidas en papel filtro el cual se suspende con un hilo, de la tapa esmerilada del frasco.

b) Recolección de Insectos:

Para la recolección de insectos se utilizó una malla de tul, de forma cónica, la parte está unida a una alambre circular, del cual sale el mango. Similarmente se utilizó otra malla del mismo material, como depósito de los insectos capturados.

Para la realización de las pruebas biológicas se utilizaron diferentes insectos, así tenemos:

Las astillus fueron capturados de las plantas de retama, en los alrededores de la Universidad del Cuzco.

Las moscas utilizadas son de campo y fueron capturadas en la campiña de San Sebastián, lo mismo que los saltamontes.

Los gorgojos del maíz y los gusanos de la papa, fueron obtenidos del invernadero y almacén, respectivamente de la Granja K'aira.

c) Metodología de los Ensayos:

Los frascos utilizados en las pruebas biológicas, son de vidrio transparente con una capacidad de 2 litros. El frasco es de boca ancha y posee una tapa esmerilada, que permite un cierre hermético.

PROCEDIMIENTO

La realización de las pruebas biológicas se efectuó de la siguiente forma:

Se introduce 10 insectos, dentro de cada frasco, procurando que los insectos sean del mismo tamaño en todos los frascos.

Se introduce el vehículo con la respectiva muestra del aceite esencial. Se cierra herméticamente con la tapa esmerilada.

Los frascos se sitúan en un ambiente donde no ocurran cambios de temperatura. Se realizan observaciones periódicas para obtener resultados satisfactorios, evitando que muera el 100% de insectos.

d) Pruebas Biológicas:

Prueba N° 1.- El residuo de la destilación a presión reducida tiene un comportamiento mejor, respecto al destilado.

Prueba N° 2.- La fracción N° 2 de la cromatografía en columna, presenta un mayor poder tóxico, esta fracción presenta en la cromatografía de capa delgada una banda amarilla intensa a un $R_f=1$. Esta mancha corresponde a un hidrocarburo que presenta insaturaciones en su estructura.

Pruebas N° 3, 4.- Las fracciones de la cromatografía en columna percolados con acetato de etilo, (donde se encuentran los compuestos oxigenados) nos muestra un

resultado enmascarado por la toxicidad del acetato de etilo.

Pruebas N° 5, 6.- Para esta prueba se utilizaron 0,5 mg. de Eugenol por litro y 0,5 mg por litro de aceite esencial de "Muña", obteniéndose el mismo comportamiento tóxico en los dos aceites.

Pruebas N° 7, 8.- Los Astillus se entierran en el Hay Flow Super Shell (que contiene aceite de "Muña") ocasionando su muerte, osea se enmascara el efecto del aceite esencial de "Muña".

Pruebas N° 9,10,11.- Para la formulación de estas pruebas se utilizaron agua destilada, emulsificante (Fosfolípido extraído del "Tarwi" y aceite esencial.

La muestra N° 5.- nos dio un mejor comportamiento utilizando 12.5 mg/l.

Pruebas N° 12, 13 y 14.- Se obtuvo una dosis de 0.5 mg. por litro de capacidad del frasco, para matar a la mitad de la población de moscas.

Prueba N°15.- La que mejor resultado mostró fue la solución que contiene 0,38 mg/l (Vol. de frasco) del residuo de la destilación fraccionada, lo mismo que el aceite de "Muña" total.

Prueba N°16.- Las soluciones preparadas con 0.25 mg/l (Vol. frasco) de Residuo de la destilación fraccionada, Residuo de la destilación por transpiración con aire y el aceite de "Muña" total, dieron mejor resultado.

Prueba N°17.- Las soluciones preparadas con 0.5 mg/l. (Vol. frasco) de Residuo de la destilación fraccionada y aceite de "Muña" total, mostraron mejor comportamiento.

Pruebas N° 18, 19, 20 y 21.- Estas pruebas han servido para obtener la dosis requerida para matar a la mitad de la población de saltamontes, siendo ésta dosis de 4mg/l. (Vol. frasco) aproximadamente.

Pruebas N° 22 y 23.- Nos permitió calcular que la dosis requerida para matar a la mitad de la población de gorgojo del maíz, fue de

0,75 mg/l. (Vol. frasco).

Pruebas N° 24 y 25.- De la misma forma que para la prueba anterior, me permitió encontrar la dosis requerida para matar a la mitad de la población de gusanos de la papa, siendo esta dosis de 6 mg. por l, de capacidad del frasco.

5.14 Estudio y Aplicaciones Experimentales del Aceite Esencial de la Muña.

En esta parte del capítulo veremos los resúmenes de algunas tesis referidas al aceite esencial de la Muña y su respectiva aplicación en el campo del ago, ya sea como, Inhibidor de brotamiento, conservador, Antimicrobiano y Fungicida.

a) "Fraccionamiento del aceite esencial de la Muña y su aplicación en la inhibición del brotamiento de la papa Mariva".(3)

Utilizando la planta *Minthostachys Mollis* (Muña), se obtuvo un aceite esencial por arrastre de vapor de agua, rendimiento de 1.6% con las siguientes características: soluble en etanol al 70% (1 volumen de esencia por 4,5 vol. de alcohol), presenta un I.E. = 16,8%, 26,27% de mentol total (Mt), 34,70% Mentona (N) y un IA = 1,122%.

El fraccionamiento del aceite esencial por grupos funcionales en distribución por contra-corriente, dio lugar a tres tipos de fracciones. (A) De carácter Acido, (B) Fracción Carbonílica y (C) fracción terpénica. Esta última fue sometida a una destilación fraccionada a presión normal obteniéndose las sub-fracciones: C1 (90-120°C), C2 (140-165°C), C3 (195-220°C), C4 (230-235°C) C5 (240-250°C) y C6 (Mayor de 250°C).

Para determinar la actividad fisiológica del A.E. y sus fracciones, se realizó pruebas de inhibición del brotamiento de papa en el cultivar Mariva; con el Inhibidor de brotamiento "NOBROTAN" (Prod. comercial con 1,5% de Fósforo, con ingrediente activo IPC (isopropil - N - fenil carbamato) al 1,5% y un 98,5% de materia inerte). Esta muestra fue proporcionada por la BAYER.

NOBROTAN: Producto comercial para conservación de papas. Materia activa IPC 1,5% polvo seco que se emplea 1,5 Kg. por tonelada de papa. Efectivo en zonas de bajas temperaturas (15°C) y alturas de 2,500 a

3,500 m.s.n.m. Se aplica espolvoreando sobre capas de tubérculos teniendo efecto por más de 6 meses. De cada fracción y del aceite esencial y de las sub-fracciones se tomaron 2,5 ml. los cuales fueron colocados en un tubo de prueba de 5 ml. con tapa. Luego se añadió 0,5 ml. de alcohol etílico al 95% para facilitar su disolución.

Los tratamientos fueron desde el aceite esencial y sus fracciones hasta los testigos. Las dosis empleadas fueron 1%, 0,1% y 0,01% haciendo emulsiones frías en agua. La inmersión de los tubérculos fue de 30 segundos. Las evaluaciones se realizaron a los 55 y 90 días, tomándose como parámetros % de tubérculos brotados, pérdida de peso de los tubérculos, peso fresco del brote y su peso en materia seca.

La temperaturas de trabajo fueron máximas de 26 a 29°C y mínimas de 19 a 21°C, humedad relativa máxima (79-84%) y mínima (55-59%).

Los mejores resultados estadísticos fueron obtenidos para los siguientes fracciones signadas como: C2, C, A.E Tp y B.

Los mejores efectos retardadores del brotamiento se consiguieron con la dosis de 1,00%.

b) "Conservación de papas Tomasa Condemayta y Mariva mediante Radiaciones Gamma, Aceite Esencial de *Minthostachys Mollis* (Muña), Nobrotan y Fusarex".(4)

El autor de esta investigación, ha tenido por objetivo analizar la influencia de diferentes tratamientos existentes para el almacenamiento de papa, sin utilizar condiciones de refrigeración. Esto debido a que se vienen estudiando la posibilidad de producción de papa en la selva y ceja de selva.

Se comparó las bondades de los inhibidores químicos Nobrotan y Fusarex, aceite esencial de *Minthostachys Mollis* (Muña) y la radiación gamma en el almacenamiento de papa de los cultivares cuyo período de dormancia son distintos: Tomasa Condemayta y Mariva, para luego determinar la temperatura, tratamiento más efectivo y variedad.

El aceite esencial de Muña, se obtuvo por destilación por arrastre del vapor, y se aplicó a las papas en forma líquida en concentraciones de 0.1 y 1%. Los inhibidores químicos empleados fueron el Isopropil N-Clorofenil Carbamato (CIPC o Nobrotan) con una dosis de 1,5 g por kilo de papa. Ambos se aplicaron en forma de polvo. Entre las dosis de radiación gamma, se utilizaron 5, 10 y 15 Krad, de una fuente de Ce^{137} del irradiador gamacell 220. Se almacenaron todas las papas tratadas en cámara de temperatura controlada, cuyos promedios de temperatura fueron: 25,5°C, 27°C (temperatura que correspondió a la temperatura ambiente de los meses en que se realizó la investigación) y 31,5°C. Las papas estaban protegidas por bolsas de Polietileno previamente perforadas. Se utilizaron cámaras diferentes para diferentes tratamientos.

Los controles que se utilizaron fueron realizados al mes de cosecha para las dos variedades, las tres temperaturas y todos los tratamientos con su control, se realizaron controles de brotamiento, control de humedad de papas, control de peso de papas, azúcares

reductores, azúcares y almidones, procedimiento que requiere el uso del espectrofotómetro.

Después de realizados los análisis, y establecer gráficamente los resultados, se concluyó que la temperatura óptima entre 25,5°C, 27°C. y 31,5°C para el almacenamiento en zonas cálidas. El mejor tratamiento ha sido el almacenamiento de papas tomasas Condemayta y Mariva fue la de 25°C, y la más desventajosa fue la de 31,5°C, especialmente para el cultivar de Mariva, el cual no es recomendable su almacenamiento en zonas cálidas. El mejor tratamiento ha sido el almacenamiento de papas por medio de radiaciones gamma, especialmente la dosis de 5 Kr, para la variedad tomasa condemayta y 10Kr, para la variedad Mariva. El siguiente tratamiento que dió mejores resultados fué el aceite esencial de Muña al 1%, luego el de 0.1%, lo que quiere decir que la concentración tiene efecto sobre la conservación de la papa, en tercer lugar está el control, seguidos por los tratamientos de inhibidores químicos, resultando el Fusarex, mal inhibidor químico bajo las condiciones descritas.

Podemos concluir, que para temperaturas de 25,5°C, 27°C, y 31°C, el único tratamiento que puede dar buenos resultados de conservación es por medio de la radiación gamma, se puede concluir que es el óptimo técnicamente. tal vez con un riguroso control de humedad relativa se podría utilizar el aceite esencial de Muña en las concentraciones empleadas.

c) "Actividad Antimicrobiana del Aceite Esencial de *Minthostachys Mollis* (Muña), frente a Bacterias enteropatógenas".(9)

El autor investiga evaluando la actividad antimicrobiana del aceite esencial de la *Minthostachys Mollis*, usando microorganismos enteropatógenos como: *Salmonella Typhi*, *E. Coli* y *Shigella dysenterae*.

Se usaron los métodos: Incorporación en placas de Agar y copos de algodón; para evaluar cualitativamente el efecto del aceite y los de excavación en placas de Agar, de discos y lo anteriormente mencionados para evaluar la concentración óptima inhibitoria y la sensibilidad de los microorganismos.

Los resultados obtenidos en la evaluación cualitativa fueron altamente significativos, demostrándose así, el gran poder antimicrobiano, del aceite esencial de (Muña) ante los tres microorganismos en prueba.

La concentración óptima inhibitoria. de aceite encontrada fue: para Shigella dysenterae de 0,100 ml por el método de incorporación, 0,012 ml por disco de papel y excavación de Agar y 0,150ml por copos de algodón; para la Salmonella Typhi de 0,150 por el método de incorporación y copos de algodón y 0,012 ml por excavación en placas y disco de papel (igual para la Shiguella dysenterae). Para E. Coli, la concentración óptima inhibitoria encontrada es semejante que para la Salmonella Thypi.

La Shiguella dysenterae mostró mayor sensibilidad y la Salmonella Typhi y E. Coli, menor sensibilidad al método de incorporación fue el de mayor presión.

Prueba del efecto Antimicrobiano:

Los resultados obtenidos de esta prueba son los métodos utilizados con la concentración de aceite de 0,2, 0,4 y 0,8 ml, demuestran marcado efecto antimicrobiano.

CUADRO Nº 09

Interpretación cualitativa del efecto Antimicrobiano del aceite esencial de la Muña.

Microorganismos	Métodos de incorporación			Método por copos de algodón		
	Concentración de aceite					
	0,2	0,4	0,8	0,2	0,4	0,8
Shiguella dysenterae	+	+	+	+	+	+
Salmonella Typhi	+	+	+	+	+	+
Echerichia Coli	+	+	+	-	-	±

Prueba de comparación de discos de aceite esencial de Muña con discos de Antibióticos:

Para Shiguella dysenterae, el Cloranfenicol (30 mg) dio una zona inhibitoria de 38 mm y el aceite de Muña (0,012 ml) 37 mm; siendo este valor muy cercano a lo obtenido por el antibiótico.

El mismo antibiótico para Salmonella Typhi dio 33 mm de diámetro de inhibición y el de A.E, 25.4 mm, donde se nota una marcada diferencia entre ambos agentes. El efecto producido por el A.E. es positivo dado a la baja concentración de aceite usado (0,012 ml).

CUADRO Nº 10

Prueba comparativa del efecto Antimicrobiano de antibióticos y aceite esencial de "Muña" en el método de discos (mm de diámetro de inhibición).

Agente Antimicrobiano	Shiguella dysenterae	Salmonella Typhi	E. Coli
Cloranfenicol (30 ug)	38	33	26
Gentamicina (10 ug)	--	--	11,4
Kanamicina (30 ug)	--	--	17
Aceite esencial de Muña (0,012 ml)	37,5	25,4	23,9

* El efecto bactericida se demostró después de 6 días de incubación habiéndose mantenido el caldo nutritivo totalmente transparentes.

d) "Estudio del Aceite Esencial de la Muña en almacenaje de papa como inhibidor de brotamiento y Microorganismo". (24)

El presente estudio es una evaluación del comportamiento de la Muña (*Minthostachys Mollis*), como inhibidor de brotamiento, y de sus efectos en las características físicas y químicas del tubérculo de Papa, así como de su acción sobre el crecimiento de Microorganismos.

El estudio del efecto antibrotante en los tubérculos de papa se realizó en tres temperaturas de almacenaje: 35°, 26° y 6,5°C, por períodos de 120 días para las temperaturas de 35° y 26°C y por 9 meses para la temperatura de 6,5°C.

Los tratamientos de muña empleados fueron: Hoja de muña, embriones (0,01, 0,1 y 0,5%) y extracto de aceite esencial (volátiles). Los cuales se compararon con el Nobrotan (1,5 g/Kg. papa) (inhibidor químico de uso comercial que tiene como materia activa el isopropil N-fenil carbonato-I.P.C) y el testigo.

Los controles físicos y químicos efectuadas durante el período de almacenaje fueron los siguientes: condiciones ambientales (T° y H.R.), pérdida de peso,

humedad, brotamiento (longitud y peso de brotes), sólidos solubles, azúcares, reductores, azúcares no reductores, azúcares totales, ácido ascórbico y el almidón. El mejor efecto antibrotante se logró con el tratamiento de extracto de aceite esencial de muña (volátiles), cuyos cambios físico-químicos fueron mínimos en comparación a los demás tratamientos.

En muchos casos el comportamiento de la emulsión de muña al 0,5% fue similar al de la hoja de la muña y al NOBROTAN; por otra parte no hubieron diferencias importantes, en los controles físico-químicos realizados entre las emulsiones de muña al 0,01 y 0,1% con el testigo.

En relación al efecto antimicrobiano se practicaron diferentes técnicas de cultivo con las especies de hongos (*Fusarium solari* y *phytophthora infestans*) y bacterias (*pseudomona solanaceaum* y *erwinia carotovora*) demostrándose que el aceite esencial, ejerce un efecto inhibitorio sobre el desarrollo de estas especies patógenas, que atacan en ambos casos a la planta de la papa.

e) **"Conservación de la Yuca, con Aceite Esencial de Muña (Minthostachys Mollis) y con un germicida químico "Bacoxin".(13)**

Frente al problema del alto porcentaje de perecibilidad de la yuca ocasionado por los deterioros fisiológicos y microbiano, el presente trabajo se avocó a encontrar un método de almacenamiento sencillo y eficaz.

Teniendo como base los resultados de investigaciones que demuestra el poder antimicótico del Aceite Esencial de Muña, se procedió a investigar este aceite esencial en diferentes tratamientos, comparándole con el germicida químico Bacoxin, que es un compuesto que ha probado en la práctica sus características antimicóticas. Se utilizó además bolsas de polietileno por las condiciones favorables que ofrece para la "curación" de heridas.

El tratamiento que obtuvo el menor porcentaje de deterioro a través de 21 días fue la empacada a una concentración de: 0,5% de aceite esencial de Muña.

Los resultados de este Tratamiento fueron:

Deterioro fisiológico: 4%, Crecimiento microbial: 8% y Deterioro microbiológico: 4,68%. Además presentó características similares al producto fresco en la evaluación sensorial.

En los análisis físico-químicos fueron mayores las pérdidas registradas en la muestra testigo que en la muestra del mejor tratamiento hallado en los aspectos de Humedad, proteína y contenido de azúcares y almidón.

f) "Efecto del Aceite Esencial de Muña en Almacenamiento de naranja variedad Valencia".(30)

En el presente estudio se evaluó el efecto del aceite esencial de muña *Minthostachys Mollis* sobre las características físicas, químicas, sensoriales y microbiológicas de la naranja, de la variedad "Valencia" durante el almacenamiento.

En cada uno de los anaqueles acondicionados se almacenó un cajón de

naranja variedad Valencia por cada tratamiento, bajo las condiciones del medio ambiente (14,4 a 17,1°C: y 80 a 96% de humedad relativa).

El aceite esencial de muña se aplicó sobre la naranja bajo la forma de emulsión y polvo a las concentraciones de 0,3, 0,5 y 0,7%. La concentración de 0,7%, tanto en emulsión como en polvo, dieron mejores resultados, en comparación con un fungicida comercial (Benlate) y el testigo (sin tratamiento).

Después de 32 días de almacenamiento se observó que se produjeron menores pérdidas ocasionadas por los mohos en la naranja tratada con aceite esencial de muña bajo la forma de emulsión al 0,7%, las que fueron de 22,95%: mientras que con aceite esencial en polvo al 0,7%, la pérdida fue de 24,59%; con Benlate, 29,03% y el testigo, 48,27%.

El contenido de vitamina C, es decreciente a medida que transcurre el tiempo de almacenaje, en tanto que el contenido de jugo va en aumento debido a la maduración;

los sólidos solubles se incrementan, el pH aumenta y la acidez total disminuye.

El género de moho predominante en el deterioro de la naranja en todos los tratamientos fue el *Penicillium*.

El período de vida máximo del fruto, bajo las condiciones ambientales (14.4 17.1°C; 80-96% HR), en base a las características sensoriales de apariencia general interna, textura, sabor y olor, fue de 32 días en la naranja sin tratamiento, mientras que con Benlate fue de 34 días, con aceite esencial en polvo al 0.7%, 37 días y con aceite esencial en emulsión al 0.7%, 42 días.

VI. DESARROLLO EXPERIMENTAL EN PLANTA PILOTO

6.1 ASPECTO TEÓRICO

En la extracción del aceite esencial de "MUÑA" por arrastre de vapor son varios los factores que influyen en el rendimiento del producto. Siendo los principales:

- 1) La carga de la Materia Prima.
- 2) La presión y temperatura del vapor.
- 3) El flujo y temperatura del vapor alimentado al hidrodestilador.
- 4) Tiempo de extracción

Determinación de los factores:

- 1) Carga de la Materia Prima
(Ver cuadro Nº 11).

CUADRO N^o 11

PRUEBAS CON DIFERENTES CARGAS DE MATERIA PRIMA

MUÑA		PRODUCTO : ACEITE ESENCIAL									
		V/R									
		1		2		3		4		5	
		V	R	V	R	V	R	V	R	V	R
HO.	S	23.00	2.30	23.00	2.31	24.5	2.27	23.00	2.31	24.5	2.27
	H	16.5	1.53	15.50	1.43	16.00	1.48	15.50	1.43	15.00	1.38
HO+T	S	9.00	0.83	8.50	0.78	9.50	0.88	8.00	0.74	8.500	0.78
	H	3.00	0.27	2.50	0.23	3.50	0.32	3.00	0.27	2.500	0.23
T	S	1.00	0.093	0.80	0.074	0.80	0.074	1.00	0.093	0.90	0.083
	H	0.10	0.009	0.20	0.018	0.10	0.009	0.15	0.013	0.25	0.02

(Ver gráfica N^o 01).

V = Volumen del aceite extraído (ml.).

R = Rendimiento en peso (%).

HO = Hoja; T = Tallo; S = Seca; H = Húmeda.

Hojas y tallos secos trit.: 29% humedad

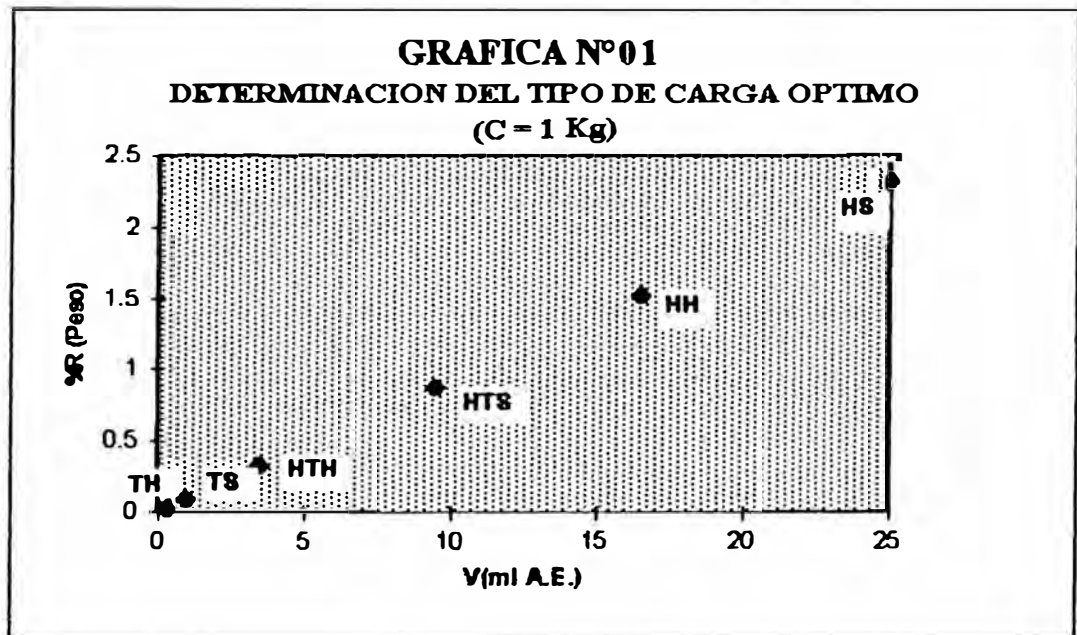
Hojas y tallos húmedos trit.: 56% humedad

Densidad Ac. Es.(d) = 0.9256 g/cm³

Carga:Hoja = 1 Kg

Carga:Hoja más tallo = 1 Kg

Carga:Tallo = 1 Kg



TIPO DE CARGA DE MUÑA (Kg)	VOL V(ml A.E.)	RENDIMIENTO % R (Peso)
Hojas secas (HS)	25.0	2.31 (Optimo)
Hojas húmedas (HH)	16.5	1.53
Hojas y Tallos secos (HTS)	9.5	0.88
Hojas y Tallos húmedos (HTH)	3.5	0.32
Tallos secos (TS)	1.0	0.093
Tallos húmedos (TH)	0.3	0.023

Tamaño de hojas y tallos trit.= 1 a 1.5 cm

$$\text{Rendimiento} = \frac{d \times V}{\text{carga}} \times 100$$

En base al rendimiento óptimo (25ml/2.31) decidimos trabajar con hojas de muña seca.

- 2) La Presión a la cual se trabajó fue de 21.7 psi y la temperatura del vapor saturado fue de 127°C.
- 3) El flujo del vapor alimentado al hidrodestilador fue de 2.4243 Kg/h a una temperatura de 127°C.
- 4) El tiempo total de extracción fue de 60 min.

6.2 EQUIPO UTILIZADO

El equipo utilizado para las corridas experimentales fueron:

Calderín, Hidrodestilador, Condensador, Colector del Condensado y Materiales de Vidrio de Medición.

6.2.1. Descripción de los Equipos

CALDERIN:

- Generador de Vapor.

Capacidad aprox. 10 l.

Operación eléctrica en base a 6 resistencias de 1000 watts c/u.

HIDRODESTILADOR:

Tanque cilíndrico.

Diámetro D - 0.33 m

Altura H - 0.48 m

Tapa superior asegurada con 8 pernos.

Se ubica la carga sobre una rejilla a través de la cual atraviesa el vapor.

CONDENSADOR:

Equipo instalado en forma vertical.

Altura H = 1 m

Diámetro de la carcaza Dc = 0.12 m

12 tubos de 0.0254 m de diámetro instalados en la carcaza.

Fluido refrigerante : agua potable que fluye por la coraza.

COLECTOR DE CONDENSADO:

Se trabajó con una perade 500 ml. de capacidad decantando el agua cada 10 min., para la separación del aceite esencial de "MUÑA" finalmente se midió el volumen del aceite esencial con una bureta de 50 ml.

MATERIALES DE VIDRIO DE MEDICION

Bureta (50 ml.), Probeta (100 ml.), Vasos de Precipitado (500 ml., 1000 ml.), Pera de decantación (500 ml.).

6.2.2 Operaciones Unitarias

6.2.2.1 Secado Previo

Se realizó el secado de las hojas durante 72 horas a una temperatura promedio de 20°C.

Se expone la planta a un secado natural (lento) que es más conveniente que el artificial (22); favoreciendo la destilación y mejorando el rendimiento y calidad del aceite esencial que son más estables que los obtenidos de plantas frescas, debido a que en éstas se incrementa el peso específico, disminuye la solubilidad en alcohol y se vuelven resinosas. Al ser secadas las hojas, las resinas se van a oxidar y polimerizar, siendo muy difícil de extraer.

6.2.2.2 Destilación

Se colocó en el Hidrodestilador 1,400 g. de hojas secas de "MUÑA" y por efecto del vapor saturado proveniente del calderín, se extrae el aceite esencial de las hojas. El

tiempo óptimo de destilación fue de 50 min. y la temperatura del vapor sat. fue 127°C.

6.2.2.3 Condensación

El Condensador recibe en el tope los vapores de agua y aceite esencial a la temperatura de 98°C y sale el condensado a la temperatura de 25°C. Por otro lado la temperatura de entrada del agua de enfriamiento fue de 21°C y la temperatura de salida fue de 38°C.

6.2.2.4 Separación

La separación del aceite esencial y del agua se realizó en una pera de decantación en base a la diferencia de densidades de ambos productos y por la diferencia del color amarillo claro del aceite esencial.

6.3 EFECTO DEL VAPOR SOBRE EL MATERIAL VEGETAL

Los aceites esenciales son muy sensibles a las altas temperaturas (vapor sobrecalentado), ya que comienza la descomposición de algunos de sus constituyentes activos. La extracción con vapor sobrecalentado a alta presión, hace que empuje el material vegetal hacia el condensador impidiendo la difusión normal del vapor de aceite, causando un bajo rendimiento de aceite esencial, por esta

razón se recomienda utilizar una canastilla cerrada para que evite este incidente. Además se recomienda que la extracción debe realizarse con vapor saturado.(28)

CUADRO Nº 12
PRESION VS RENDIMIENTO

Presión (PSI)	14.7	17.2	19.7	21.7	23.7
Rend. (%)	1.65	1.85	2.10	2.31	1.95

(Ver gráfica Nº 02).

- Carga de Materia Prima : 1,000 g. Hojas secas trituradas.
- Volumen de aceite esencial: 25 ml.

6.4 EFECTO DEL TAMAÑO DE LA HOJA

Las hojas de la muña fueron divididas en tres formas, para que sean llevadas al destilador y pudiéramos decidir, cual de ellas nos ofrece mayor rendimiento. Estas tres formas fueron:

- a) Hoja entera cuya dimensión variaba de 2cm. a 5 cm.
- b) Hoja triturada cuya dimensión variaba de 1cm. a 1.5 cm.
- c) Hoja molida cuya dimensión era menor de 0.5 cm.

Estas pruebas sobre el efecto del tamaño de la hoja sobre el rendimiento se realizaron bajo la condición de presión óptima (21.7 psi) y la carga de 1 Kg de Hoja de "Muña" durante 60 min.

Tamaño de Hoja	Rendimiento (%)
Entero	1.95
Triturado	2.31
Fino	0.90

CUADRO No 13

Tiempo(min) vs Producto (ml)

Tiempo (min)	10	20	30	40	45	50	55	60	70
V_1 (ml)	11.00	18.00	27.50	32.50	33.50	35.00	35.00	35.00	35.00
V_2 (ml)	4.50	11.00	20.50	29.50	29.50	29.50	29.50	29.50	29.50
V_3 (ml)	6.40	10.60	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61

(Ver gráfica N°07)

V_1 = Aceite esencial extraído de hojas trituradas.

R_1 = 2.31 para $t_{\text{óptimo}} = 50$ min.

V_2 = Aceite esencial extraído de hojas enteras.

R_2 = 1.95 para $t_{\text{óptimo}} = 40$ min.

V_3 = Aceite esencial extraído de hojas molidas.

R_3 = 0.90 para $t_{\text{óptimo}} = 30$ min.

Como resultado de estas destilaciones por arrastre de vapor se obtuvo que el de mayor rendimiento fue con la hoja triturada y el de más bajo rendimiento fue con la hoja molida, esto debido a que al momento de ser molidas las hojas, el aceite esencial se desvanece parcialmente, causando dos efectos negativos importantes:

- 1) El volumen de aceite esencial se va a reducir notablemente.
- 2) La composición del aceite esencial cambia, afectando principalmente su olor, debido a la evaporación de los componentes activos más volátiles.(32)

6.5 RESULTADOS EXPERIMENTALES DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL PRODUCTO.

A continuación mostramos los resultados obtenidos al extraer el Aceite esencial de la "MUÑA", variando los diferentes factores que inciden en la obtención del producto.

- 1) Extracción utilizando diferentes cantidades de carga:

CUADRO N° 14

CARGA (Kg.) Vs. PRODUCTO (ml.)

CARGA	1.000	1.200	1.300	1.400	1.500	1.600
PRODUCTO (I)	25	27.50	31.50	35.00	32.70	30.90
PRODUCTO (II)	25.50	27.00	31.40	35.20	31.90	30.50
PRODUCTO (III)	24.80	27.70	31.60	35.10	32.50	30.70

(Ver gráfica N° 03).

Carga : Hojas Trituradas

Carga Optima : 1.400 Kg

Presión Optima : 21.7 psi.

Producto : 35 ml.

T° vapor : 127°C

Flujo másico de vapor: 2.4240 Kg/h

2) Extracción variando los tiempos de destilación:

CUADRO N° 15

TIEMPO (min.) Vs. PRODUCTO (ml.)

TIEMPO	10	20	30	40	45	50	55	60	70
PRODUCTO	11	18	27.50	32.50	33.50	35	35	35	35

(Ver gráfica N° 04).

Carga : 1.400 Kg. de Hojas Trituradas.
 Tiempo Óptimo : 50 min.
 Presión Óptima : 21.7 psi.
 Producto : 35 ml.
 T° vapor : 127°C.

3) Extracción variando la humedad de las hojas

CUADRO N° 16

HUMEDAD (%) Vs. PRODUCTO (ml.)

HUMEDAD	56	40	30	29	28	25	22	21	19
PRODUCTO	16	25.50	33	35	33.50	32	29	28.50	25

(Ver gráfica Nº 05).

Carga : 1.400 Kg. de Hojas Trituradas
 Humedad Óptima : 29%
 Presión Óptima : 21.7 psi.
 Producto : 35 ml.

4) Extracción variando el Flujo de vapor:

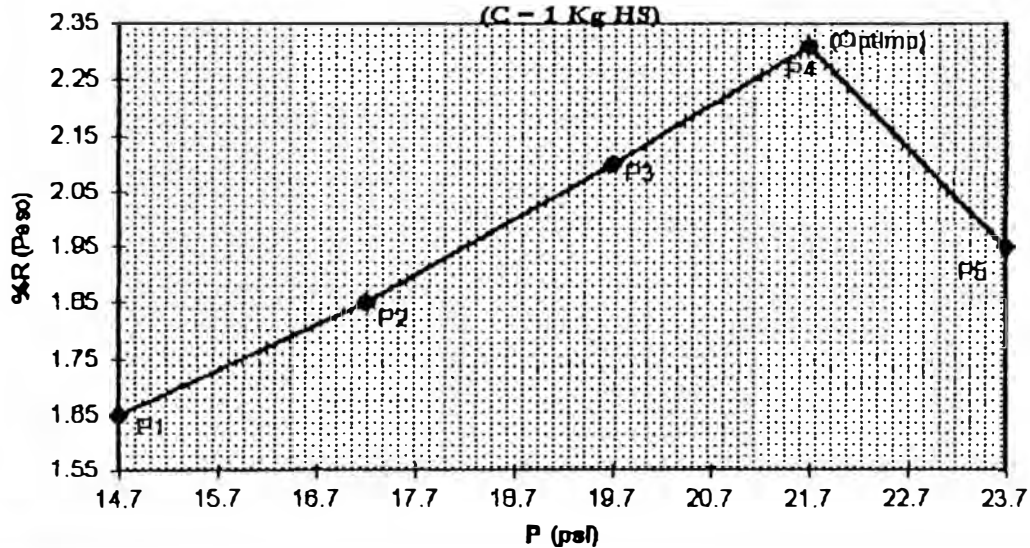
CUADRO N° 17

FLUJO DE VAPOR VS. PRODUCTO

FLUJO VAPOR (Kg/h)	2.38	2.80	3.22	3.3935	3.43	3.50
PRODUCTO (ml)	20	29	33	35	35	35

(Ver gráfica Nº 06)

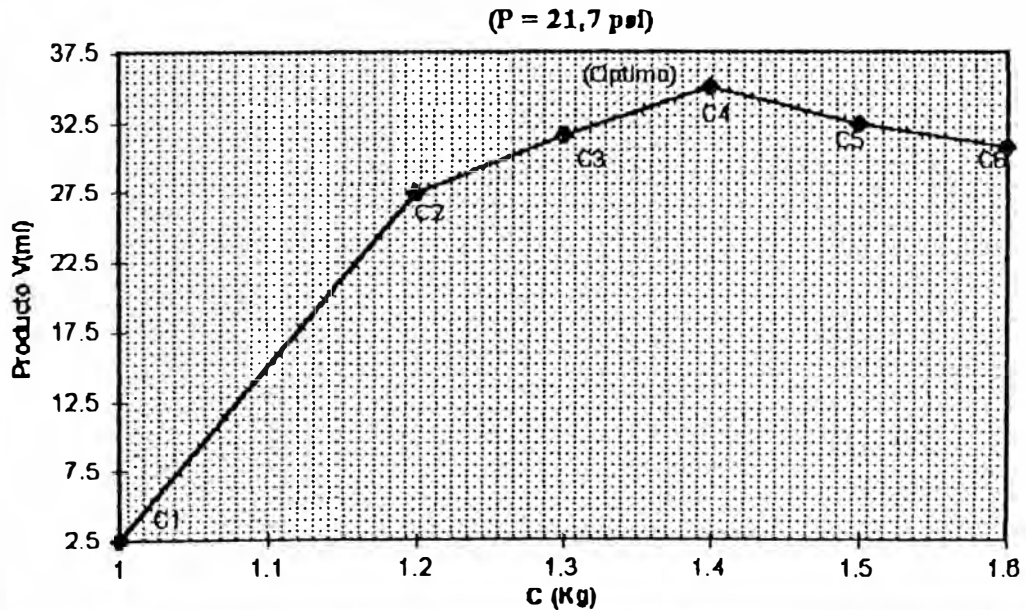
GRAFICA N°02 DETERMINACION DE LA PRESION OPTIMA



	P1	P2	P3	P4	P5
Presión (psi)	14.7	17.2	19.7	21.7	23.7
% R (Peso)	1.85	1.85	2.10	2.31	1.95

(Optimo)

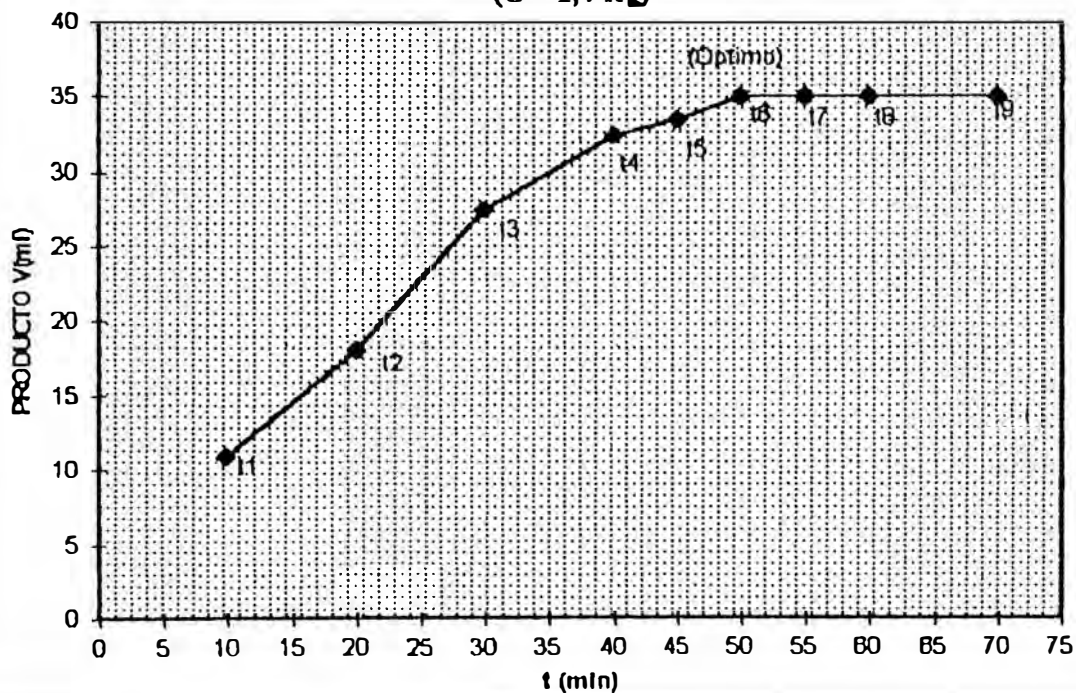
GRAFICA N°03 DETERMINACION DE LA CARGA OPTIMA



	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Carga C (Kg.HS)	1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
PRODUCTO V(ml. A.E.)	2.5	27.4	31.5	35	32.4	30.7

(Optima)

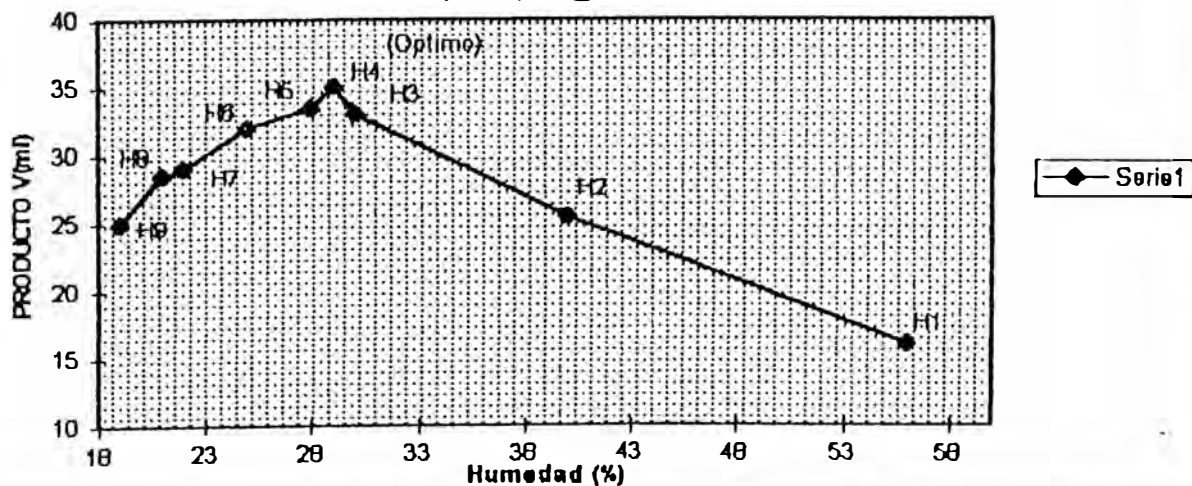
GRAFICA N°04
DETERMINACION DEL TIEMPO OPTIMO
 (C = 1,4 Kg)



	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9
Tiempo t (min)	10	20	30	40	45	50	55	60	70
PRODUCTO V(ml. A.E.)	11	18	27.5	32.5	33.5	35	35	35	35

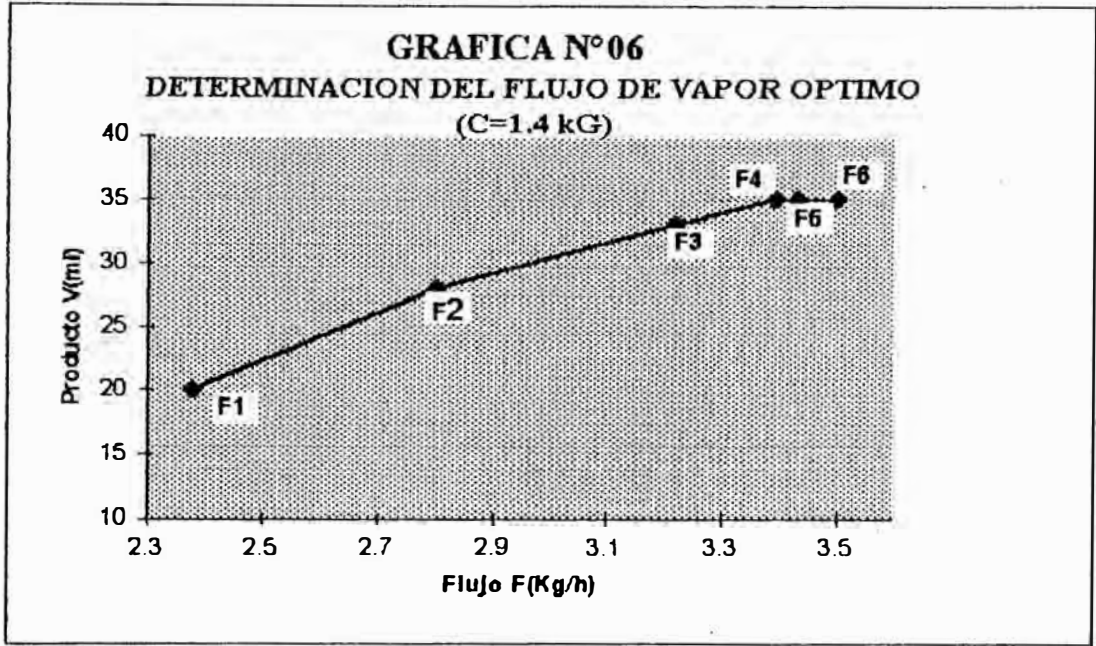
(Optimo)

GRAFICA N°05
DETERMINACION DE LA HUMEDAD OPTIMA
 (C = 1,4 Kg)



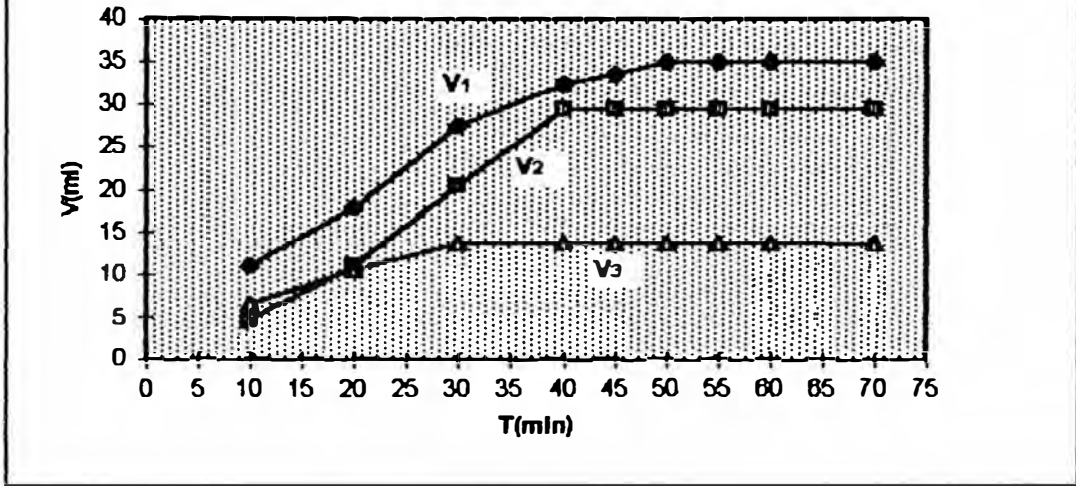
	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9
Humedad (%)	58	48	43	38	33	28	28.5	22	21
PRODUCTO V(ml. A.E.)	18	25.5	30	33	35	33.5	32	28	28.5

(Optima)



	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Flujo Vapor F(Kg/h)	2.38	2.80	3.22	3.3935	3.43	3.50
PRODUCTO V(ml. A.E.)	20	28	33	35	35	35
				(Optima)		

GRAFICA N°07
PRODUCTO DE DIFERENTES TIPOS DE CARGA
(C = 1.4 Kg)



Tiempo	10	20	30	40	45	50	55	60	70
V1	11	18	27.5	32.5	33.5	35	35	35	35
V2	4.5	11	20.5	29.5	29.5	29.5	29.5	29.5	29.5
V3	6.4	10.6	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61

V1 : Aceite Esencial Extraído de hojas triturada : R = 2.31 t opt. = 50 min.
V2 : Aceite Esencial Extraído de hojas enteras : R = 1.95 t opt. = 40 min.
V3 : Aceite Esencial Extraído de hojas molidas : R = 0.90 t opt. = 30 min.

Carga	1.400 Kg. de Hojas Trituradas
Flujo Optimo	2.4240 Kg/h
Presión Optima	21.7 psi
Producto	35 ml

6.6 ANÁLISIS DE RESULTADOS

- a) El análisis de las Propiedades Físico-Químicas del Aceite esencial de la "MUÑA" fueron realizados en el Laboratorio de Análisis Químicos de la Facultad de Ciencias ubicado en la FIQM de la Universidad Nacional de Ingeniería. se hicieron basados en las normas técnicas del INDECOPI, para Aceites Esenciales.

PROPIEDADES FISICAS

Densidad .	. 0.9256 gr/ml.
Indice de Refracción	1.476 (26° C).
Rotación Optica	2° 45´.
Solubilidad en alcohol 1:1 y 1:2 volumen de alcohol al 80% y 70% respectivamente.	
Punto de Ebullición	182°C.
Punto de Congelación no congela a -15°C, se observa sustancia cristalizada en forma de filamentos.	

PROPIEDADES QUIMICAS

Indice de Acidez	0.8138
Indice de Ester.	18.2
Indice de Peróxido	. 2

b) Análisis de la Composición Química de la hoja de "MUÑA" (seca), realizados en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería:

Peso de Muestra	100 g	
Humedad		18.08%
Grasa (Acidos grasos superiores)		. 2.08%
Carbohidratos		60.60%
Proteínas		2.85%
Fibra .		4.03%
Cenizas		12.00%

c) Resultados Optimos de las corridas experimentales:

El rendimiento óptimo de la extracción fue de 2.31% en peso.

El volumen óptimo, de aceite esencial obtenido fue de 35 ml A.E/1.400 Kg. Hojas secas.

El flujo de vapor óptimo alimentado al hidrodestilador fue de 2.424 Kg/h.

La Presión Optima de trabajo fue de 21.7 psi.

El tamaño de hoja óptimo utilizado para la

extracción fue la de Hojas Trituradas de 1 a 1.5 cm.

El tiempo óptimo de extracción fue de 50 min. La Humedad óptima de las hojas de Muña, sometidas a extracción fue de 29%.

El flujo óptimo del refrigerante utilizado para la condensación fue de 1.6 l/min.

6.7 BALANCE DE MASA Y ENERGIA

A) BALANCE DE MATERIA

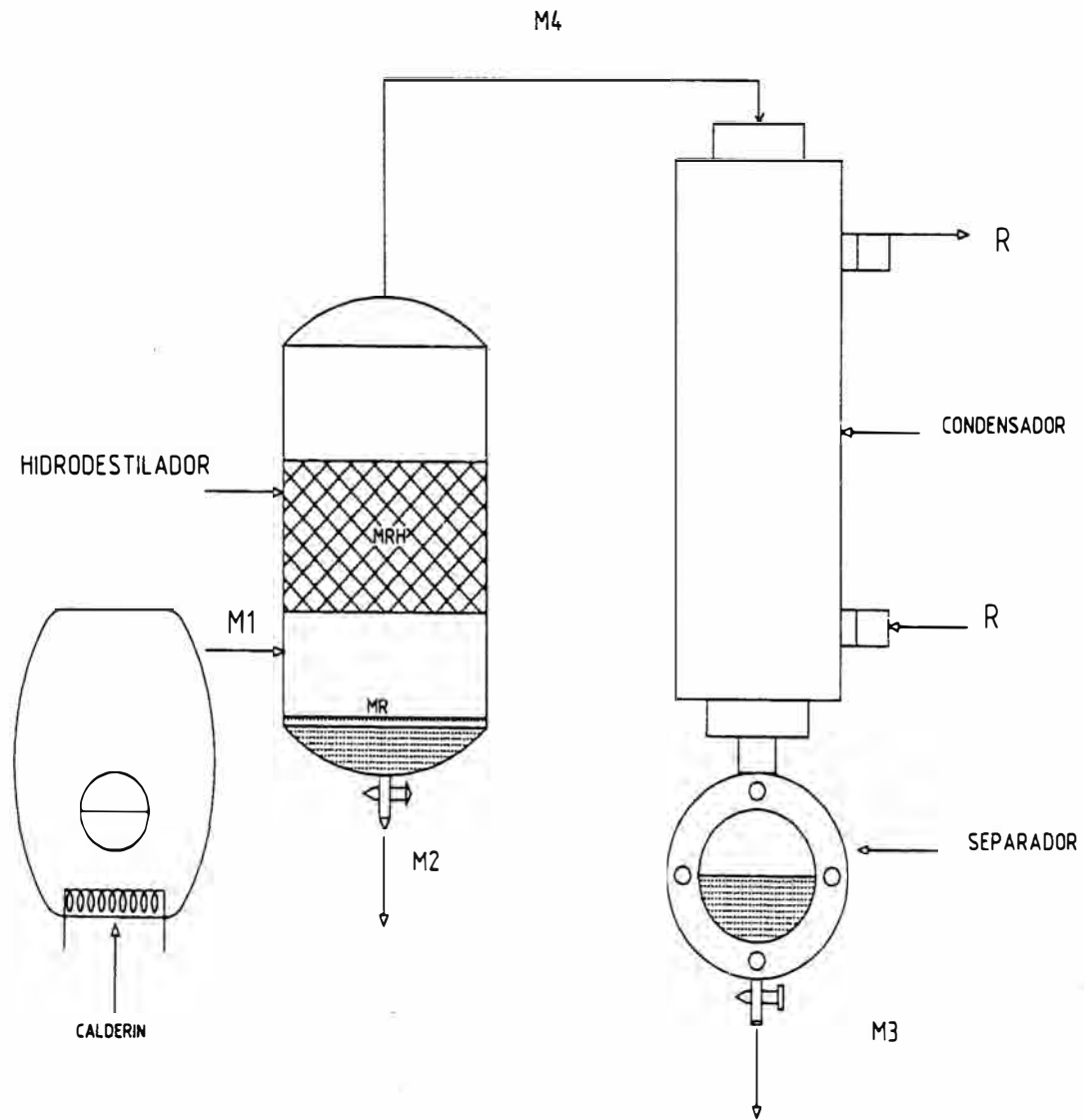
SIMBOLOGIA:

M2	Condensado retenido en el hidrodestilador
MH	Cantidad de agua en las hojas de muña
MRH	Condensado retenido en las hojas de muña
MR	Condensado retenido en el fondo del hidrodest.
M3	Condensado en el separador
M1	Flujo de vapor alimentado
MHS	Carga de hoja seca de muña al hidrodestilador

R: Flujo de agua de enfriamiento

1. **Cálculo del condensado total retenido en el Hidrodestilador : (M2).**(Ver fig.Nº 04).
Cantidad de agua en las Hojas de Muña : (MH)

FIGURA N° 04
BALANCE DE MATERIA



Se sabe que las hojas de Muña son cargadas al hidrodestilador con una humedad del 29%.

$$MH = 1,400 \text{ g/h} \times 0.29 = 406 \text{ g/h}$$

Condensado retenido por las hojas de muña:
(MRH).

$$MRH = 1,850 \text{ g/h} - 1,200 \text{ g/h} = 650 \text{ g/h}$$

Condensado retenido en el Hidrodestilador:
(MR) (Flujo medido)

$$MR = 450 \text{ ml/h} \times 0.9855 \text{ g/ml}$$

$$MR = 443.50 \text{ g/h}$$

$$M2 = MRH + MR = 650 \text{ g/h} + 443.50 \text{ g/h}$$

$$M2 = 1,093.50 \text{ g/h}$$

Condensado en el separador: (M3) flujo medido

$$M3 = 2,000 \text{ ml}/60\text{min}$$

$$\text{Masa de aceite: } 35\text{ml} \times 0.9256 \text{ g/ml} = 32.40 \text{ g}$$

$$\text{Masa de agua: } (2,000 - 35) \times 0.997 \text{ g/ml} = 1,959.1 \text{ g}$$

$$M3 = 32.40 + 1,959.10 = 1,991.50 \text{ g/h}$$

$$\text{Entonces: } M1' = M2 + M3 = (1,093.50 + 1,991.5) \text{ g/h}$$

Se esta considerando un 10% más de vapor por razones de seguridad:

$$M1 = (M1' + 10\% \times M1') \text{ g/h}$$

$$M1 = 3,085 + 308.5 = 3,393.5 \text{ g/h}$$

Luego, el vapor necesario para la operación de destilación va a ser:

$$\frac{M1}{MHS} = \frac{3.3935 \text{ Kg vapor/h}}{1.400 \text{ Kg muña/h}} = 2.4240 \text{ Kg vapor/Kg.muña}$$

2. Flujo del agua de enfriamiento : (R)

$$R = 69.211/h \times 0.9970 \text{ Kg/l}$$

$$R = 69 \text{ Kg/h}$$

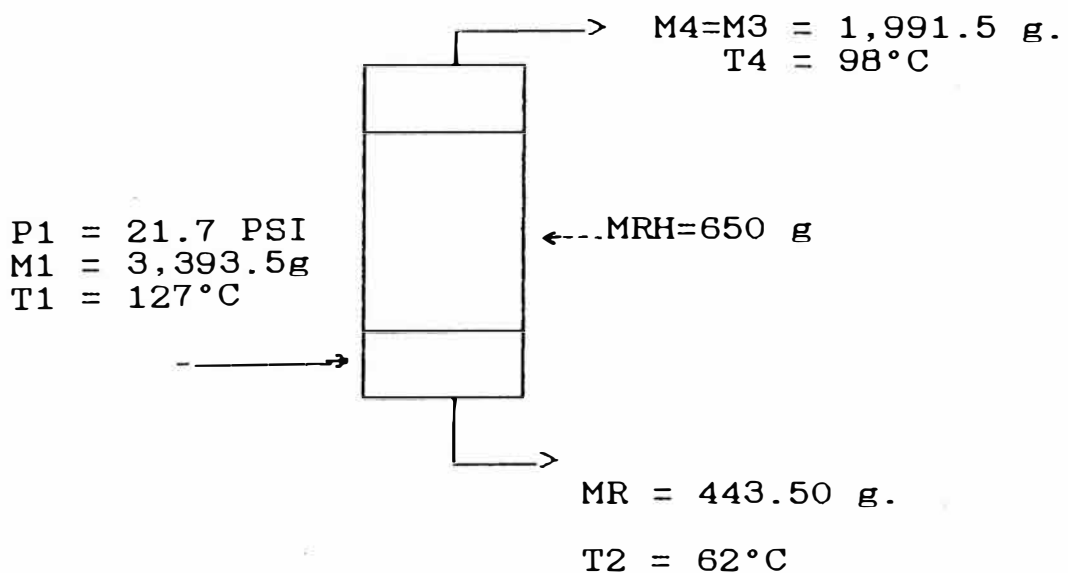
B) BALANCE DE ENERGIA

SIMBOLOGIA:

- Q1 : Energía requerida en el proceso.
- Hfg1 : Calor latente de evaporación del agua a 21.7 psi.
- M1 : Flujo de vapor alimentado al hidrodestilador.
- Q2 : Energía necesaria para calentar la hierba.
- MHS : Carga de la hoja de muña seca al hidrodest.
- Q22 : Energía para evaporar la humedad de las hojas de muña.
- Q3 : Energía consumida por el condensado retenido en el hidrodestilador.

- Cp2 : Calor específico del agua a temp. promed. (57°C).
- Q4 : Energía arrastrada por el vapor al condensador.
- M4=M3: Mezcla de vapor que sale del hidrodest.
- Hfg4 : Entalpia de evaporación del agua a 98°C.
- Qut : Energía utilizada.
- Qperd.: Energía perdida.
- Qh : Calor cedido por el condensado.
- Ce : Calor específico a la temp. promedio del condensador.
- Qo : Calor absorbido por el agua de enfriamiento
- ma : Flujo másico del agua de enfriamiento
- Te : Temp. de entrada del agua de enfriamiento
- Ts : Temp. de salida del agua de enfriamiento

1. Balance de Energía en el Hidrodestilador



Energía requerida en el Proceso (Q1):

La entalpía de evaporación del agua a 36,39 psia a (21.7 + 14.69) es:

$$H_{fg1} = 937.6 \text{ Btu/lb} = 520.84 \text{ Kcal/Kg}$$

$$Q1 = M1 \times H_{fg1} = 3.3935 \text{ Kg/hr} \times 520.84 \text{ Kcal/Kg}$$

$$Q1 = 1,767.47 \text{ Kcal/h}$$

Energía necesaria para calentar la hierba(Q2):

$$MH.S = \text{Masa de la Hoja seca} = 1.400 \text{ Kg/h}$$

$$C_{ph} = \text{Calor específico de Hoja}$$

$$C_{ph} = 0.788 \text{ Kcal /Kg}^\circ\text{C}. (23)$$

$$Dt = \text{diferencia de temperatura} = (98-21) \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q2 = MH.S \times C_{ph} \times Dt$$

$$Q2 = 1.400 \times 0.788 \times (98-21)^\circ\text{C}$$

$$Q2 = 85 \text{ Kcal/h}$$

Energía para evaporar la humedad de las hojas de muña (Q22):

$$Q22 = MH.S \times 0.29 \times C_p \times Dt + MH.S \times 0.29 \times H_{fg1}$$

$$Q22 = 1.400 \times 0.29 \times 1\text{Kcal/Kg}^\circ\text{C} \times (98-21) + 1.400 \times 0.29 \times 520.84 \text{ Kcal/Kg}.$$

$$Q22 = 31.26 \text{ Kcal/h} + 211.46 \text{ Kcal/h} = 242.72 \text{ Kcal/h}$$

$$Q22 = 242.72 \text{ Kcal/h.}$$

Energía consumida por el condensado retenido en el Hidrodestilador (Q3):

$$Q3 = M2 \times Cp2 \times \Delta t \quad \text{donde: } M2 = 1.0935 \text{ Kg/h}$$
$$Cp2 = 0.995 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$Q3 = 1.0935 \text{ Kg/h} \times 0.995 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} \times$$
$$x(98-21)^\circ\text{C}$$

$$Q3 = 83.78 \text{ Kcal/h}$$

Energía arrastrada por el vapor al condensador (Q4):

$$Q4 = M4 \times Hfg4 \quad \text{donde: } T4 = 98^\circ\text{C}$$

$$M4 = 1.991 \text{ Kg/h}$$

$$Q4 = 1.9915 \text{ Kg/h} \times 537.95 \text{ Kcal/Kg}$$

$$Q4 = 1,071.33 \text{ Kcal/h}$$

$$Hfg4 = 970.33 \text{ Btu/lb}$$
$$= 537.95 \text{ Kcal/Kg}$$

Luego la energía utilizada es:

$$Q_{ut} = (85 + 242.72 + 83.78 + 1,071.33)$$
$$\text{Kcal/h}$$

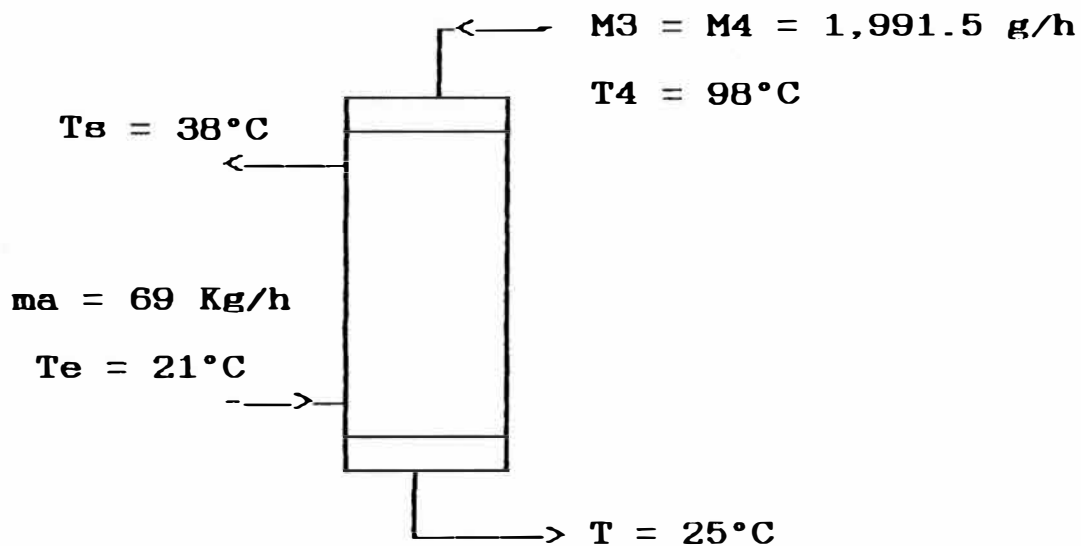
$$Q_{ut} = 1,482.83 \text{ Kcal/h}$$

Finalmente, tenemos que la energía perdida será:

$$Q \text{ perd.} = (1,767.47 - 1,482.83) \text{ Kcal/h}$$

$$Q \text{ perd.} = 284.64 \text{ Kcal/h}$$

2. Balance de Energía en el Condensador



Calor cedido por el condensado

$$Q_h = M_3 * \lambda + M_3 * C_e * (98 - 25)^\circ\text{C}$$

C_e = Calor específico a la T° promedio en el condensador.

$$Q_h = Q_4 + 1,991.5 \text{ g/h} * C_e * (73^\circ\text{C})$$

$$Q_h = 1,071.33 \text{ Kcal/h} + 1.9915 \text{ Kg/h} * 1 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} * (73^\circ\text{C})$$

$$Q_h = 1,216.71 \text{ Kcal/h}$$

Calor Absorbido por el agua de Enfriamiento:

$$Q_o = m_a * C_e * (T_e - T_s)$$

Ce = Calor específico a la T° promedio

$$Q_o = 69 \text{ Kg/h} \times 1 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} \times (17^\circ\text{C})$$

$$Q_o = 1,173 \text{ Kcal/h}$$

Eficiencia de la Operación en el Condensador

$$\text{Eficiencia} = \frac{Q_o}{Q_h} \times 100\%$$

$$\text{Eficiencia} = 96\% \text{ (Operación Optima)}$$

VII. DISEÑO DE LA PLANTA INDUSTRIAL

7.1 PROCESO DE EXTRACCIÓN

La destilación por arrastre de vapor fue el método de extracción utilizado, ya que es un método que se caracteriza por su simplicidad, tiempo comparativamente corto de operación y las grandes cantidades de materia prima que se puede maniobrar a bajo costo. Es el único método más económico para la extracción de ciertos aceites esenciales, ya que los otros son muy costoso.

7.2 DESCRIPCION:

La primera operación del proceso consiste en el secado de las hojas de "Muña" en el lugar de recolección y bajo techo para evitar que se mojen cuando llueva.

Las hojas recolectadas se esparcen sobre un área de 15 m. por 115 m. en tres niveles; el secado se realiza en 72 horas (en días soleados) hasta una humedad de 29%.

La segunda operación es la limpieza, es decir separar de la carga: piedras, hojas extrañas y hojas de muña decoloradas.

La tercera operación es la trituration de las hojas secas de la Muña, es decir llevar la

hoja a un tamaño que esté comprendido entre 1 a 1.5 cm. Esta operación se realiza con una cizalla manual.

La cuarta operación consiste en el pesado de las hojas trituradas para luego ser cargadas al hidrodestilador.

Una vez cargado el hidrodestilador se inyecta vapor a 21.7 psi de presión.

El vapor pasa a través de la carga extrayendo el aceite esencial, de tal manera que por el tope del tanque sale una mezcla de vapor de agua y aceite esencial.

La quinta operación consiste en el condensado de la mezcla de vapor de agua y aceite esencial la cual se hace pasar a través de un condensador vertical, para luego ser recolectado en un decantador. Luego el aceite esencial es separado del extracto acuoso mediante una simple decantación, ya que la diferencia de densidades entre el agua y el aceite facilita esta operación.

La sexta operación consiste en el filtrado del aceite esencial y depositado en cilindros de acero inoxidable, de donde se realizará el envasado, en recipientes de vidrio de color

ámbar, para evitar su envejecimiento por acción de la luz.(Ver fig.Nº 05 y tabla adjunta).

7.3 DISEÑO DE EQUIPOS

En esta parte del capítulo VII, vamos a hacer uso de datos calculados en el capítulo IV , así tenemos:

La producción de Hoja Seca por Hectárea = 3,150 Kg H.S/Ha.

Producción proyectada de Aceite esencial = 16,412.94 Kg A.E./año.(Año 2002).

Hectáreas necesarias para esta producción= 230 Ha.

Por otro lado se está considerando como el número de días laborales : 302 días

Entonces se tiene : 3,150 Kg H.S/Ha x 230 Ha/año x
x 1 año/302 día= 2,399 Kg H.S./día.

Luego también tenemos:

- Tiempo óptimo de extracción= 50 min.

- Tiempo Total por extracción = 1 h(Batch).

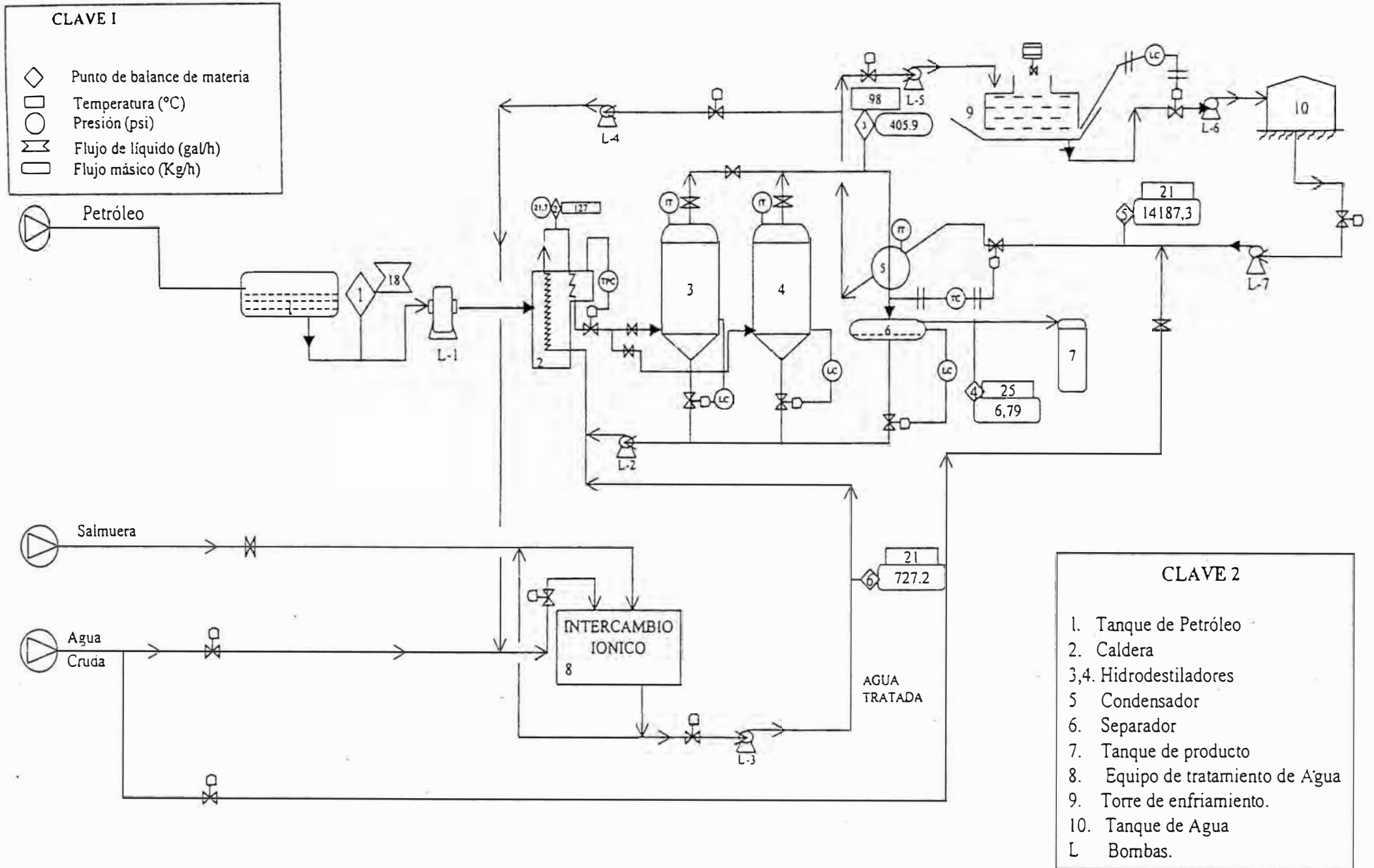
$$\frac{\text{Kg H.S}}{\text{batch}} = \frac{2,399 \text{ KgH.S}}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ batch}} = \frac{300 \text{ Kg H.S.}}{\text{batch}}$$

7.3.1 Caldero

De los datos experimentales se tiene que para 1Kg de Hojas de Muña seca se necesita 2.4240 Kg. de vapor.

FIGURA N° 05

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL DE MUÑA



Balance de Materia

Corriente
del Proceso

Flujo másico (Kg/h)

Flujo volumétrico (Gal/h)

1

18

2

727.2

3

405.9

4

6.79

5

14,187.3

6

727.2

Luego para: 300 Kg. de Hojas de Muña seca se necesitará:

$$\text{Vapor requerido} = V_r = \frac{2.4240 \text{ Kg vapor} \times 300 \text{ KgH.S}}{\text{Kg H.S.} \quad \text{h.}}$$

$$V_r = 727.20 \text{ Kg vapor/hora.}$$

Por otro lado tenemos la presión de vapor = 21.7 PSI con éste dato(21.7+14.69) buscamos el calor latente de evaporación en tablas.(34)

$$P. \text{ absoluta} = 36.39$$

$$\text{Hfg} = 937.60 \text{ Btu/lb} = 520.84 \text{ Kcal/Kg}$$

Por lo tanto la energía requerida para el proceso es:

$$Q_p = V_r \times \text{Hfg}$$

$$Q_p = 727.20 \text{ Kg. vapor/h} \times 520.84 \text{ Kcal/Kg. vapor}$$

$$Q_p = 378,754.85 \text{ Kcal/h.}$$

La energía para calentar la hierba será(QH):

$$Q_H = \frac{M_t \times Q_2}{M.H.S} \quad \text{donde:} \quad M_t = 300 \text{ Kg muña/h}$$

$$Q_2 = 85 \text{ Kcal/h.}$$

$$Q_H = \frac{300 \text{ Kg} \times 85 \text{ Kcal/h}}{1.400 \text{ Kg/h}} \quad \frac{1,400 \text{ Kg muña}}{M.H.S. = \frac{\quad}{h}}$$

$$Q_H = 18,214.30 \text{ Kcal/h}$$

La Energía para evap.humed. de las Hojas será(QEH):

$$Q.E.H. = \frac{Mt \times Q22}{M.H.S.} \quad \text{donde : } Mt = \frac{300 \text{ Kg/muña}}{h}$$

$$Q.E.H. = \frac{300\text{Kg/h} \times 242.72 \text{ Kcal/h}}{1.400 \text{ Kg muña/h}} \quad \begin{array}{l} Q22=242.72 \text{ Kcal/h} \\ M.H.S=1.400 \text{ Kgmuña} \\ h \end{array}$$

$$Q.E.H. = 52,011.43 \text{ Kcal/h}$$

La energía consumida por el condensado retenido en el Hidrodestilador será(QCR):

$$QCR = \frac{MV2 \times Q3}{M2} \quad \text{donde : } \begin{array}{l} MV2 = 321.33 \text{ Kg vap/h} \\ Q3=83.78\text{kcal/h} \\ M2=1.0935 \text{ kg vap/h} \end{array}$$

$$QCR = \frac{321.33 \text{ Kg/h} \times 83.78 \text{ Kcal/h}}{1.0935 \text{ Kg/h.}}$$

$$QCR = 24,619.14 \text{ Kcal/h.}$$

La energía arrastrada por el Vapor al Condensador será(QAV):

$$QAV = \frac{MV4 \times Q4}{M4} \quad \text{donde: } \begin{array}{l} MV4=405.87 \text{ Kgvap./h} \\ Q4=1,071.33\text{Kcal/h} \\ M4=1.9915\text{g/h} \end{array}$$

$$QAV = \frac{405.87 \text{ Kg/h} \times 1,071.33 \text{ Kcal/h}}{1.9915 \text{ Kg/h}}$$

$$QAV = 218,338.29 \text{ Kcal/h.}$$

La Energía utilizada será(QU):

$$QU = QH + QEH + QCR + QAV$$

$$QU = (18,214.30 + 52,011.43 + 24,619.14 + 218,338.29)$$

$$QU = 313,183.16 \text{ Kcal/h.}$$

La Energía perdida va a ser(QPE):

$$QPE = QP - QU$$

$$QPE = (378,754.85 - 313,183.16) \text{ Kcal/h}$$

$$QPE = 65,571.70 \text{ Kcal/h.}$$

Luego la cantidad de energía que debe generar el caldero(QK):

$$QK = QP + QPE$$

$$QK = (378,754.85 + 65,571.70) \text{ Kcal/h}$$

$$QK = 444,326.55 \text{ Kcal/h.}$$

La Potencia del Caldero será:

$$P = QK/c \quad \text{donde : } P = \text{Potencia en HP}$$

$$P = \frac{444,326 \text{ Kcal/h}}{8,435.40 \text{ Kcal/h/HP}} \quad \begin{array}{l} QK = \text{Calor que genera} \\ c = \text{Factor de Conv.} \\ 8,435.40 \text{ Kcal/h/HP} \end{array}$$

$$P = 52.7 \text{ HP}$$

Por lo tanto de acuerdo a los resultados obtenidos, se requerirá de un caldero pirotubular de 60 HP de potencia. Los calderos pirotubulares

en términos generales, trabajan con presiones que raramente pasan de las 250 psi; arriba de 250 psi los calderos se construyen acuatubulares por lo que el tratamiento de agua de alimentación es extremadamente severo.(39)

7.3.2 Hidrodestilador

Con respecto a las dimensiones del Hidrodestilador, diremos que debe ser de forma cilíndrica con un diámetro menor que su altura. El fondo del tanque es provisto de una válvula de drenaje.(12)

Para este estudio utilizaremos dos hidrodestiladores para procesar 300 Kg. de Hoja en cada uno en forma alternada.(Ver fig.Nº 06).

Diseño de la Canasta:

Generalmente el diámetro de la canasta es menor que su altura.(12)

Peso de las Hojas de Muña = 300 Kg

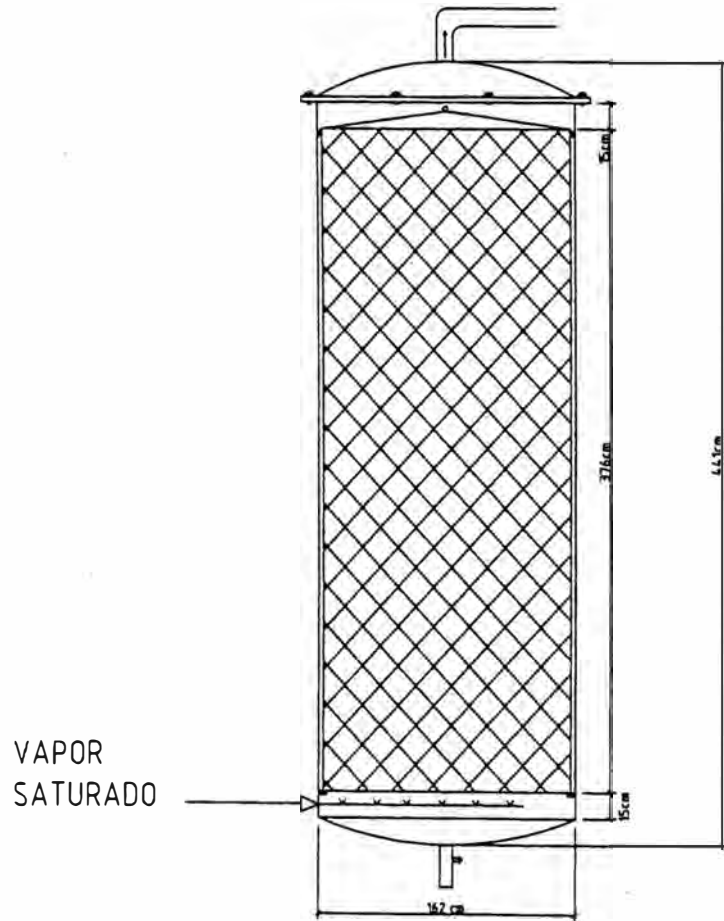
Densidad aparente de la Muña = 0.0452 Kg/l

$$\text{Volumen Muña} = \frac{300 \text{ Kg}}{0.0452 \text{ Kg/l}} = 6,637.16 \text{ l}$$

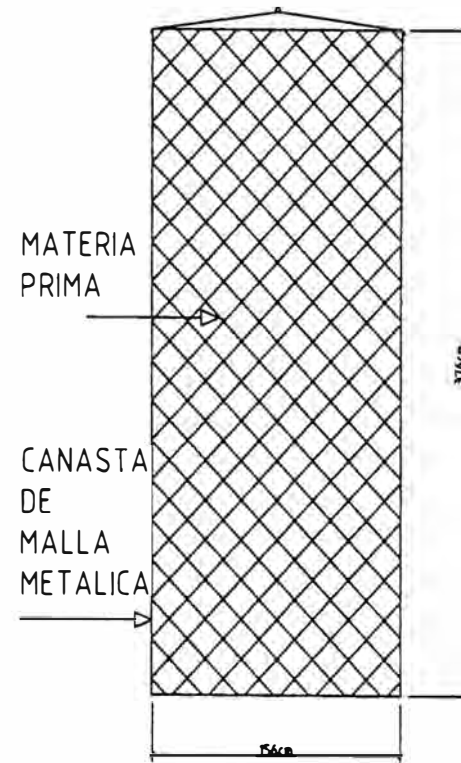
$$\text{Volumen muña} = 6.64 \text{ m}^3$$

FIGURA N° 06

HIDRODESTILADOR



CANASTA



El volumen de la canasta será:

$$V_c = \frac{\pi D^2 \times h}{4} = 6.64 \text{ m}^3$$

La caída de presión es: $\Delta P/cm = 0.061 \text{ psi/cm}$

Para esto tomamos $h = 3.76 \text{ m}$.

$$\frac{\pi D^2 \times h}{4} = 6.64 \text{ m}^3$$

$$D_c = 1.50 \text{ m}$$

$$H_c = 3.76 \text{ m}$$

$$V_c = 6.64 \text{ m}^3$$

Dimensión del Hidrodestilador:

Altura de la Canasta = 3.76 m

Distancia entre parte superior
de la canasta y el tope = 0.35 m

Distancia entre parte inferior
de la canasta y el fondo = 0.30 m

Altura del Hidrodestilador = 4.41 m

Diámetro de canasta = 1.50 m

Luz entre el cilindro y la canasta = 0.03 m

El material para la construcción de la canasta y el cilindro tiene que ser de acero inoxidable 304 y con un espesor de 1/16" y 1/8" respectivamente .

7.3.2.1 Tubería de Distribución de vapor:

Para el cálculo del diámetro de la tubería que distribuye el vapor en el Hidrodestilador, se necesita de los siguientes datos ya conocidos:

Presión de vapor : 21.7 psi

Cantidad de vapor requerido=

2.4240 Kg vapor/Kg.H.S. x 300 Kg H.S./h =

=727.20 Kg vapor/h

(1,600 Lb vapor/h)

(300 Kg H.S. en cada Hidrodestilador)

Velocidad del vapor según la presión manométrica= 6,000 pie/min. (dato de tabla 6-7 del manual de cálculo de Ing. Química).(11)

Con éstos datos se halla el diámetro nominal de la tubería de acero de cedula 40 de la fig. 6-7 del manual de Cálculo del Ing. Químico).(11)

$D_n = 3''$

7.3.2.2 Cálculo del diámetro de tubería que conecta el Hidrodestilador con el Condensador:(12)

En las experiencias realizada en la planta piloto de la facultad de Ingeniería Química, se pudo apreciar que el condensado retenido en el Hidrodestilador fue de 13%.

Para calcular el diámetro de la tubería es necesario conocer algunos datos como:

Altura de la canasta = 3.76 m.

Caída de presión por cada 20 cm. en la canasta = 0.35 psi.

Por lo que es un proceso industrial la caída de presión que se tendrá aprox. es de :

$$3.76 \text{ m}/0.20 \text{ m} = 18.8 \quad \text{Luego } \Delta P = 18.8 \times 0.35 \text{ psi}$$

$$\Delta P = 6.69 \text{ psi}$$

Entonces, la presión en el tope del hidroddestilador será: $P = (36.39 - 22.39) \text{ psia}$

$$P = 14 \text{ psia}$$

Con éste dato, interpolamos en la tabla de vapor saturado(34). Obteniéndose:

$$V_v = 28.541 \text{ pie}^3/\text{lb} \quad \dots \quad \rho_v = 0.03504 \text{ lb}/\text{pie}^3$$

V_v : Volumen específico ρ_v : Peso específico

Del cálculo anterior se tiene:

$$G = 405.87 \text{ Kg vap./h} = 892.92 \text{ lb vap./h}$$

Luego el flujo volumétrico (Q) será:

$$Q = \frac{G}{\rho_v} = \frac{892.92 \text{ lb vapor/h}}{0,03504 \text{ lb vapor}/\text{pie}^3} = 7.08 \text{ pie}^3/\text{seg}$$

Luego una velocidad recomendada por Chohey (tabla

6.7) es de 3500 pie/min:(11)

$$V = 3,500 \text{ pie/min} = 58.33 \text{ pie/seg.}$$

$$Q = A.V \quad A = \frac{Q}{V} = \frac{7.08 \text{ pie}^3/\text{seg}}{58.33 \text{ pie/seg}}$$

$$A = 0.1213 \text{ pie}^2$$

Sabemos que:

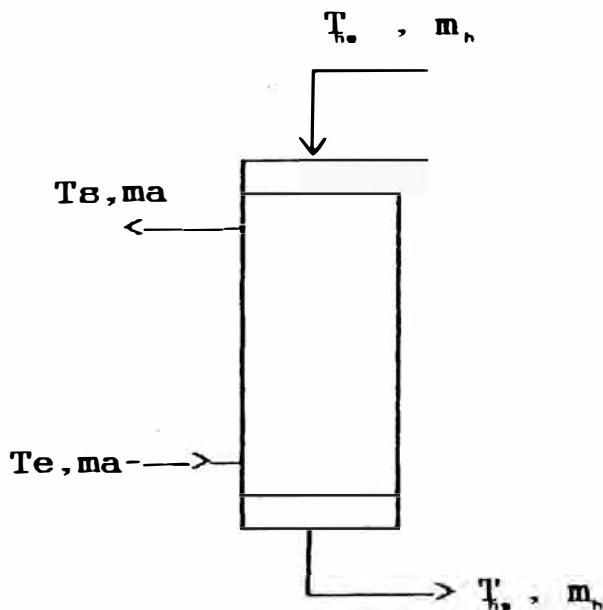
$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$D = 0.3930 \text{ pie}$$

$$D = 11.9 \text{ cm.}$$

Por lo tanto se considerará una tubería con un diámetro de 12 cm = 4.75"

7.3.3 Condensador



Datos:

$$\begin{aligned} T_h &= 98^\circ\text{C} \\ T_h &= 25^\circ\text{C} \\ T_e &= 21^\circ\text{C} \\ T_s &= 38^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\dot{m}_h = 405,87 \text{ Kg/h}$$

Calor cedido en la zona de condensación:

$$Q_c = \dot{m}_h * \lambda$$

$$Q_c = 211,555.16 \text{ kcal/h}$$

Calor cedido en la zona de subenfriamiento:(18)

$$Q_s = m_h * C_e * (T_{h_1} - T_{h_2})$$

$$Q_s = 29,628.51 \text{ Kcal /h}$$

Calor total:

$$Q_t = Q_c + Q_s$$

$$Q_t = 241,183.67 \text{ Kcal/h}$$

Cálculo del Agua de Enfriamiento:

$$m_a = \frac{Q_t}{C_e * (T_s - T_e)}$$

$$m_a = 14,187.27 \text{ Kg/h}$$

Cálculo de T:

En la condensación:

$$Q_c = m_a * C_e * (T_s - T)$$

despejando : $T = 23.09^\circ\text{C}$

Especificaciones del Condensador

Características:(5),(18)

Condensador vertical de Tubos y coraza

Tubos (Fluido caliente)

N° tubos : N : 30

DE : 1.25" \approx 0.104 ft.

DI (12 BWG) : 1.03" \approx 0.086 ft

C : 0.3125"

Coraza (Agua de Enfriamiento)

DI : 12" ≈ 1 ft

pasos : 1

Pt : 1.5625"

Ecuación para el Diseño

$$U * A * \Delta T_{LM} \text{ (Balanceada)} = Q$$

Cálculo de ΔT_{LM} (Balanceada):

Para la zona de condensación :

$$\Delta T_{LM}(c) = \frac{T - T_s}{\ln \frac{(T_{h_o} - T_s)}{(T_{h_o} - T)}} = \frac{23,09 - 38}{\ln \frac{(98 - 38)}{(98 - 23,09)}} = 67,18^\circ\text{C}$$

Para la Zona de Subenfriamiento:

$$\Delta T_{LM}(s) = \frac{(T_{h_o} - T) - (T_{h_o} - T_e)}{\ln \frac{(T_{h_o} - T)}{(T_{h_o} - T_e)}} = 24.2^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{LM}(\text{Balanceada}) = \frac{Q_t}{[Q / \Delta T_{LM}(c) + Q / \Delta T_{LM}(s)]}$$

$$\Delta T_{LM} \text{ (Balanceada)} = 55.15^\circ\text{C} (99.3^\circ\text{F})$$

Cálculo del area de transferencia:

De la ecuación de diseño:

$$Q_t = A_d \times U_d \times \Delta T_{lm}(\text{balanceada})$$

De tabla 8 (Kern): $U_d = 200 \text{ BTU/h-ft}^2\text{-}^\circ\text{F}$

$$R_d = 0.001$$

$$Ad = \frac{(241,183.67 \text{Kcal/h})(1 \text{BTU}/0.25216 \text{Kcal})}{(200 \text{BTU/h-ft}^2\text{-}^\circ\text{F})(99.3 \text{ }^\circ\text{F})}$$

$$Ad = 48.16 \text{ ft}^2$$

Hallando la longitud de los tubos:

$$Ad = \pi * DE * L * N = 48.16 \text{ ft}^2$$

$$Ad = 3.1416 * 0.104 \text{ft} * L * 30 = 48.16 \text{ft}^2$$

$$L = 4.92 \text{ ft} \approx 5 \text{ ft.}$$

7.3.4 Separador

a) Flujo Volumétrico en el Separador (V):(12)

Datos :	Flujo másico en el separador de la planta piloto	1.9915Kg/h/1.40 Kg. de Muña
	Densidad del agua	0.9970 g/ml
	Densidad del aceite	0.9256 g/ml.
	Tiempo de Sedimentación	25 min.

Para una carga de 300 Kg. de Muña, el flujo en el separador a nivel industrial será:

$$F = = 405.87 \text{ Kg/h}$$

$$V = \frac{405.87 \text{ Kg/h}}{0.9970 \text{ Kg/l}} = 407.10 \text{ l/h}$$

$$V = 6.8 \text{ l/min.}$$

b) Volumen del separador (V_s):

$$V_s = V \times T_s$$

$$V_s = 6.8 \text{ l/min} \times 25 \text{ min}$$

$$V_s = 171.57 \text{ l}$$

Le damos un margen de 20% más al volumen del separador por seguridad:

$$V_s' = 171.57 \times 1.20 = 205.887 \text{ l}$$

Por lo general el diámetro y largo del separador son casi iguales. Elegimos : $D = L$

$$V_s' = \frac{\pi D \times L}{4} = 205.887 \text{ l}$$

$$\frac{\pi D^3}{4} = 205.887 \text{ l} = 205,887 \text{ cm}^3$$

$$D = 64 \text{ cm}$$

$$L = 64 \text{ cm}$$

7.3.5 Torre de Enfriamiento

Se escogió un equipo de enfriamiento de recirculación abierta de tipo mecánico cruzado, por las ventajas que ofrece y su alta eficiencia.

(39)

Para su diseño, es necesario contar con los siguientes datos:

El flujo del agua de enfriamiento será:

$$\begin{aligned} \text{Dato de Diseño de Condensador: } & 14,187.27 \text{ Kg/h} \\ & = 14,229.95 \text{ l/h} \end{aligned}$$

$$F_e = 14,229.95 \text{ l/h} \times 0.26418 \text{ gl/l} \times \text{h}/60 \text{ min.}$$

$$F_e = 63 \text{ gl/min.}$$

- Temperatura de agua que sale del condensador
= 38° C = 100.4° F
- Temperatura de agua que entra al condensador
= 21° C = 69.8° F
- Temperatura de bulbo húmedo = 65° F

Cálculo del área de la torre:

Con éstos datos y según el Manual de Perry se obtiene la concentración de agua necesaria:

$$2 \text{ gal/min/pie}^2$$

$$A \text{ torre} = \frac{F_e}{2 \text{ gl/min/pie}^2} = \frac{63 \text{ gl/min}}{2 \text{ gl/min/pie}^2}$$

$$A \text{ torre} = 31.5 \text{ pie}^2$$

CALCULO DE LA PURGA Y AGUA DE REPUESTO:

Basándonos en el manual de cálculos de Ingeniería Química (Chopey), se aplicaron las siguientes relaciones:

-Agua de repuesto=M(%)= E+B+N

Donde:

-Purga =B(%)= $\Delta T/10(C-1)$

E= $\Delta T/10$

N= 0.1%

Calculando se tiene:

C= 3

-B(%)=1.53%

$\Delta T= 30.6^{\circ}F$

B=1.53*63 gl/min =0.96 gl/min

FE= 63 gl/min

La purga será: B= 0.96 gl/min.

-M(%)=3.06+1.53+0.1=4.69%

M=4.69%*63gl/min=2.95 gl/min.

El agua de repuesto será: M= 2.95 gl/min.

7.3.6 Equipo para el tratamiento de agua para la Caldera

ABLANDADOR DE AGUA (11)

FLUJO DE AGUA = 20 gal/min (4,54 m³/h)

T°=68°F(20°C)

Componentes disueltos en p.p.m. como CaCO₃

Ca ** = 300 ppm

Mg ** = 100 ppm

Na * = 100 ppm

Cationes Totales = 500 ppm

Requerimientos : dureza ≤ 2 ppm

Tiempo de Operación = 8h entre regeneraciones

Datos del fabricante :

1) Nivel de Regeneración :

4lb NaCl/ft³

(64 Kg/m³)

Resultado Pérdida de dureza de 2 ppm.
y capacidad de 16 Kg/ft³ (36Kg/m³)
Operación concurrente estándar.

2) La caída de Presión/ft de lecho de resina, Para agua a 68°F con velocidad lineal de 7.1 gal/min-ft² es $\Delta P = 0.6 \text{ lb/in}^2$.

3) Velocidad de Flujo - 6.4 gal/min-ft²
Expansión de lecho - 60%

4) Requerimientos de lavado:
entre 25 y 50 gal/ft²
(3.34 a 6.68 m³/m³)

Determinaremos Volumen necesario de resina, caída de presión, requerimiento de retrolavado y de regeneración, vol. necesario de agua de lavado.

Cálculos:

1. Determinación de la cantidad de agua que se tratará por ciclo y la dureza a eliminar.

Utilizaremos : Resina de Intercambio catiónico en forma de Na.

Flujo de Agua = 20 gal/min*60 min/h* 8h/ciclo
= 9,600 gal/ciclo (36.4 m³/ciclo)

Dureza a eliminar (Ca + Mg) = 400 ppm.
(400 ppm como CaCO₃)(9,600 gal/ciclo)
----- =224Kg
(1,000 g/Kg) (17.1 ppm por g. por gal.)

224 Kg como CaCO₃ por ciclo de dureza
eliminada.

2. Nivel de Regeneración y Capacidad de Resina

(Información del fabricante)

Nivel Opt. Reg.= 4lb de NaCl/ft³
(64 kg.NaCl/m³)

Cap. de resina = 16 kg/ft³

3. Volumen Necesario de Resina

$$V \text{ resina} = \frac{224 \text{ Kg}}{16 \text{ Kg/ft}^3} = 14 \text{ ft}^3 (0,40 \text{ m}^3)$$

NOTA : Si la producción de agua debe ser
continua se requieren 2 unidades de
ablandamiento (una regenere y la otra en
servicio) a 20 gal/min.

4. Dimensiones de la columna, caída de presión, requerimiento de retrolavado.

$$\frac{1 \text{ gal}}{\text{min-ft}^2} \leq \text{velocidad aceptable de espacio} \leq \frac{5 \text{ gal}}{\text{min-ft}^2}$$

$$\text{Vespacio} = 20 \text{ gal/min} / 14 \text{ ft}^2 = 1.43 \text{ gal/min-ft}^2$$

valor aceptable

* V lineal aceptable entre 4 a 10 gal/min-ft²

a V↑, ΔP↑

a V↓, Distribución inadecuada del flujo.

Profundidad del lecho entre 3 a 6 ft

Con las Normas

Por tanteo :

Suponiendo Profundidad = 5 ft (1.5 m)

(Altura de lecho)

$$\text{Area de Sección transversal} = \frac{14 \text{ ft}^2}{5 \text{ ft}} = 2.8 \text{ ft}^2$$

$$V \text{ lineal} = (20 \text{ gal/min}) / 2.8 \text{ ft}^2 = 7.1 \text{ gal/min-ft}^2$$

Valor aceptable

$$\text{Diámetro de la columna} = (\text{Area} \times 4/\pi)^{1/2}$$

$$= (2.8 \times 4/\pi)^{1/2}$$

$$= 1.89 \text{ ft} (0.58 \text{ m})$$

$$\text{Altura de Columna} = 2 * (\text{Altura del lecho}).$$

(Para buena tolerancia)

$$= 2 (5ft) = 10 ft (3.05 m)$$

Capacidad del Ablandador = 28 ft³

$$\frac{\text{Caída de Presión}}{\text{ft de profundidad del lecho}} = 0.6 \text{ lb/in}^2\text{-ft (Dato)}$$

$$\begin{aligned} \text{Caída Total de Presión} &= \frac{(0.6\text{lb})(5\text{ft})}{1\text{ft}^2\text{-ft}} \\ &= 3\text{lb/in}^2(21\text{Kpa}) \end{aligned}$$

Retrolavar 15 min. al final de c/ciclo para expansión del lecho de 50 a 75% aprox.

$$V \text{ flujo} = 6.4 \text{ gal/ min - ft}^2$$

$$6.4 \text{ gal.}$$

$$\begin{aligned} \text{velocidad total} &= \text{-----} * (2.8 \text{ ft}^2) = 18 \text{ gal/min} \\ \text{de retrolavado} &\text{ min-ft}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Agua Total requerida} = (18\text{gal/min}) * (15\text{min}) = 270\text{gal}$$

5. Cantidad de Regenerante necesario y el gasto

$$\text{Nivel de Regeneración} = \frac{4\text{lb NaCl}}{\text{ft}^3} \text{ para dureza 2ppm}$$

$$\text{Requerimiento de Sal} = \frac{(4\text{lbNaCl})(14\text{ft}^3)}{\text{ft}^3} = 56 \frac{\text{lb NaCl}}{\text{Ciclo}}$$

La sal se administra al 10% en solución y con una velocidad de 1 gal/min - ft³

ρ solución = 8.94 lb/gal

$$\text{Volumen Requerido} = \frac{(56 \text{ lbNaCl})}{\text{ciclo}} \times \frac{(0.10 \text{ lbNaCl})}{\text{lb solución}} \times \frac{(8.94 \text{ lbsol})}{\text{gal}}$$

V.R. = 62 gal/ciclo

Gasto = (1 gal/min-ft³) (14 ft³) = 14 gal/min
(3.18 m³/h)

6. Volumen Requerido de Agua de Enjuague

Recomendación : De 25 a 50 gal/ft³

Si se utiliza 35 gal/ft³

Enjuague total necesario = 35 gal/ft³ x 14 ft³
= 490 gal/ciclo

En la práctica : Durante los 10 ó 15 primeros min. se enjuaga a 1 gal/ min-ft³ o sea 14 gal/min (3.18 m³/h).

Luego, se enjuaga 2 gal/min-ft³ o sea 28 gal/min
(6.36 m³/h)

VIII. CARACTERISTICAS FISICAS DEL PROYECTO

8.1 TERRENO

El terreno escogido para la realización del proyecto estará ubicado en Huaraz (Ancash), donde se cuenta con un área cultivable de 36,110 Has. Como se sabe el área necesaria para el cultivo de muña del proyecto es de 230 Ha. y el área necesaria para la planta industrial y administración es de 3,600 m² (1/3 Ha). El área disponible garantiza futuras ampliaciones.

El terreno para el cultivo es rico en minerales, profundo y que permite la fácil penetración de las raíces de la muña. Estos terrenos son ligeramente ácidos y neutrales, con un pH de 6.5 a 8, contando con un adecuado suministro de agua que garantizará el normal crecimiento de las plantas hasta la etapa de florecimiento, tiempo en que se efectuará la cosecha, este tiempo que abarca la cosecha fluctúa más o menos de 3 a 4 meses.

8.2 OBRAS CIVILES

El requerimiento de obras civiles para el proyecto estará dirigido para la construcción de un área total de 3,600 m². La zona del caldero, hidrodestilador, condensador y tanque de producto,

así como la zona de ampliación, deberá contar con un piso de concreto armado.

La altura de las oficinas será de 3 m., para una buena ventilación.

Los almacenes dispondrán de espacios, para guardar fertilizantes, insecticidas, herramientas, equipos y en otro recinto aparte, guardar el producto terminado.

8.3 DISPOSICIÓN DE PLANTA

<u>DISTRIBUCION</u>	<u>AREA (m²)</u>
- Oficinas Administrativas	200
- Area de fabricación	60
- Almacén de Materia Prima	1,000
- Almacén de Producto terminado	45
- Servicios Higiénicos	30
- Control de calidad	30
- Mantenimiento	40
- Generación de vapor	40
	<hr/>
AREA UTIL	1,435 m²
- Tanque de petróleo	18
- Para cisterna	40
- Otros	80
	<hr/>
AREA TECHADA	1,573 m²

- Zona de tránsito	800
- Cerco exterior	48
- Zona de jardines	1,079

AREA TOTAL 3,500 m²

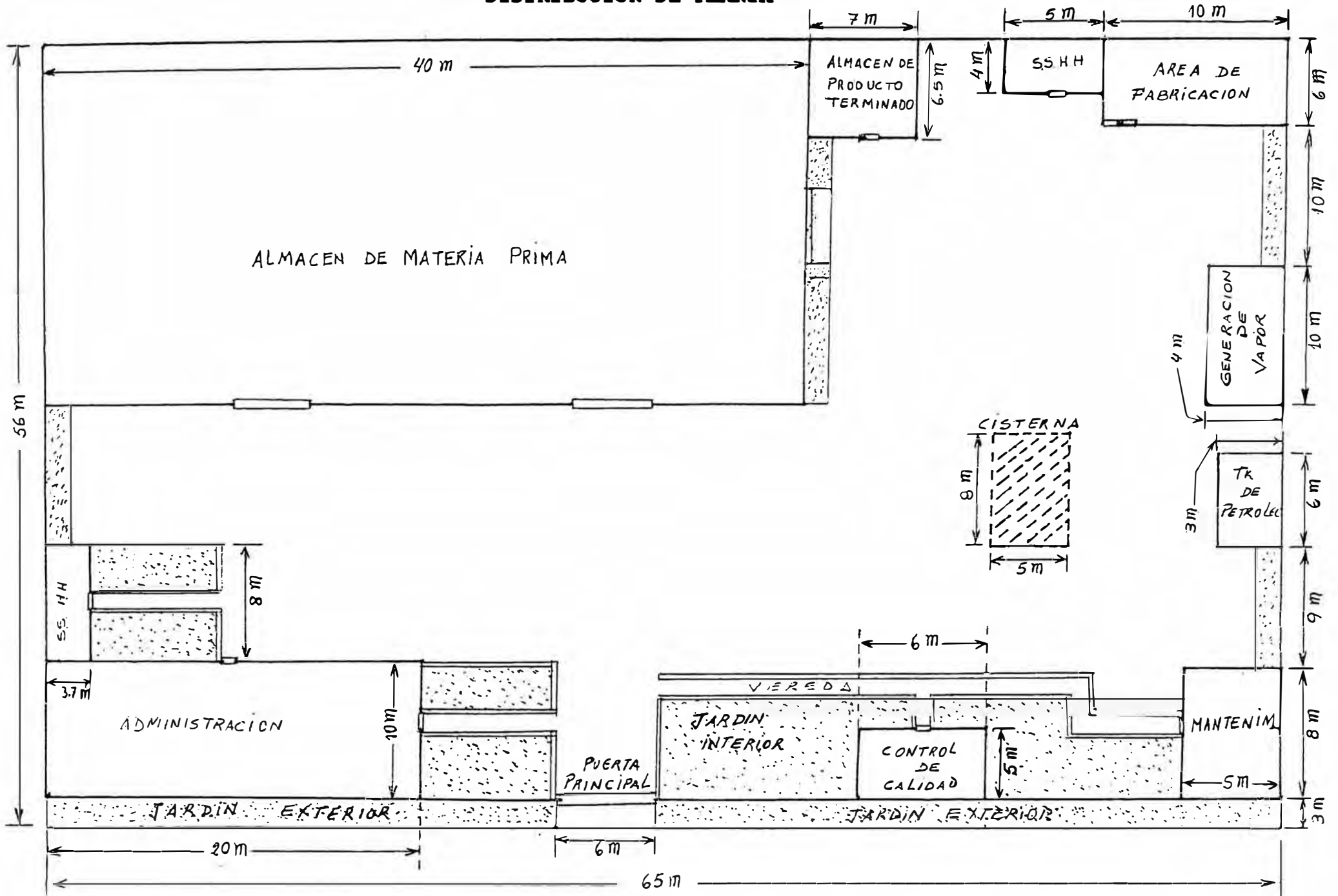
AREA TOTAL DE TERRENO = 3,600 m²

(considerando ampliación)

(ver figura No 07)

FIGURA N° 07

DISTRIBUCION DE PLANTA



IX. EVALUACION ECONOMICA

9.1 COSTO DE LA PLANTA

9.1.1. Estimación de la Inversión Fija

COSTO DE LOS EQUIPOS DE PROCESO

<u>EQUIPOS</u>	<u>COSTO (\$)</u>
1. Torre de enfriamiento, marca: Alfa Laval Area: 32 pie ² , flujo: 63 gl/min.	3,030.00
2. Caldero pirotubular de 60 BHP, Marca: Steam Boiler Modelo: SHHP-60-2, con accesorios	24,500.00
3. 02 Hidrodestiladores de acero inox.calidad 304 Cap: 1,500 gl, c/u con accesorios	13,600.00
4. 02 canastillas de acero inox. calidad 304 para los Hidrodestiladores. Cap. 95 pie ³	3,400.00
5. Condensador vertical de coraza y tubos de acero inox.con accesorios,ensamblado e instalado, área de intercambio: 49 pie ² flujo de agua: 237 lt/min.	17,000.00
6. Tanque separador, Marca: Steam Boiler cap.: 15 gl	420.00
7. Equipo ablandador de agua, Marca:J & SERMIN S.A. Modelo: R4896, con columnas de intercambio y regeneración con planchas de acero al carbono ASTM 283, flujo: 20 gl/min.	11,800.00

8. Tanque de almacenamiento de petróleo, cilindro horizontal. Marca: J & SERMIN S.A. de plancha de acero de 3/16" de espesor. Cap: 1,500 gl .	1,700.00
9. Tanque de petróleo diario vertical, Marca: STEAM BOILER. Modelo TPD-90, cap. 90 gl	850.00
10.01 Tacle eléctrico de 2 Tn.- Marca Kito .	1,000.00
11.07 bombas centrífugas de 0.7 HP a 10 HP .	5,000.00
12. Faja transportadora de 1 m. x 10 m. de 20° pendiente	1,650.00
13. Tanque de almacenamiento de agua de 30,000 gl	3,000.00

COSTO TOTAL DE LOS EQUIPOS DE PROCESO

US\$ (SIN I.G.V.) 86,950.00

Según, dato bibliográfico (29), una de las formas de hallar la inversión de capital fijo para la planta industrial, es estimando todos los costos, tanto directos como indirectos, en base al costo total del equipo adquirido. Siendo el costo total del equipo adquirido el 21% de la inversión en capital fijo (Para una planta de proceso de fluido).

Entonces:

$$\text{Inversión de Capital fijo} = \$ 86,950 \times 100\%/21\%$$

$$\text{I.C.F.} = \$ 414,047.62$$

(Ver cuadro N° 18).

CUADRO N° 18
INVERSION DE CAPITAL FIJO (I.C.F.)

DESCRIPCION	% REFERENTE AL 100% DE LA I.C.F.	COSTO(\$)
COSTOS DIRECTOS		
- Equipo adquirido	21	86,950.0
- Instalación del equipo adquirido	10	41,404.76
- Instrumentación de los equipos (instalados).	4	16,561.90
- Válvulas y tuberías (instalados)	13	53,826.19
- Instalaciones eléctricas (colocadas)	3	12,421.43
- Obras civiles (incluyendo servicios)	4	16,561.90
- Mejoras de terreno.	2	8,280.95
- Instalaciones de servicios (montados)	15	62,107.14
- Terreno	1	4,140.50
	---	-----
	73	302,254.77
COSTOS INDIRECTOS		
- Ingeniería y Supervisión	7	28,983.33
- Gastos de construcción	8	33,123.81
- Honorarios del contratista	4	16,561.90
- Eventuales	8	32,123.81
I.C.F.	100	414,047.62

Por lo tanto:

La Inversión de Capital Fijo es: \$ 414,047.62

9.1.2. Estimación del Capital de Trabajo (KW)

Según dato bibliográfico (29), la inversión del capital de trabajo es \pm 5% del capital fijo, por lo tanto:

$$KW = 0.05 \times 414,047.62$$

$$KW = \$ 20,702.38$$

9.1.3 Estimación de la Inversión Total

$$\text{Inversión total} = \text{I.C.F.} + \text{KW}$$

$$= 414,047.62 + 20,702.38$$

$$\text{INVERSION TOTAL} = \$ 434,750.00$$

9.2 COSTO TOTAL DEL PRODUCTO

9.2.1. Costo total de fabricación

1. Costo Directo de Producción Anual (C.D.P.A.)

(Ver cuadro N^o 19).

CUADRO N° 19

DESCRIPCION	COSTO (\$/año)
- Materia prima	96,748.84
- Mano de Obra de Operación	6,900.00
- Supervisión de Operación.	3,450.00
- Vapor	54,360.00
- Electricidad	11,666.87
- Agua	7,000.58
- Mantenimiento	1,739.00
- Suministro de las Operaciones	1,000.00
- Gasto de Laboratorio	4,300.00
C.D.P.A.	187,165.29

2. Gastos Fijos Anual(G.F.A.)

CUADRO N° 20

DESCRIPCION	\$/AÑO
Depreciación	8,695.00
Impuesto	1,543.00
Seguro	2,070.24
G.F.A.	12,308.24

3. Gastos Generales de Planta Anual (G.G.P.A.)

Se estima como el 50% de la Mano de Obra, supervisión y mantenimiento.

$$\text{G.G.P.A.} = 0.5 (6,900 + 3,450 + 1,739)$$

$$\text{G.G.P.A.} = \$ 6,044.50/\text{año}$$

Finalmente se tiene:

CUADRO Nº 21

COSTO TOTAL DE FABRICACION (C.T.F.)

COSTOS	\$/AÑO
C.D.P.A.	187,165.29
G.F.A.	12,308.24
G.G.P.A.	6,044.50
C.T.F.	205,518.03

9.2.2 Gastos Generales (G.G.)

1. Gastos Administrativos Anuales (G.A.A)

Se considera como el 60% de la Mano de Obra

$$\text{G.A.A.} = 0.6 \times 6,900 = \$ 4,140/\text{año}$$

2. Gastos de Distribución, Marketing Anual (G.D.M.A)

Se considera como el 1% del costo total del

$$\text{Producto G.D.M.A.} = 0.01 \times \text{CT}$$

$$\text{Luego : G.G.} = \text{G.A.A.} + \text{G.D.M.A}$$

$$\text{G.G.} = (4,140 + 0.01 \times \text{CT}) \text{ \$/año}$$

9.2.3. Costos de Financiación

El Interés anual de la Financiación (I.A.F.) es el resultado de financiar el proyecto en un 50% de la inversión total al 12% de interés anual.

$$\text{Luego: I.A.F.} = 0.5 \times 434,750 \times 0.12$$

$$\text{I.A.F.} = \$ 26,085/\text{año}$$

9.2.4 Gasto de las Utilidades Brutas Anuales (G.U.B.A)

Es considerado como el 30% de las utilidades brutas.

$$\text{G.U.B.A.} = 0.3 \times (\text{I}-\text{C}-\text{G}-\text{F}) \quad \text{I= Ingresos}$$

C= Costo de fabricación

G= Gastos Generales

F=Gasto de Financiación

Finalmente calculamos el costo total del producto(CT):

$$\text{C.T.} = \text{C.T.F.} + \text{G.G.} + \text{I.A.F.} + \text{G.U.B.A.}$$

$$\text{C.T.} = 205,518.03 + (4,140 + 0.01 \times \text{CT}) + 26,085 +$$

$$0.3 \times (525,214.08 - 205,518.03 - 4,140 - 0.01 \times \text{CT} - 26,085)$$

$$\text{C.T.} = 322,584.34 + 0.007 \times \text{CT}$$

$$\text{C.T.} = \$ 324,858.35/\text{año}$$

COSTO TOTAL DEL PRODUCTO

CUADRO N° 22

COSTOS	\$/AÑO
C.T.F.	205,518.03
G.G.	8,462.73
I.A.F.	26,085.00
G.U.B.A.	85,866.73
C.T.	325,932.49

$$\text{Costo Unit.del 1er.año} = \frac{\$325,932.49/\text{año}}{54.35\text{KgA.E}/\text{día} \times 302\text{día}/\text{año}}$$

COSTO UNIT.DEL PROD.DEL 1ER. AÑO = \$ 19.80/Kg.A.E.

9.3 JUSTIFICACION ECONOMICA

9.3.1 Monto de Financiamiento (M.F.)

Se va a financiar el 50% de la inversión total

$$\text{M.F.} = 0.5 \times (434,750)$$

$$\text{M.F.} = \$ 217,375$$

9.3.2. Determinación de la Anualidad (A)

Se tiene:

$$A = \frac{P \cdot i \cdot (1+i)^n}{[(1+i)^n - 1]}$$

donde: P=financiación
\$217,375
A=Anualidad
i= Tasa de interés anual(12%)
n= Número de años (5 años)

$$A = \frac{217,375 \times 0.12 \times (1+0.12)^5}{(1+0.12)^5 - 1}$$

A = \$ 60,303.81

Con este dato se construye el siguiente cuadro:

CUADRO Nº 23

AÑO	DEUDA FINANC.	INTERESES	AMORTIZACION
0	217,375.00	-----	-----
1	183,156.19	26,085.00	34,218.81
2	144,831.09	21,978.74	38,325.10
3	101,906.99	17,379.73	42,924.10
4	53,843.90	12,228.84	48,074.97
5	-----	6,459.84	53,843.96
		84,132.15	

El Total de intereses a pagar por los 5 años es:

\$ 84,132.15

9.3.6 Estado de Pérdidas y Ganancias (Evaluación Financiera)
(US\$ del año 0/año)

CUADRO N°26

AÑOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS	525,216	525,216	525,216	525,216	525,216	525,216	525,216	525,216	525,216	525,216
EGRESOS	192473.88	192473.88	192473.88	192473.88	192473.88	192473.88	192473.88	192473.88	192473.88	192473.88
Utilidad bruta	332742.12	332742.12	332742.12	332742.12	332742.12	332742.12	332742.12	332742.12	332742.12	332742.12
G. Admin.	4140.00	4140.00	4140.00	4140.00	4140.00	4140.00	4140.00	4140.00	4140.00	4140.00
G. Ventas	3217.92	3143.91	3066.68	2976.58	2870.39	2764.20	2764.20	2764.20	2764.20	2764.20
Utilidad de Oper.	325384.20	325458.21	339948.80	339858.70	339752.51	339646.32	339646.32	339646.32	339646.32	339646.32
G. financ.	26085.00	21978.74	17379.73	12228.84	6459.84	0	0	0	0	0
Deprec.	8695.00	8695.00	8695.00	8695.00	8695.00	8695.00	8695.00	8695.00	8695.00	8695.00
Renta Neta	290604.20	294784.47	313874.07	318934.86	324597.67	330951.32	330951.32	330951.32	330951.32	330951.32
Impuesto a la renta	87181.26	88435.34	94162.22	95680.46	97379.30	99285.40	99285.40	99285.40	99285.40	99285.40
Util. Neta	203422.94	206349.13	219711.85	223254.40	227218.37	231665.92	231665.92	231665.92	231665.92	231665.92

9.3.7 Flujo de Caja Proyectado (Evaluación Financiera)

CUADRO N°27

AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSION	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PROPIA (50% INV. PROPIA)	217375.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AMORTIZ. DE LA DEUDA	-	34218.81	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INCREM. DE KW	-	20702.38	38325.10	42924.10	48074.97	53843.96	-	-	-	-	(20702.38)
TOTAL DE INVERSION	217375.00	54921.19	38325.10	42924.10	48074.97	53843.96	-	-	-	-	(20702.38)
UTILIDAD NETA	-	203422.94	206349.13	219711.85	223254.40	227218.37	231655.92	231655.92	231655.92	231655.92	231665.92
DEPREK.	-	8695.00	8695.00	8695.00	8695.00	8695.00	8695.00	8695.00	8695.00	8695.00	8695.00
FLUJO NETO DE FONDOS	(217375.00)	157196.75	176719.03	185482.15	183874.43	182069.41	240360.92	240360.92	240360.92	240360.92	261063.30

9.3.8 Determinación del VAN (Financiero) del Año "0"

donde : para TD (Tasa de descuento) = 10%

n (años de operación) = 10 años

$$VAN_{0,10} = \sum_{j=0}^n \frac{FNE_j}{(1+TD)^j} = 1\ 015,332.15$$

$VAN_{0,10} = \$1\ 015,332.15$ del año 0

Como el VAN > 0, ¡ El Proyecto es Rentable !

9.3.9 Determinación de la Tasa Interna de Retorno (TIR)

Se calcula para VAN = 0

Osea:

$$\sum_{j=0}^n \frac{FNE_j}{(1+TD)^j} = 0$$

Calculando se tiene : TIR = 79% > 10%

Como el TIR > TD = "El proyecto es rentable"

CUADRO Nº 28

Luego, para TD distintos se obtiene lo siguiente:

TD	10%	12%	14%	16%
VAN	1015,332.15	907,693.61	813,693.44	731,246.01
TIR	79%	79%	79%	79%

9.3.10 Análisis del precio de venta del Aceite Esencial de Muña

El precio límite inferior aplicable a nuestro producto es de \$15/Kg., lo que significa obtener una utilidad mínima de \$0.78/Kg., ésto quiere decir que un precio de venta por debajo del mencionado, se va a traducir en pérdidas.

Por lo tanto, el precio de venta para nuestro producto de acuerdo al mercado de aceites esenciales y tomando como referencia el precio oscilante del aceite esencial de la Menta, por ser ésta, familia taxonómica de la Muña (Familia: LABIATAE) y por poseer algunas características similares, se ha fijado en \$32/Kg., sujeto a la variabilidad del precio en el mercado.

Con este precio se obtendrá una utilidad generosa de \$12/Kg.

A continuación veremos el rango de variabilidad del precio de venta del producto, donde podremos apreciar que dentro de éste rango es factible obtener utilidades netas sustanciales. (Ver cuadro Nº 29).

CUADRO Nº 29

\$/Kg			UTILIDAD NETA (\$/año)	B/C
PV	CU	U		
32	19.80	12.4	203,521.20	1.61
28	18.40	9.60	157,564.80	1.52
26	17.79	8.21	131,304.00	1.46
20	15.97	4.03	65,652.00	1.25
18	15.40	2.60	42,673.80	1.17
15(*)	14.21	0.78	12,802.14	1.055

(*). Precio límite inferior que genera una utilidad neta anual muy pobre.

PV = Precio de venta.

CU = Costo unitario.

U = Utilidad neta por kilogramo.

B/C = Beneficio - Costo.

9.3.11 Valor de Rescate

Tenemos la siguiente fórmula:

$$V_s = (1-f)^n \times V_o \qquad V_o = \text{Inver. Inic. Total}$$

$$\text{Si: } V_o = \$434,750 \qquad V_s = \text{Valor de Rescate}$$

$$n = \text{Años Oper.} = 10$$

$$f = \text{Factor de deprec.}$$

Para nuestro caso $f=0.022$

$$V_s = (1 - 0.022)^{10} \times 434,750$$

$$V_s = \$ 348,039.18$$

9.3.12 Valor de Reventa (V.R)

$$\text{V.R.} = \text{Valor de rescate} + \text{Valor de terreno} + \text{Capital de Trabajo.}$$

$$\text{V.R.} = 348,039.18 + 4,140.50 + 20,702.38$$

$$\text{V.R.} = \$ 372,882.06$$

X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. El aceite esencial de muña y sus productos de desecho son eminentemente ecológicos porque no dañan al medio ambiente.
2. El aceite esencial de muña se perfila como materia prima para la producción de agroquímicos naturales y así un sustituto eficaz de plaguicidas, fungicidas y de otros productos sintéticos tóxicos que dañan al medio ambiente y la salud.
3. Aunque la Importación de Agroquímicos Sintéticos es grande comparado con nuestra producción de Aceite Esencial de Muña, se puede afirmar que un agroquímico elaborado en base al Aceite Esencial de muña es inofensivo y no tóxico al ser humano y al medio ambiente, por lo que se estaría iniciando indirectamente aunque en pequeña escala, un programa de protección al ecosistema.
4. La Planta Industrial estará ubicada en la provincia de Huaraz (Ancash) que reúne las condiciones propicias para sus operaciones y el cultivo de la muña, así como el de ser productora de papa.

5. Se operará con 2 hidrodestiladores que trabajarán alternadamente con el propósito de operar continuamente evitando las paradas de planta.
6. Casi todos los materiales de desecho son reciclables o utilizables, lo que garantiza una operación óptima sin pérdidas de materia que se traducen en dinero a favor.
7. Los equipos en su diseño y fabricación son de poco costo y de alta eficiencia, lo que nos garantiza una alta rentabilidad para la producción del aceite esencial.
8. El análisis concienzudo y minucioso de las propiedades fisicoquímicas del aceite esencial de la muña fueron hechos por químicos, tanto de la Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cuzco y de la UNMSM de Lima, cuyos resultados obtenidos por éstos profesionales, sirvieron como base para nuestro proyecto.
9. La efectiva acción de los componentes sesquiterpénicos del aceite esencial de la muña fueron sustentados seriamente por los profesionales de la U.N.A. de la Facultad de Industrial Alimentarias quienes como resultado de

varias fases experimentales llegaron a la conclusión de que el aceite esencial de la muña puede ser considerado como un plaguicida e inhibidor de brotamiento natural.

10. Con el Estudio del Presente Proyecto notamos que una Industria de éste tipo puede ser instalada en varias ciudades del Perú, si lo hacemos sólo con un perfil comercial podríamos ubicar la planta en la Región Costa, pero si lo hacemos con un perfil descentralista y por una mejor cercanía a la zona de producción de la materia prima sería la región sierra.
11. El material de fabricación de los equipos será de acero inoxidable.
12. Para un terreno cultivable de 230 Ha. se encontraría asegurada la producción de hojas de muña para su posterior extracción.
13. De las gráficas N°s. 01 a 06 de concluye que las condiciones de operación óptimas experimentales en Planta Piloto son:

Tipo de Carga	Hojas secas (Gráfica N°01)
Carga de M.P.	1.4 Kg de H.S. (Gráfica N°03)
Humedad de H.S.:	29% en peso (Gráfica N°05)

Presión de vapor:	21.7 psi (Gráfica N°02)
Flujo de vapor	3.3935 Kg/h (Gráfica N° 06)
Temperatura de agua refrigerante	21°C (Dato)
Flujo de agua refrigerante	1.6 lt/min
Tiempo ópt. destilación	50 min (Gráfica N°04)
Volumen de A.E.:	35 ml (Resultado)
% R (Peso)	2.31 (Resultado)

14. Para el diseño de los equipos y de operación de la planta se tienen los siguiente datos:

Producción de hojas secas	3,150 Kg H.S/Ha
Producc. proyectada de A.E.	16,412.94 Kg A.E./Año (Año 2002).
Hectáreas necesarias	230 Ha.
Días laborales	302
N° de BATCH/Día	8
Tiempo óptimo de extracción	50 min
Tiempo total por extracción	1 hora
Carga	300Kg.H.S/batch
Vapor requerido	727.20 Kg Vap./h
Presión de vapor	21.7 psi

15. Como resultado del análisis de rentabilidad, se ha obtenido un VAN_r - \$1015,332.15 muy rentable, que permite recuperar la Inversión y obtener ganancias hasta más del doble de dicha inversión (\$434.750); con respecto al TIR podemos decir que es de 79% casi 8 veces la tasa de interés pagada por el préstamo necesario para la ejecución del proyecto.

16. Otro indicador importantísimo de la rentabilidad del proyecto es la relación beneficio - costo (B/C) que en nuestro caso es $B/C = 1.61$ el cual nos indica que por cada dólar que egresa, ingresa \$1.61, lo que significa una utilidad neta mayor de 60%.

17. Podemos apreciar, también, que el VALOR DE RESCATE del proyecto, al final de los 10 años de operación representa el 80% del Valor Inicial Invertido (\$348,093.18). Así el valor de reventa de la Planta Industrial sería \$372,882.06.
Por otro lado, la demanda potencial de las hojas procesadas estará ubicada específicamente en los grandes establos de población vacuna o caballar. Esta venta de hojas procesadas va a generar una utilidad de \$0.071/Kg.

18. El proyecto es sensible al precio de venta, por lo que el precio mínimo para que el proyecto tenga una rentabilidad mínima es de \$15/Kg, un precio de venta por debajo de éste valor ocasionaría pérdidas productivas.

19. El precio de venta utilizado para los cálculos financieros del proyecto, fue tomado como un promedio del precio de venta de la menta importada, por ser ésta, familia taxonómica de la muña (familia: Labiatae). Este precio de venta estimado lo consideramos conservador toda vez que este precio esté comprendido dentro del rango de variación analizado entre \$32 y \$20 por Kg. de Aceite Esencial, para obtener una utilidad sustancial.

RECOMENDACIONES

1. La producción de aceite esencial de la muña y la demanda proyectada, se hizo en base a la producción anual de la papa, por ser el tubérculo más representativo de nuestra cocina, siendo recomendable hacer la estimación en conjunto como con la naranja, yuca, camote, etc., dando como resultado la elevación de la producción y por ende la elevación de la rentabilidad del proyecto, tal

como lo demuestran nuestros cálculos hechos en base a la producción de la papa.

2. El aceite esencial de muña se debe de almacenar en recipientes de color ámbar para evitar su oxidación.
3. La muña debe de ser cultivada con miras a la producción en gran escala en forma organizada como se señala en este proyecto.
4. Se debe de dar un constante apoyo a nivel gubernamental para el cultivo sistemático de esta planta ya que en el país aun no existe un estudio de mercado serio, el cual hemos constatado durante la elaboración de este proyecto.
5. Para que las hojas de muña no sean desplazadas por el efecto del vapor hacia los tubos del condensador, se recomienda utilizar una canastilla cerrada que las contenga de lo contrario podrían obstruir dichos tubos mermando la producción del aceite esencial.
6. El aceite esencial de muña, no sólo puede tener una demanda en el mercado de los agroquímicos sino también con una alternativa de mercado potencial, este producto puede ser introducido en el mundo de

los baños turcos, donde el requerimiento de hierbas y esencias naturales es bastante significativo, considerándose que a nivel nacional el número de éstos establecimientos es grande.

XI. BIBLIOGRAFIA

1. Aduanas -"Oficina de Sistemas y Estadística. Importaciones de Productos Agroquímicos de 1990 a 1996".
2. Augusto Morales M.; Javier Romero Ch.-"Control de la polilla de la papa en Almacenes de Huánuco". Universidad Nacional Hermilio Valdizan Huánuco. Revista 1992.
3. Augusto R, Walter.-"Fraccionamiento de la *Mintostachys Mollis* (Muña) y su aplicación en la Inhibición del brotamiento de la papa".Tesis:Programa Académico de Ciencias U.N.A. - 1975.
4. Bedoya Parker, A."Conservación de papas Tomasa Condemayta y Mariva mediante Radiaciones gamma, Aceite Esencial de *Mintostachys Mollis*, Nobrotan y Fusarex."-Tesis:Programa Académico de Industrias Alimentarias-U.N.A. - 1979.

5. Brown Granger, G.-"Operaciones Básicas de la Ingeniería Química".-Editorial Marín S.A.- Barcelona España - 1965.
6. Carbajal Fanso, S.; Castillo Valiente, J.-"Efecto de Cuatro Aceites Esenciales para controlar el Gorgojo Zabrotes Subfasciatus en frijol almacenado". XXXIV Convención Nacional de Entomología (pág. 35) U.N. Pedro Ruiz Gallo 1992.
7. Carbajal Fanso, S.; Cubas Rojas, M.-"Control de Sitophilus Oryzal en maíz almacenado mediante el uso de Aceite Esencial de Muña y Eucalipto".- XXXIV Convención Nacional de Entomología (pág. 36) U.N.P.R.G. - 1992.
8. Carvajal G; Thilly W.-" Actividad Mutagenética de la Muña (Minthostachys Mollis)". Revista Cultural Científica-U.N.A.- Tomo X- (pág. 87 a la 92) - 1988.
9. Contreras, Graciela.-" Actividad Antimicrobiana del Aceite Esencial de Muña frente a Bacterias Enteropatógenas"- U.N.A. - 1983.

10. Chang Minaya, E.-" Proyecto de Factibilidad para la Obtención del Aceite Esencial de Hierba Luisa en el Valle del Huallaga". Tesis: UNI-1989.
11. Chohey N; Tyler H.-" Manual de Cálculos de Ingeniería Química". Editorial Mc Graw-Hill. México - 1986 - Sección 6.
12. Egoavil Meza, A.; Rengifo Abanto, E.-" Estudio Técnico Experimental para la Obtención del Aceite Esencial del Orégano".-Tesis: UNI-1992.
13. Escobedo Monge, Silvia.-" Conservación de Yuca con Aceite Esencial de *Minthostachys Mollis*, (Muña) y con Germicida Químico Bacoxin".Tesis: Programa Académico de Industrias Alimentarias U.N.A.-1987.
14. García Araez.-" Esencias Naturales". Ed. Madrid España - 1953.
15. Gibaja Oviedo, S.-" Investigaciones Químicas de la (*Minthostachys Mollis*)".Tesis:Química- U.N.M.S.M. - 1960 .

16. Guenther, Ernest.-" The Essential Oils". Edit. D. Van Nostrand Company New York. Tomo 3 - 1960.
17. ITINTEC.-Normas Técnicas Nacional. Lima-Perú-1974.
18. Kern, D.Q.-" Procesos de Transferencia de Calor". Mc Graw-Hill. Co. Inc. New York - 1986.
19. Kirk, R, Othmer D.-" Enciclopedia de Tecnología Química". Ed. Uteha , Tomo I y XV - 1965.
20. Lezameta E.; Porras S.E.-" Estudio de Factibilidad de Plantación de Espárrago en el Fundo Fray Ramón".-Lima-1995.
21. Ministerio de Agricultura.- Oficina de Información Agraria.-" Producción Mensual de la papa 1990 1996".
22. Morales Accame, Rodolfo.-" Estudio de la Extracción y Características de los Aceites Esenciales de *Mintostachys Mollis*, (Muña) y de la *Salvia Sagittata* (Hierba Luisa)".Tesis: Programa Académico de Industrias Alimentarias U.N.A. 1973.

23. Motta Piccone, L.-" Proyecto de Factibilidad para la instalación de una Planta de Extracción de Aceite Esencial de Menta".-Tesis: UNI-1977.
24. Munares Echevarría, Manuel.-" Aceite Esencial de Muña en el Almacenaje de papa como inhibidor de brotamiento y microorganismos".Tesis: Programa Académico de Industrias Alimentarias. U.N.A. 1983.
25. Ocon G.J. ; Tojo B.G.-" Problemas de Ingeniería Química".- Editorial Aguilar S.A. Madrid - págs. 298, 356.
26. Ormachea A.E.-" Determinación de los Efectos de la Muña (*Minthostachys Glabrescens* Ep.) y sus extractos contra la polilla de la papa". Especialidad de Entomología. U.N.A. - 1985.
27. Palacios Vaccaro, J.-" Plantas Medicinales Nativas del Perú".- Químico Farmacéutico.
28. Perry H. Robert.-" Biblioteca del Ingeniero Químico". S.E. Edición - 1987.

29. Peters, Max S.; Timmerhaus, Klaus D.-"Plant Design and Economics for Chemical Engineers".- Tercera Edición - 1980.
30. Quispe Neyra, Juan.-" Efecto de Aceite Esencial de Muña en el Almacenamiento de Naranja Valencia". Tesis:Facultad de Industrias Alimentarias U.N.A - 1994.
31. Salamanca Oviedo, Félix.-" Estudio de la Muña y de su Extracto". Desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa- Libro Taller Feria. Cuzco - 1986.
32. Shimabukuro Maeki,D.-" Estudio Técnico de la Extracción del Aceite Esencial de Piper Aduncum L."Matico" y Diseño de una Planta Piloto ".Tesis:UNI-1992.
33. Silverstein M.R..-" Spectrometric Identificación of Organic Compounds".-Fifth Edition-U.S.A.-1991.
34. Smith J.M. Van Ness H.-" Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química". Ed. Mc. Graw-Hill Book Co, New York - 1981.

35. Tejeda Rodríguez, Manuel.-" Ensayos Químicos en el Aceite Esencial de la MUNA".Tesis: U.N.S.A.A.- Cuzco - 1980.
36. Ulrich,Gael D.-" Diseño y Economía de los Procesos de Ingeniería Química".-Ed. Mc. Graw Hill.-Mexico- 1993.
37. Urrunaga S.E.; Acurio U.L.-" Pruebas Físico-Químicas en el Aceite de Satureja Boliviana (Benth) Brig". - Universidad Nacional San Antonio de Abad. Cusco - 1994.
38. Valdizán Maldonado, E.-" Medicina Popular Peruana". Tomo II. Edit. Torres Aguirre. Lima Perú - 1962.
39. Vergara Yayón, Francisco.-" Tratamiento de Aguas Industriales". KAVI Editores S.A. Lima-Perú- 1984.

XII. APENDICE

APENDICE N°01

CALCULO DEL COSTO DE LA MATERIA PRIMA (C.A.M.P)

El costo de la Materia Prima es el resultado de la suma de costos de los combustibles, el costo de las hojas de muña y el costo de la persona encargada de transportar la hierba desde la chacra hasta la planta industrial.

$C.A.M.P. = 724,500 \text{ kg H.S./año} \times \$0.13/\text{Kg H.S.} + 2\text{gl/día} \times 302 \text{ día/año} \times \$1.96/\text{gl} + \$ 115/\text{mes} \times 12 \text{ meses/año.}$

$C.A.M.P. - \$ 96,748.84/\text{año}$

COSTO DE LA MANO DE OBRA (C.A.M.O)

Van a ser 5 obreros los que esencialmente controlaran la producción de la planta, aparte del técnico, Ingeniero, etc. que son costos indirectos.

$C.A.M.O. = 5 \text{ ob} \times \$ 115/\text{mes-ob} \times 12 \text{ meses/año}$

$C.A.M.O. - \$ 6,900/\text{año}$

COSTO DE SUPERVISION DE OPERACION (C.S.O.)

Representa el 50% de la mano de obra

$$\text{C.S.O.} = 0.5 \times 6,900 = \$ 3,450/\text{año}$$

COSTO DE VAPOR ANUAL (C.V.A)

Por dato técnico se sabe que:

Consumo de combustible: 18 gl/hr.

Tipo de combustible : DIESEL N° 2

Precio : \$ 1.25/gl

$$\text{C.V.A.} = 18 \text{ gl/hr} \times 8\text{hr/día} \times 302 \text{ día/año} \times \$1.25/\text{gl}$$

$$\text{C.V.A.} = \$ 54,360/\text{año}$$

COSTO ANUAL DE ELECTRICIDAD (C.A.E)

La central hidroeléctrica que provee energía eléctrica a Huaraz y a sus distritos esta ubicada en el distrito de Independencia con una potencia instalada de 4,000 KW.

CONSUMO DE ENERGIA POR EQUIPO

EQUIPO	HP	Hrs- /día	HpxHr s/día
- Bomba de agua hacia la caldera	0.70	8	5.6
- Bomba del tanque de petróleo	1	8	8
- Bomba para el agua reciclada	0.70	8	1.6
- Bomba de agua de Torre de enfriamiento al condensador.	12	8	96
- Bomba de agua del condensador a la torre de enfriamiento	10	8	80
- Otras bombas (2)	24	8	192
- Motor eléctrico del tecele.	3	8	24
- Motor eléctrico de la faja transportadora	0.80	8	6.4
POTENCIA TOTAL	51.6		413.60

C.A.E. = 51.6 HP x 0.7457Kw/Hpx8hr/día x 302 día/año x
x 0.1255 \$/kw-hr.

C.A.E. = \$ 11,666.87/año

COSTO ANUAL DEL AGUA (C.A.A.)

El factor hídrico para uso agrícola y servicios está asegurado, porque así como la planta(Huaraz) y la zona de sembrío(Yungay) estará ubicado cerca al cauce del Río Santa. Se sabe que el caudal del río Santa es de 21.2 m³/s Por este motivo el agua es barato (\$ 0.1785/m³).

Requerimiento de Agua por la Planta instalada(m³ /h).

- Generación de vapor	=	0.800
- Agua de enfriamiento	=	14.230
- Agua para lavado	=	0.500
- Agua para Limpieza	=	0.600
- Servicios Higiénicos	=	0.050
- Riego de Jardines	=	0.100

		16.233 m ³ /h

Por lo tanto el volumen estimado de agua para el funcionamiento de la planta industrial es de:

16.233 m³ /h.

C.A.A. = 16.233m³ /hx8h/díax302día/añox0.1785\$/m³

C.A.A. = \$ 7,000.58/año

COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO

Se considera, como el 2% del costo del equipo adquirido:

$$\text{Así: C.M.A.} = 0.02 \times 86,950 = \$ 1,739/\text{año}$$

COSTO DE SUMINISTRO DE LAS OPERACIONES ANUAL

Este se considera como el 57% del costo de mantenimiento.

$$\text{C.S.A.} = 0.57 \times 1,739 = \$ 1,000/\text{año}$$

GASTO DE LABORATORIO

Se considera gastos de análisis de Cromatografía de gases, Infrarrojo, Ultravioleta y Reactivos, así:

- Cromatografía de gases = \$120/mes
- Infrarrojo = \$ 20/mes
- Ultravioleta = \$ 10/mes
- Reactivos = \$ 2,500/año

Por lo tanto:

$$\text{G.L.} = (120+20+10)\$/\text{mes} \times 12 \text{ meses/año} + 2,500\$/\text{año}$$

$$\text{G.L.} = \$4,300/\text{año}$$

APENDICE N°02

CALCULO DE LA DEPRECIACION

Se considera un 10% del equipo adquirido.

$$\text{Depreciación} = 0.10 \times (86,950)$$

$$\text{Depreciación} = \$ 8,695/\text{año}$$

CALCULO DE LOS IMPUESTOS

Según la distribución de planta se requiere un terreno de 3,600 m² por lo que el impuesto a pagar; indicado por la Municipalidad del lugar será de \$ 3.57/100m²; un impuesto generoso a cambio de los beneficios que recibirá el pueblo al ponerse en práctica el proyecto.

$$\text{Impuesto} = 3,600 \text{ m}^2 \times (\$3.57 / (100\text{m}^2 \times \text{mes})) \times 12 \text{ meses/año}$$

$$\text{Impuesto} = \$ 1,543/\text{año}$$

CALCULO DE LOS SEGUROS

Se considera como el 0.5% del capital fijo

$$\text{Seguro} = 0.005 \times 414,047.62$$

$$\text{Seguro} = \$2,070.24/\text{año}$$

APENDICE N° 03

TABLA N°01

PROPIEDADES DEL AGUA A DIFERENTES TEMPERATURAS

Temperatura T°C	Conductividad K(cal/hr-m°C)	Viscosidad u(C)	Calor específico Ce(cal/gr°C)
17	0,524	1,050	1,00
23	0,528	0,970	1,00
60	0,556	0,500	1,05
99	0,581	0,2654	1,10

TABLA N°02

DENSIDAD DEL AGUA

T°C	21	22	27	28	87	89	90	100	110
ρ (gr/c.c)	0.9980	0.9978	0.9965	0.9963	0.9673	0.9653	0.9653	0.9584	0.9510

TABLA N°03

(De tabla 10-Kern)

DATOS DE TUBOS PARA CONDENSADORES E
INTERCAMBIADORES DE CALOR

Tubo DE, pulg	BWG	Espesor de la pared	DI, pulg.	Area de flujo por tubo, pulg ²
1¼	11	0,120	1,01	0,800
	12	0,109	1,03	0,836
	13	0,095	1,06	0,884

TABLA N°04

(D E TABLA 9-KERN)

TUBOS DE 1¼" DE, ARREGLO EN CUADRO
DE 1 9/16" (P 4)

CORAZA DI, Pulg	1-P	2-P
10	16	12
12	30	24
13¼	32	30

APENDICE Nº 04

CALCULO DE LOS DIAS LABORABLES

El número de días laborables durante el año, se ha obtenido tomando las siguientes consideraciones:

Año calendario.....	365
Domingos.....	52
Ferriados.....	11
Días Laborables	= 302 días/año

Por lo tanto el factor de servicio de la planta industrial será:

$$F.S. = (302/365) * 100$$

$$F.S. = 83\%$$

APENDICE Nº 05

COMPARACION DE DOSIS DE ACEITE ESENCIAL DE MUÑA CON AGROQUIMICOS SINTETICOS

Según estudios serios realizados, con sus respectivas aplicaciones experimentales, el Aceite Esencial de la Muña puede ser utilizado como Inhibidor de brotamiento, Fungicida y Antimicrobiano, según la dosis a ser aplicado.

A continuación, se muestran las respectivas dosis de Aceite Esencial comparado con su análogo, para verificar su acción en la situación requerida:

PRODUCTO ACCION	A. E. MUÑA	NOBRO.	BACOXIN BENLATE	CLORAN- FENICOL.
Inhibidor de Brotamiento	0.01% 0.1%	0.5%		
Fungicida	0.5% 0.7%		1.2% * 0.7% *	
Antimicrobiano	0.012 ml			0.030 ml **

*. Hongos utilizados: Fusarium solani, Phythophtora infestans.

**.. Bacterias utilizadas : Shigella dysenteriae, Salmonella typhi, Echerichia coli.

APENDICE Nº 06

ANALISIS y VENTA DEL RESIDUO DE LA MUÑA

ANALISIS:

(Muestra: 100 g de residuo)

- Humedad..... 11.00%
- Proteína..... 9.94%
- Grasa..... 5.08%
- Fibra..... 29.60%
- Ceniza..... 10.14%
- Nife..... 34.24%

VENTA DE LAS HOJAS DE MUÑA PROCESADAS:

Las hojas de muña procesadas, que en primer momento fueron consideradas como material de desecho, fueron analizadas en el laboratorio de la Facultad de Industrias Alimentarias de la UNA, el cual dio como resultado, el gran porcentaje de contenido de Fibra, Proteínas y Cenizas de estas hojas; constituyéndose como un buen alimento para el ganado.

Consecuentemente ésto representa en materia monetaria una buena utilidad neta, aparte de las utilidades generadas por la venta del producto en sí, como es el Aceite Esencial de la Muña.

Esto quiere decir, que si anualmente se procesa 724,800 Kg. de hojas secas de Muña, se va a obtener después de la extracción aproximadamente 700,000 Kg. de hoja procesada. Luego si le aplicamos un precio de venta mínimo de \$0.071/Kg. se obtendría una utilidad neta de \$49,700.00, la misma que aumentará la rentabilidad del proyecto.

APENDICE Nº 07

RESULTADOS DE LOS ANALISIS ESPECTROFOTOMETRICOS Y DE CROMATOGRAFIA DE GASES DEL ACEITE ESENCIAL DE MUÑA

ESPECTROSCOPIA ULTRAVIOLETA(UV)

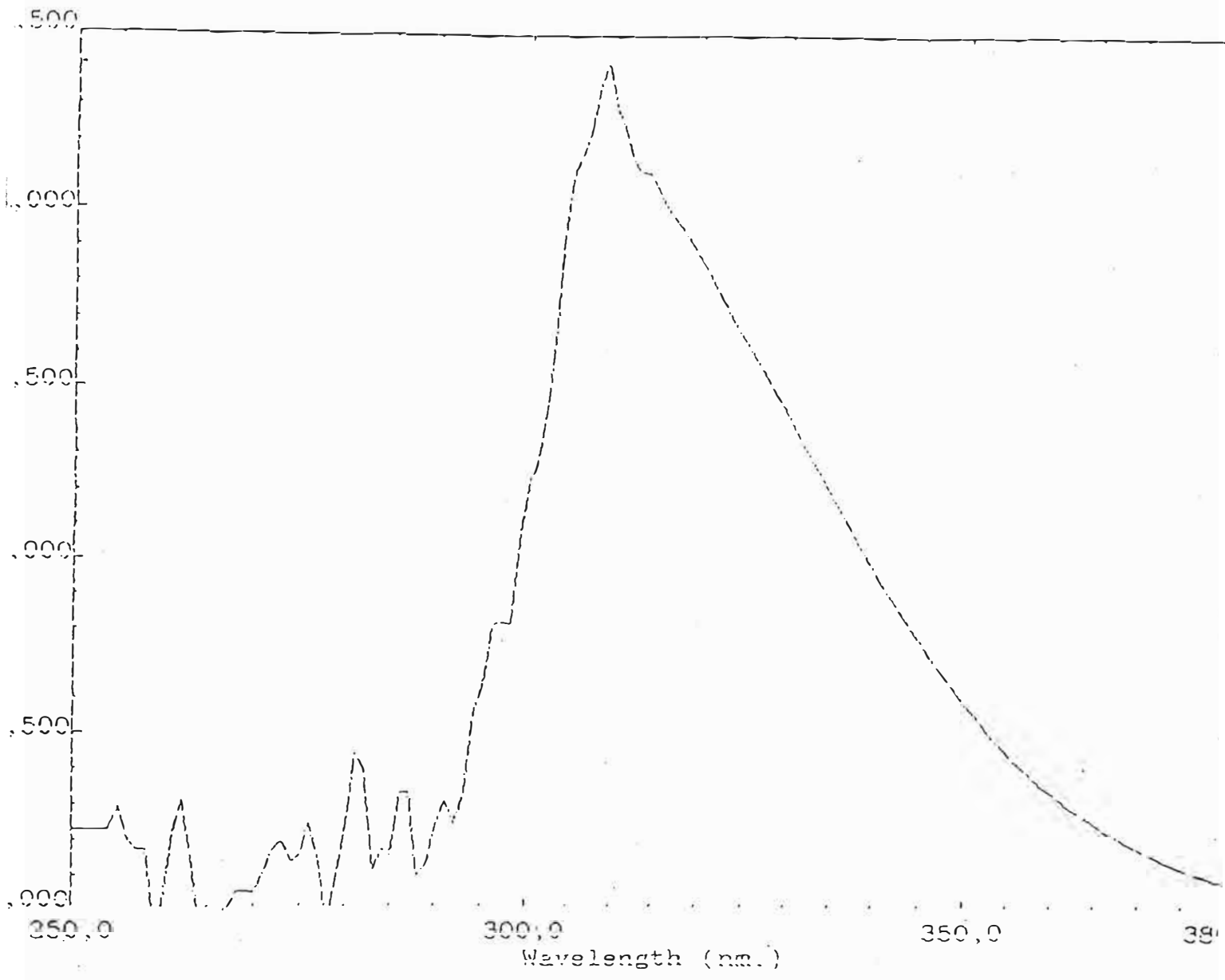
Según la literatura, la mayoría de las bandas de absorción en la región ultravioleta son anchas, porque cada nivel electrónico de energía está asociado con niveles vibracionales y rotacionales. Así mismo, los compuestos cuyas moléculas contienen enlaces múltiples conjugados, absorben luz a longitudes de onda mayores a 200 nm. Según ésta referencia, el análisis realizado en la FIQM de la UNI de nuestro Aceite Esencial(A cargo del Ing. Enrique Neyra) presenta una banda ancha que barre desde 290 nm. hasta 355 nm., presentando 3 picos de absorción máxima en este rango, los cuales son:

<u>λ(nm)</u>	<u>Absorvancia</u>
305	2.10
309	2.42
314	2.12

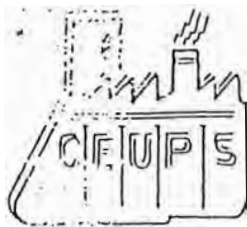
De estos 3 picos, el de mayor absorvancia es el de 309 nm. el cual verifica la presencia de un grupo funcional altamente insaturado unido a un compuesto carbonilo C=O (Compuestos Terpénicos).

Y uno de los compuestos aromáticos que presenta un espectro UV casi similar a nuestro producto es el Naftaleno por poseer 2 anillos bencénicos con la siguiente característica:

$\lambda_{\text{máx.}} = 314$ $\text{Abs.} = 2.49$



Enrique Neira
Inc. Quilme



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA

CENTRO DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA Y PROYECCIÓN SOCIAL

-- CEUPS --



Solicitante	ELMER O. QUIROZ MATILDO EDUARDO AYALA PEÑA	Reporte N°	008-98
Muestra	Aceite esencial de Muña	Cantidad de Muestra	01
Característica y condiciones	Líquido aceitoso de color amarillo.	Fecha de Recepción	02-02-98
Referencia del Cliente	Elmer O. Quiroz Matildo Eduardo Ayala Peña	Fecha de Análisis	03-02-98
Tipo de Análisis Solicitado	Infrarrojo	Método de Ensayo utilizado	

RESULTADOS

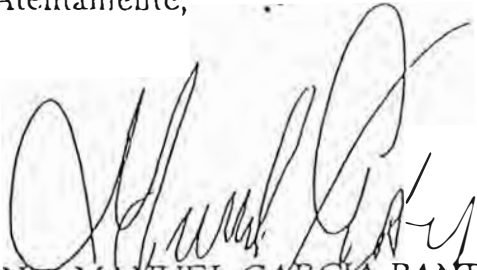
Muestra: ACEITE ESENCIAL DE "MINTHOSTACHIS MOLLIS" (MUÑA)

Se reporta el espectro Infrarrojo con indicaciones de los picos de los grupos funcionales característicos.

- Análisis realizado por el Químico PEDRO CHUMPITAZ CHUMPITAZ
- Muestra proporcionada por el cliente.

Agradeciendo la atención a la presente, quedo de usted.

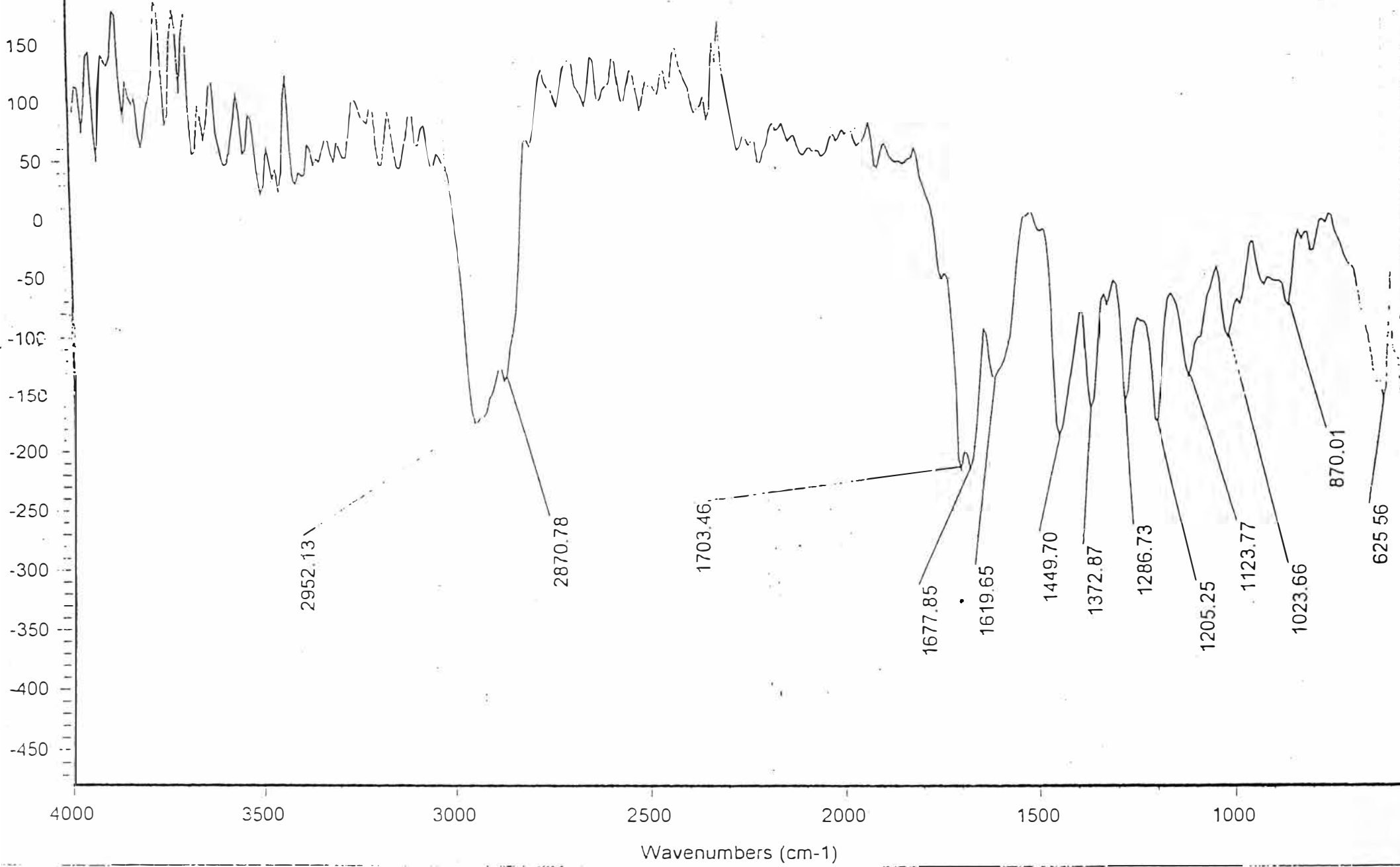
Atentamente,


ING. MANUEL GARCÍA PANTIGOZO
Director del CEUPS
FQIQ- NMSM

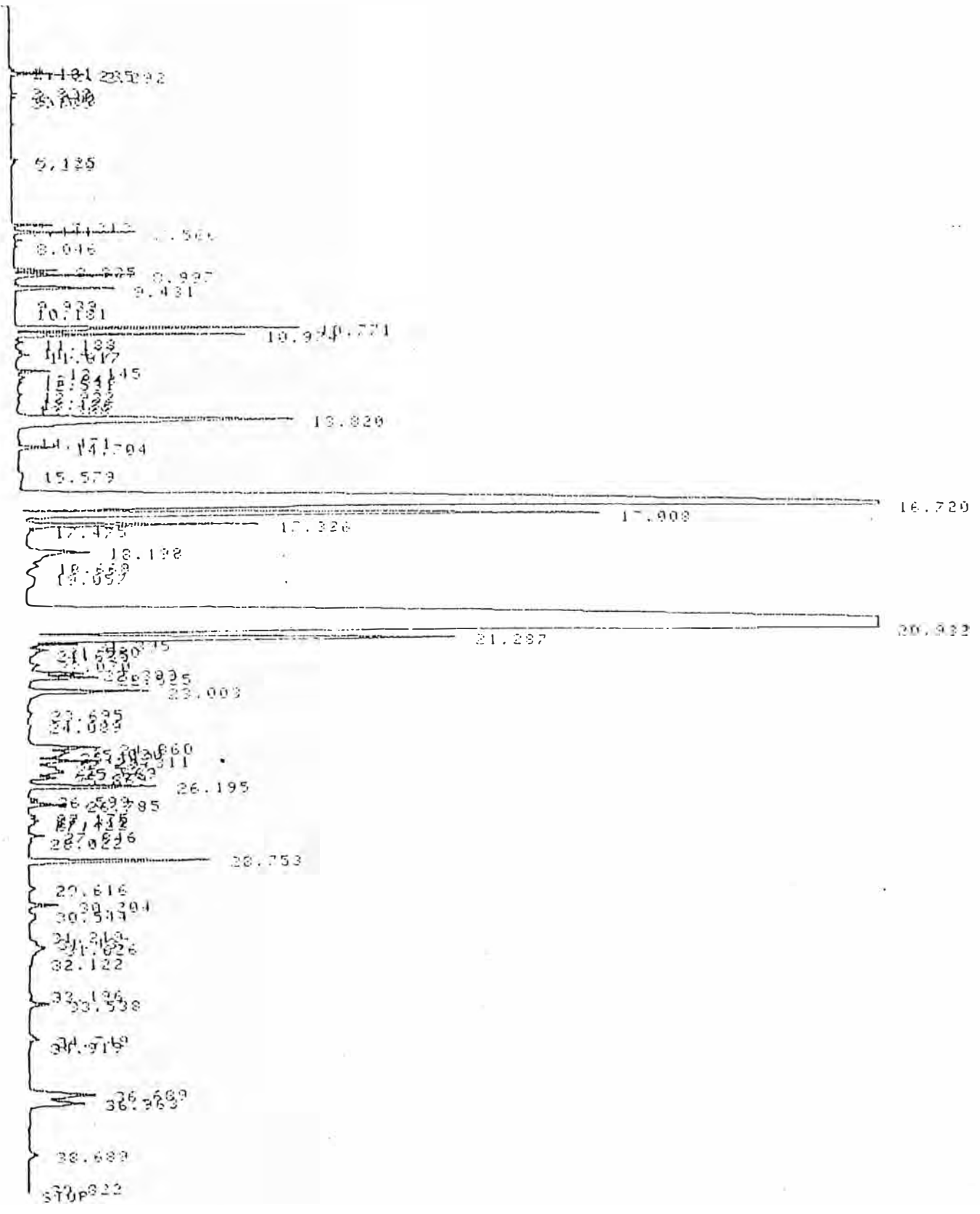
JOSE MANUEL GARCIA PANTIGOZO
INGENIERO QUIMICO
Reg. del Colegio de Ingenieros No. 43382

250

Tue Feb 03 08:17 1998 - Aceite Esencial "Menthostachis Mollis"



*
 * Srs. Eduardo Ayala y Oswaldo Quiróz
 * 19.02.98
 * Cromatografía de Gases de:
 * Aceite esencial (Muña)
 *
 * RUN # 5 FEB 19. 1998 12:44:21
 * START



RUN# 5 FEB 19 1998 12:44:31

SIGNAL FILE: M:SIGNAL.BHC

AREAS:

RT	AREA	TYPE	WIDTH	AREA1
2.121	2511	VV	.054	.91875
2.191	1942	VV	.025	.60778
2.235	11059	VV	.028	.68258
2.292	22761	VV	.034	.16898
2.328	1651	VV	.055	.61233
2.349	2756	VV	.051	.62058
3.063	2750	VV	.041	.62054
3.165	1132	VF	.037	.60851
5.125	2895	BV	.053	.62162
5.239	2843	VF	.060	.61973
7.313	19673	BV	.056	.13621
7.441	963	VV	.048	.60719
7.566	62257	VB	.057	.46470
8.046	3282	BF	.056	.61795
8.325	25495	PV	.066	.71908
8.397	72387	VV	.068	.54854
9.431	79662	VV	.090	.58466
9.939	2987	VV	.081	.62231
10.181	833	PF	.073	.60622
10.771	198551	PV	.079	1.48285
10.974	141474	VV	.079	1.05644
11.188	5322	VV	.069	.63274
11.477	5802	PV	.090	.64333
11.617	9836	VV	.081	.67345
12.145	21715	PV	.074	.71615
12.343	7741	VV	.100	.65780
12.531	4977	VV	.092	.63717
12.902	5643	VV	.095	.64214
13.186	3799	VV	.092	.62837
13.388	1691	VV	.097	.61255
13.828	438651	VV	.122	3.28368
14.471	3096	VV	.102	.63212
14.794	39643	VF	.098	.72135
15.579	6617	PV	.124	.64941
16.728	2979430	VV	.304	22.24848
17.008	651154	VV	.127	4.86249
17.326	292921	VV	.097	1.51538
17.475	18239	VV	.154	.713620
18.198	100531	VV	.170	.75970
18.668	26017	VV	.189	.719428
19.057	13886	VV	.136	.710369
20.932	6241699	BV	.469	46.60902
21.287	576198	VV	.152	4.38363
21.395	27323	VV	.061	.29493
21.590	18035	VV	.096	.713467
21.685	10149	VV	.117	.67572
22.079	14326	VV	.136	.710698
22.383	50059	VV	.102	.27381
22.525	61815	VV	.190	.46169
23.003	112649	PB	.114	.39346
23.695	4128	PV	.195	.603083
24.889	3581	PV	.126	.62674
24.860	33402	VV	.129	.62279
		VV	.124	.61599



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ciencias

Lima, 09 de Marzo de 1998

Solicitante	ELMER O. QUIROZ MATILDO EDUARDO AYALA PEÑA
Muestra	Aceite esencial de Muña
Característica y condiciones	Líquido aceitoso de color amarillo
Referencia del Cliente	Elmer O. Quiroz Matildo Eduardo Ayala Peña
Tipo de Análisis Solicitado	Infrarrojo, cromatografía de gases y lectura de espectro.

RESULTADOS

Espectroscopía IR.

	Frecuencia de Vibración ν (cm^{-1})	Observaciones
1.-	2952.13	Corresponde a una vibración C-H (vibración de tensión del C-H en -CH ₂ - y -CH ₃)
2.-	2870.78	Vibración de tensión del C-H en -CH ₂ - y -CH ₃
3.-	1703.46	Vibración de tensión del grupo C=O (Carbonilo), unido a un anillo aromático.
4.-	1677.85	Vibración de un grupo carbonilo C=O unido a un doble enlace vecinal.
5.-	449.70	Vibración de deformación del O-H en alcoholes.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ciencias

6.-	1372.87	Vibración de deformación del O-H en alcoholes.
7.-	1286.73	Vibración de tensión simétrica del R-O-R en éteres conjugados
8.-	1205.25	Vibración de tensión en éteres aromáticos.
9.-	1123.77	Vibración de tensión de C-OH en alcoholes secundarios.
10.-	1023.66	Vibración de tensión de C-OH en alcoholes primarios.
11.-	870.01	Vibración de anillo aromático disustituido.
12.-	625.56	Flexión fuera del plano N-H amplia.

Cromatografía de gases

Nº	Componentes identificados en la cromatografía de gases
1.-	Hexenal
2.-	2-Hexen -1-ol
3.-	3-Hexen -1-ol
4.-	1-Penteno-3 - ol
5.-	Trideceno
6.-	Hexenal
7.-	Pentanol
8.-	Iso pentanol
9.-	Sesquiterpeno.
10.-	Acetato de 3- Hexenilo

Discusión:

El aceite de muña es una mezcla compleja de alcoholes (2-Hexen-1-ol y 3-Hexen-1-ol) también está mezclado con compuestos altamente insaturados, unidos a un grupo carbonilo C=O (vibración en el infrarrojo de 1703.46 cm^{-1})
En la cromatografía de gases se detectó la presencia de sesquiterpenos (con olor característico de principio activo principal).

APENDICE Nº 08

NORMAS TECNICAS

PROPIEDADES FISICAS

- Índice de Refracción
- Poder Rotatorio específico
- Desviación Polarimétrica
- Densidad

PROPIEDADES QUIMICAS

- Solubilidad en etanol
- Índice de acidez
- Número de Ester

1. Determinación del Índice de Refracción

Norma Técnica Nacional - Itintec 319.075

Consiste en medir el ángulo de refracción del Aceite Esencial mantenido en condiciones normales de transparencia e isotropismo siendo la longitud de onda de la luz de 589.3 nm, que corresponde a la línea D del sodio y siendo la temperatura de 20°C.

Para esta determinación se utiliza el refractómetro clásico calibrado a 20° que permite la lectura directa de los índices de refracción con una precisión de 0.0002. Después de calibrado el refractómetro a 20°C, se verifica que la temperatura a la cual se efectúan las mediciones, no difiera más de 2°C durante la operación se lleva el aceite esencial a un T° aproximada igual a aquella en que se debe hacer la medición y se coloca en el dispositivo del aparato. Se espera a

que la temperatura se estabilice y se efectúa entonces la lectura.

2. **Determinación del Poder Rotatorio específico y de la Desviación polarimétrica**

Norma Técnica Nacional - Itintec 319.076

Consiste en la medida de la rotación del plano de polarización de la luz, a una longitud de onda definida, al atravesar un espesor determinado de aceite esencial. La longitud de onda es generalmente a aquella correspondiente a la línea D del sodio.

Para realizar esta determinación se utiliza un polarímetro cuya precisión debe ser por lo menos igual a 2 minutos o 0.03° , una fuente luminosa monocromática y un tubo de observación de longitud apropiado según la coloración del aceite esencial.

Se regula el polarímetro con el tubo de observación vacío. Luego se lleva el tubo de observación con el aceite esencial que previamente debe haberse llevado a una temperatura de 20°C . Se debe asegurar que el tubo también esté a la misma temperatura del aceite esencial. Se verifica que dentro del tubo no haga burbuja de aire. Se coloca

el tubo en el polarímetro y se mide la rotación polarimétrica dextrógira o levógira del aceite esencial. Se efectúan varias mediciones y se asegura que los resultados de 3 muestras no difieran entre ellas en más de 5 min. y finalmente se calcula el promedio de estos tres resultados.

$$\alpha = \frac{A*v}{l*p}$$

La rotación polarimétrica es : $\alpha =$ -----
Donde : $l*p$

A = ángulo de rotación observado en grados.

l = es el espesor atravesado, en decímetros

v = es el volumen de la solución, en ml.

p = es el peso de la sustancia disuelta, en gr.

PREPARACION DE LA MUESTRA PARA ANALISIS

NORMA TECNICA NACIONAL - ITINTEC 319.077

En un matraz erlenmeyer seco que se encuentre a la misma temperatura del aceite esencial se introduce una cantidad de aceite no mayor de las 2/3 partes de la capacidad del matraz. Se introduce una cantidad de sulfato de magnesio recién desecado neutro, igual o más o menos el 10% del peso del aceite esencial se agita vigorosamente de tiempo en tiempo durante una o dos horas y luego se filtra. Estas operaciones deben preceder inmediatamente al análisis.

3) Determinación de la Densidad y Densidad Relativa
Norma Técnica Nacional - Itintec 319.081

Se usa un picnómetro para pesar volúmenes iguales del líquido de ensayo, con el objeto de obviar el uso de grandes cantidades de éste. Se requiere de una balanza analítica con una precisión de 0.5 mg., se pesa el picnómetro vacío, luego picnómetro lleno con aceite esencial a 20°C. Con estas mediciones se hace el cálculo de la densidad y densidad relativa.

$$\text{La densidad } d_{20} = 0,9978 \times \frac{P2 - P}{P1 - P} \text{ gr/ml}$$

$$\text{Densidad Relativa : } d_{20} = \frac{P2 - P}{P1 - P}$$

4) Determinación de la Solubilidad en Etanol
Norma Técnica Nacional - Itintec 319.0.84

Esta norma establece el método de determinación de la solubilidad de Aceites Esenciales en diluciones de Etanol de 95%, 90%, 85%, 80%, 75%, 70%, 65%, 60%, 55%

Para ésta determinación se coloca dentro de una probeta de 25 ml. de capacidad 1 ml. de aceite, medido con una pipeta y pesado con una exactitud de ± 5 mg. se añade lentamente y agitando constantemente, en porciones de 0,1 ml., la solución etanólica de la concentración adecuada hasta que el aceite se disuelva completamente, se anota el número de volúmenes requeridos; luego se continúa la adición etanólica en incrementos de 0,5 ml. hasta que aparezca opalescencia, aquí se anota el número de volúmenes añadidos o hasta completar 20 ml. y se sigue agitando después de cada adición.

5. Determinación de Índice de acidez

Norma Técnica Nacional - Itintec 319.085

El índice de acidez es la cantidad de mg. de hidróxido de potasio, necesaria para neutralizar los ácidos libres contenidos en 1 gr. de aceite esencial.

Para esta determinación se pesa primero la muestra, se introduce en el dispositivo de saponi-

ficación, se agregan 5 ml. de etanol (95% v/v), 5 gotas de fenolftaleína y se neutraliza la solución obtenida con KOH, hasta la aparición de una coloración que persista por algunos segundos.

Eventualmente se reserva el balón y su contenido para la determinación del índice de éster. Luego el índice de acidez se encuentra con la siguiente fórmula:

$$\text{I.A.} = \frac{5.61 \times V}{P}$$

V = volumen consumido de KOH (ml)
P = Peso de muestra (gr)

6) Determinación del número de Ester

(Método para aceites esenciales de composición desconocida)

Métodos de Investigación Fitoquímica-Alejandro Domínguez. Ed. Limusa - México - 1973

El índice de Ester de un aceite esencial es el número de Hidróxido de Potasio necesario para neutralizar los ácidos liberados por Hidrólisis de los ésteres contenidos en 1gr. de Aceite Esencial. Cuando se desconoce la estructura de los ésteres los resultados se expresan como número de éster.

$$\text{N.E.} = \frac{28.05 \times \text{número de ml de HCl 0.5 N consumidos}}{\text{Peso de muestra en gramos}}$$

Para esta determinación se utiliza la muestra procedente de la determinación del índice de acidez. Se añaden 10 ml. de una solución etanólica 0.5N de hidróxido de Sodio. Se coloca un refrigerante y se refleja la muestra durante 1 hora sobre baño maría. Luego se deja enfriar 15 min. el contenido del matriz. El exceso de álcalis se titula con ácido clorhídrico 0,5N, conviene agregar otras 3 gotas de solución de fenolftaleína.

7. Determinación del Índice

Pesar 5gr. de muestra de aceite esencial en erlenmeyer de 250 cc., añadir 30 cc. de solución de ácido acético-cloroformo 3/2 en volumen. Agitar suavemente el matraz hasta que se disuelva el aceite. Añadir 0.5 cc de solución saturada de Yoduro de Potásico, dejar la solución en reposo agitando de vez en cuando durante 1 min. añadir 30cc de agua destilada.

Valorar con Tiosulfato sódico 0.1 N añadiéndolo gradualmente con agitación constante. Continuar valoración hasta casi desaparición del color amarillo, añadir 0.5 cc. de solución indicadora de almidón y continuar valoración, agitando el matraz

vigorosamente para liberar todo el yodo de la capa de cloroformo. En éste momento añadir el tiosulfato gota a gota hasta que justamente desaparezca el color azul.

Si la valoración requiere menos de 0.5 cc repetir la determinación empleando solución de tiosulfato sódico 0.01 N.

$$\text{I.P. (meq/Kg aceite)} = \frac{\text{cc gastados en valoración} \times \text{N} \times 1000}{\text{Peso de muestra}}$$

donde : N = normalidad del tiosulfato sódico.

APENDICE N°09

EFFECTO DE CUATRO ACEITES ESENCIALES PARA CONTROLAR EL GORGOJO ZABROTES SUBFASCIATUS EN FRIJOL ALMACENADO.

Los tratamientos a ensayarse fueron los aceites de soya y maíz a la dosis de 5 y 10 ml/kg. La obtención de aceites de soya y maíz fueron comercialmente y los de eucalipto y muña por arrastre de vapor en su destilación.

Se utilizó un modelo DCA con tres repeticiones, cada una de las cuales consistió en 1 Kg de frijol blanco en saquitos de polietileno tejido y con 20 parejas de adultos de Zabrotes subfasciatus Bohemann (Coleoptera: Bruchidae). Las reinfestaciones se hacían

cada 10 días y 48 horas antes de cada evaluación. Como resultado del experimento, se tiene que exceptuando el eucalipto en sus dos concentraciones, todos los aceites mostraron un buen efecto inmediato. A los 10 días, los tratamientos de soya y maíz a dosis de 10 ml/kg sobresalen por un alto porcentaje de mortalidad. A los 20 días el porcentaje de mortalidad demuestra poca eficiencia, agudizándose a los 30 días después de la aplicación de los productos.

Los tratamientos de maíz y soya en sus dos concentraciones, muestran a lo largo del experimento, menor número de granos infestados así como de emergencia de adultos. También se mostró que el porcentaje de germinación no se vio afectado mayormente hasta los 100 días de que finalizó el presente trabajo.

CONTROL DE SITOPHILUS ORYZAE (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN MAIZ ALMACENADO, MEDIANTE EL USO DE ACEITES ESENCIALES

Se emplearon los siguientes aceites: muña y eucalipto a las concentraciones de 1 y 2 ml/kg de semilla; soya y maíz a las concentraciones de 5 y 10 ml/kg de semilla. Se empleó un diseño completamente al azar con tres repeticiones, cada una de un saquito de

polietileno con 1.0 Kg. de semilla de maíz, que recibió 33 gorgojos adultos 48 horas antes de cada evaluación, las cuales se efectuaron en forma periódica cada 10 días.

A las 48 horas después de la aplicación sobresalió el tratamiento con eucalipto 2 ml/kg de semilla con un 91.67% de control. Después de los 8 días de la aplicación ninguno de los aceites utilizados mostró una mortalidad aceptable, ya que todos fueron menores de 19%. En el tratamiento con aceite de soya 10 ml/kg semilla emergió el menor número de adultos del gorgojo (193) y los de mayor emergencia fueron eucalipto al 1 ml/mg semilla (1,005) y 2 ml/Kg de semilla (900).

Finalmente, se determinó que, hasta los 100 días después de las aplicación, las semillas más afectadas en su poder germinativo fueron las tratadas con aceite de soya e sus dos concentraciones (menos de 49%), siguieron las tratadas con aceite de maíz 5 ml/Kg semilla (63%) y 10 ml/kg de semilla (60% germinación).

CONTROL DE LA "POLILLA DE LA PAPA" EN ALMACENES DE HUANUCO

El trabajo fue realizado en a Est. Exp. Agrop. de Canchán-Huánuco, a 2020 msnm; con la finalidad de

evaluar componentes del control integrado de al polilla de la papa *Symmetrischema plaesiosema* (Turner) bajo condiciones de almacén.

Los componentes del control integrado fueron:

1. Bioinsecticida: *Bacillus thuringiensis* (Bactospeine 3.2 WP).
2. Dos repelentes vegetales (*Minthostachys* sp. y *Eucalyptus* sp.) que se secaron bajo sombra y luego de desmenuzaron.
3. Fenvalerato (Belmark 30 CE).

Se dispuso de 8 tratamientos incluyendo el testigo. Las evaluaciones, efectuadas en forma integrada e individual, fueron mensualmente por un período de 120 días, registrándose número de: brotes dañados, tubérculos dañados, tubérculos podridos, agujeros por tubérculo e intensidad de daño en tubérculos. Los resultados demostraron que los tratamientos con *Bacillus thuringiensis* + repelentes, fenvalerato + repelente, repelente solo, y *B. thuringiensis* + repelente + fenvalerato, fueron los tratamientos más efectivos durante 3 meses, reduciendo el daño de los brotes de 100% en el testigo a 8.01, 8.53, 9.04 y 10.36 % respectivamente. Registrándose además un promedio de agujeros por tubérculos de 0.32, 0.45, 0.35 y 0.72 para los tratamientos citados, en compara-

ción al testigo con 48.67 agujeros por tubérculo. El grado de daño 5 mostrado por *B. thuringlensis* solo y el testigo se redujo a 1.15, 1.15, 1.25 y 1.15 respectivamente. Los tratamientos con insecticidas, solos, como fenvalerato (0.1%), fenvalerato (0.05%) + *B. thuringlensis*, y *B. thuringlensis* solo, fueron deficientes en controlar a los insectos.