

EX LIBRIS
INSTITUTO DE INVESTIGACION
DE ZONAS DESERTICAS

SISTEMA DE BIBLIOTECAS
Instituto de Investigación de Zonas
Desérticas, UASLP



Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Escuela de Ciencias Químicas

“ESTUDIO PRELIMINAR PARA EL DISEÑO DE
UNA PLANTA PARA LA EXTRACCION DE ACEI-
TE ESENCIAL DE MENTHA VIRIDIS LINNE”.

Trabajo Recepcional

Q u e p r e s e n t a n :
José Manuel Meléndez Grimaldo
José Antonio Pacheco Salas
para obtener el título de:
I N G E N I E R O Q U I M I C O

San Luis Potosí, S.L.P., 1977.

A MIS PADRES Y HERMANOS.

A MI ESPOSA E HIJOS.

JOSE MANUEL.

A MIS PADRES Y HERMANOS.

A MIS ABUELOS MTERNOS;

JOSE ERNESTO Y AURORA.

A TODA MI FAMILIA.

A MA. DEL SOCORRO MARGARITA.

JOSE ANTONIO.

A QUINES HICIERON POSIBLE LA
REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

Escuela de Ciencias Químicas.

Lab. de Fitoquímica del Insti--
tuto de Zonas Desérticas.

A LOS MAESTROS :

Dr. Aldo Torre Florenzano.

Ing. Q. M. en C. Roberto Leyva Ramos.

Ing. Q. José Luis Rojas Gamboa.

Ing. Q. Alfonso Ramos Rada.

Ing. Q. A. Carlos Matienzo López.

Ing. Q. José Angel Márquez L.

A NUESTROS MAESTROS, COMPANEROS

Y AMIGOS.

I N D I C E.

Pág. No.

CAPITULO I.

Introducción..... 2

CAPITULO II.

Parte experimental..... 5

CAPITULO III.

Descripción del proceso de extracción por arrastre con vapor 15

CAPITULO IV.

Parámetros de la extracción -- del aceite esencial de Hierba-buena con arrastre de vapor... 20

CAPITULO V.

Balace de materia y energía - para el procedimiento por lote en el extractor..... 26

CAPITULO VI.

Conclusiones y recomendaciones 35

BIBLIOGRAFIA 46

I

I N T R O D U C C I O N .

Dentro de los problemas que afronta el País, -- se encuentra el de la falta de tecnología, que en la mayoría de las Empresas, es de importación lo que -- provoca una dependencia económica de la misma y a la vez de la Nación, al pagar regalías por el usufruc-- to de una patente; la mayoría de las veces, los pro-- cedimientos de fabricación, aunque eficientes, no es-- tán adaptados al sistema de producción nacional. Es por ello que haciendo un esfuerzo, se presenta este-- trabajo, tratando de aportar una inovación en el Pro-- cedimiento de extracción por corriente de vapor, de-- los aceites esenciales, en particular del aceite de-- "Mentha viridis linne".

Este aceite, se extrae de la planta conocida -- con el nombre vulgar de "Hierbabuena".

Pertenece a la familia de las labiadas (Ref.12), posee hojas sentadas en peciolo cortos y la forma - de las mismas es lanceolado. En el limbo, se encuen-- tran las glándulas con aceite esencial, de olor fuer-- te y aromático, de sabor picante y ligeramente amar-- go.

Para ubicar el presente trabajo, las siguientes estadísticas, muestran las importaciones que se han-- efectuado en México, de este aceite esencial, en los últimos años.

ANO	CANTIDAD EN K.	IMPORTE EN \$.
1970	33895	\$ 6'020,294.00
1971	33469	" 5'828,172.00
1972	28079	" 4'282,280.00
1973	28343	" 4'213,039.00
1974	27305	" 4'981,990.00

Por los datos anteriores, se nota que es considerable el renglón de importación y prevee el I.M. - C.E. (Ref.1), un aumento del mismo para años próximos como resultado de las aplicaciones que tienen -- los aceites esenciales (ver conclusiones) y en particular del de Hierbabuena. Obedeciendo pues a la falta de tecnología propia en el ramo y a un aumento -- previsible en las importaciones, se elabora el presente trabajo.

II

P A R T E E X P E R I M E N T A L .

2.1.- Teoría y métodos de extracción de aceites esenciales.

Los aceites esenciales en su mayoría son volátiles, generalmente casi incoloros cuando son recientes, pero se vuelven oscuros y espesos por exposición al aire; no saponificables con excepción de los que contienen esteres orgánicos; muchos de ellos son ópticamente activos, algunos contienen resinas en solución, llamándose entonces oleoresina o bálsamos.

Todos los aceites esenciales utilizados son de procedencia vegetal (Ref. 2,8,9,12).

Los métodos generales de extracción son: -- (Ref. 2,3,9).

- 1.- Extracción con solvente.
- 2.- Extracción por arrastre con vapor.
- 3.- Enfluerage.
- 4.- Prensado.

A continuación se explica brevemente cada uno de los métodos:

- 1.- Extracción por disolvente:- Consiste en cargar la materia vegetal a un recipiente con disolvente orgánico, los más usuales son: éster de petróleo (P. eb 30^o - 60^o) ligrofina --

(P. eb . 60° - 100°C), hexano normal, bence--
-no, etc. Después se calienta a reflujo du -
rante un tiempo, se filtra el extracto y se -
recupera el solvente por destilación, obte --
niéndose como residuo el aceite esencial.

2.- Extracción por arrastre con vapor:- Se --
carga la materia prima vegetal en un recipiente
te cerrado por el cual circula vapor directo,
poniéndose en contacto con el vegetal. El vapor
por arrastra las sustancias volátiles, que -
se condensan en un recipiente, donde se sepa--
ran el agua y el aceite esencial; posterior--
mente se procede a una purificación y de esta
manera se obtiene el aceite listo para el u-
so que se requiera.

El método está basado en una teoría llamada -
Hidrodestilación o Hidrodifusión que fue pro-
puesta por el científico alemán C. Von Rechenberg
berg, a principios del siglo y establece que:

a).- En las glándulas del vegetal que contie-
ne el aceite esencial, se lleva a cabo -
un fenómeno de difusión que hace que el-
agua desaloje el aceite esencial de las-
mismas.

b).- Esta difusión se rige por la presión y temperatura del agua.

c).- El agua vaporiza al aceite contenido en las plantas, sumándose con ello la presión del vapor del agua y del aceite para dar una presión total que será la de operación.

d).- La separación del aceite se efectúa por un medio condensante que hará que los líquidos vuelvan al equilibrio en sus presiones parciales.

3.- Enfluerage:- Se aplica solamente para la extracción del aceite esencial de las flores por medio de grasas animales.

4.- Prensado:- Para la extracción del aceite esencial contenido en la cáscara de algún fruto como el limón, naranja, etc. y para ello se utilizan prensas especiales.

2.2.- Procedimiento adoptado para la extracción y resultados.

Por ser el método de arrastre con vapor-

el más antiguo, es el que más se ha estudiado, obteniéndose las siguientes variaciones de la colocación del vegetal, a agua y vapor en el recipiente destinado para la extracción.

- a).- En algunos se coloca el vegetal, de preferencia húmedo, en contacto con vapor saturado.
- b).- Se coloca el vegetal también húmedo, en un recipiente que contenga en el fondo agua por la que se hace pasar vapor recalentado o bien saturado.
- c).- El vegetal se coloca en un recipiente -- parcialmente lleno de agua que recibe -- fuego directo.
- d).- El vegetal, junto con agua, recibe en un recipiente una corriente de vapor recalentado.

De las variantes anteriores, se nota que es más satisfactoria la (b), ya que en la (a) se obtiene una baja eficiencia porque el vapor saturado seca y quema el vegetal y con esto el fenómeno de hidrodifusión se efectúa parcialmente; en lo que respecta a -

(c), el fuego directo provoca reacciones de hidrólisis en los componentes del aceite, ya que éste permanece en contacto con el agua, disminuyendo con ello la eficiencia de la extracción. Para la (d), el recipiente destinado para la extracción, debe ser resistente a la presión, debido a las características del vapor utilizado; además, el contacto entre el vapor y la planta es mínimo debido a la alta velocidad del vapor, no efectuándose el fenómeno de hidrodifusión.

La (b) es satisfactoria debido a que la presencia de agua en el recipiente, disminuye la presión, temperatura y velocidad del vapor, originando con esto un buen contacto entre el vapor y el vegetal y con ello el fenómeno de hidrodifusión se lleva a cabo satisfactoriamente.

El equipo empleado en el laboratorio para llevar a cabo este procedimiento, fue el siguiente: Un matraz generador de vapor en conexión a otro donde se efectúa la extracción, un refrigerante para condensar y enfriar los vapores procedentes del matraz anterior y por último, un matraz receptor del condensado (agua y aceite). En la instalación del equipo se utilizaron empaques de corcho, para evitar absorción del aceite; además que el equipo fué seleccionado --

para procesar 100 g. de vegetal.

En la determinación del rendimiento de la extracción, se utilizaron cargas de vegetal hasta completar 417 g., obteniéndose en el recipiente colector 13.3 g de aceite esencial que corresponden aproximadamente a un RENDIMIENTO de 3.2%. El tiempo neto para agotar - 417 g. de vegetal fue de 45 minutos aproximadamente, - entendiéndose por tiempo neto desde que entra el va - por al recipiente hasta que se deja de percibir el -- aroma a Hierbabuena (aproximadamente 10 minutos para - cargas de 100 g. y para el equilibrio señalado).

2.3.- Datos físicos y químicos del aceite esencial de Hierbabuena.

Con el fin de obtener datos más exactos del a -- ceite esencial, se empleó la extracción con solvente. llevada a cabo en un soxhlet con capacidad para 200g. de vegetal. La cantidad de Hierbabuena sometida a -- extracción, fue de aproximadamente 400 g. El tiempo - fue de 5 y 7 horas y una relación de 7.5 g. de solven - te por 1 g. de vegetal, haciéndolo así por las conti - nuas pérdidas de solvente por evaporación durante la - extracción.

Para la selección del solvente se tomó en cuenta que únicamente extrajera el producto deseado, no fue-

ra altamente tóxico, fácilmente recuperable y que -- posteriormente no influyera en forma apreciable para la determinación de las constantes.

El solvente que reunió estos requisitos, fue el éter de petróleo (P.eb. 30° - 60°C a la presión atmosférica).

Las observaciones durante la extracción, fueron coloración del solvente con el aceite fue amarilla - con separación de fases; una superior, solvente con aceite y una inferior, que según la literatura son - otras sustancias con ceras, pigmentos, saponinas, -- etc. de coloración clara y que a medida que se prolonga el tiempo de exposición a la luz, adquiere una coloración café oscuro.

Datos del aceite esencial de Hierbabuena, vegetal procedente de Justino perteneciente al Mpio. de Ahualulco, S.L.P.

PROPIEDAD	TEMPERATURA DEL DATO	VALOR
Indice	22.0°C	1.4091
de	20.0°C	1.4089
refracción	17.0°C	1.4110
	14.0°C	1.4139
	13.5°C	1.4142
	12.1°C	1.4141

Poder rotatorio (a 20° C) -50°15', -60°10'

Peso

molecular

aproximado 308.5 g/mol.

(Método de Dumas

Densidad (a 26° C) 0.6645 g/cm³

PH 5

Punto de

ebullición (presión de 225°C
616mmHg)

aproximado

CP_{aceite} 0.603 cal/g-°C

Cantidad

de cetona 50 - 70%

como carvona

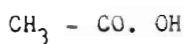
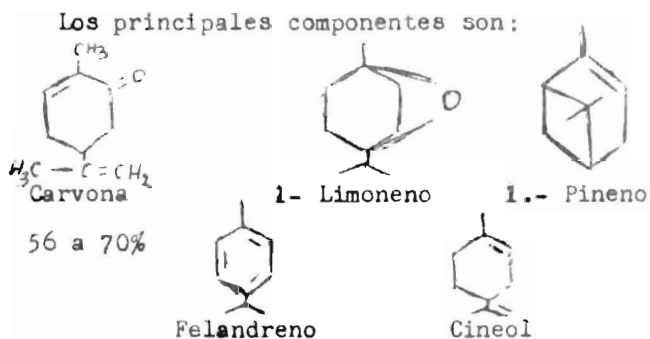
Principal componente Determinado por medio de una combinación con bisulfato - sódico y se mide la capa oleosa residual, para más detalles véase (Ref.4,7,9).

El aspecto del aceite esencial de Hierbabuena,-

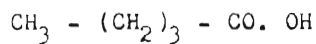
EX LIBRIS

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
DE ZONAS DESERTICAS

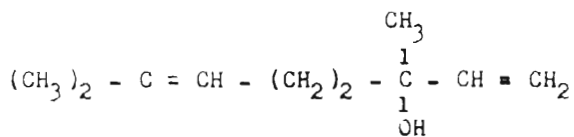
es verde amarillento, de fuerte olor característico, inmisible con agua, pero miscible con éter de petróleo, benceno, éter etílico y alcohol. En exposición prolongada a la luz ordinaria, el color cambia a café claro y su olor varía, por lo que es necesario almacenarlo al abrigo de la luz.



ACIDO ACETICO



ACIDO VALERIANICO



3,7 DIMETIL - 1,6 - OCTADIENOL - 3

C A P I T U L O I I I .

DESCRIPCION DEL PROCESO DE

EXTRACCION POR ARRASTRE CON VAPOR.

La secuencia en el procedimiento de extracción por arrastre de vapor se puede observar en el diagrama de bloques (Fig. 1) teniendo como explicación lo siguiente:

- I.- Una Caldera Recipiente que genera el vapor necesario.
- II.- Un recipiente Donde se pondrán en contacto vegetal y vapor y que es en sí la parte medular del procedimiento extractor.
- III.- Un condensador Donde se enfría y condensa vapor (y enfriador a la vez). por procedente del recipiente extractor.
- IV.- Un tanque colector del condensado. Donde se efectúa la separación del agua y del aceite por la acción de la gravedad.
- V.- Tanque de almacenamiento de agua. Que suministra el agua necesaria.

DESCRIPCION DE UN EXTRACTOR.

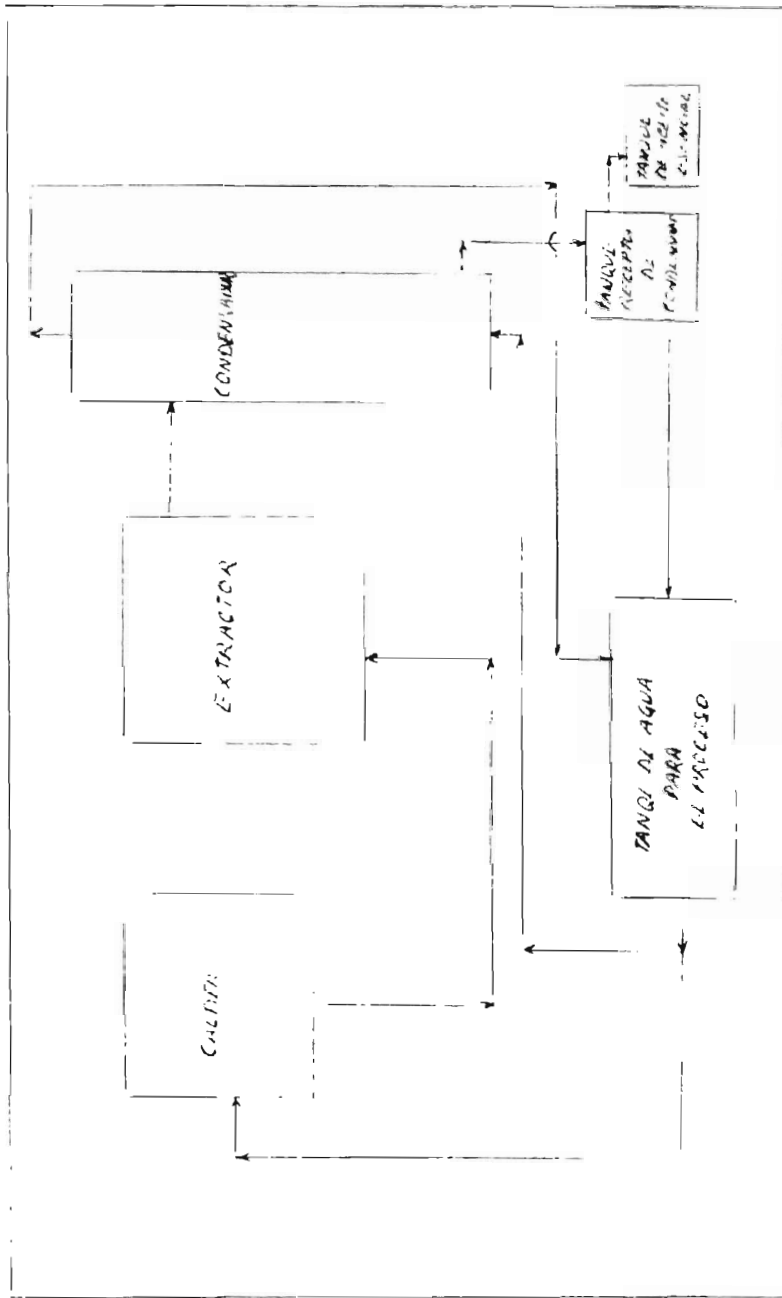
Siendo muy incompleta la anterior descripción se puede añadir lo siguiente:

Los recipientes tradicionalmente empleados para

la extracción por este método, tienen en su parte interior, agua que disminuye la temperatura y velocidad del vapor utilizado, y a corta distancia, encima de la misma, una placa perforada o malla de acero -- que sostiene el vegetal. Poseen además un conducto que comunica el recipiente con el condensador.

En este tipo de extracciones, la carga vegetal se hace en forma manual y sin ninguna colocación apropiada para aprovechar mejor el vapor. Es por ello que algunos autores han recomendado diseños como el siguiente:

Un recipiente como cámara de vapor y una canastilla para el sostén del vegetal. El recipiente cubre la canastilla y la sostiene por medio de un anillo interior (Fig.2); la canastilla en la parte superior tiene lámina como lo indica la Fig. 2. Para contribuir junto con el anillo interior del recipiente a forzar el paso del vapor exclusivamente por el vegetal. Y esto también con el fin de prolongar el contacto del vapor y vegetal obteniéndose mejores resultados en la extracción.

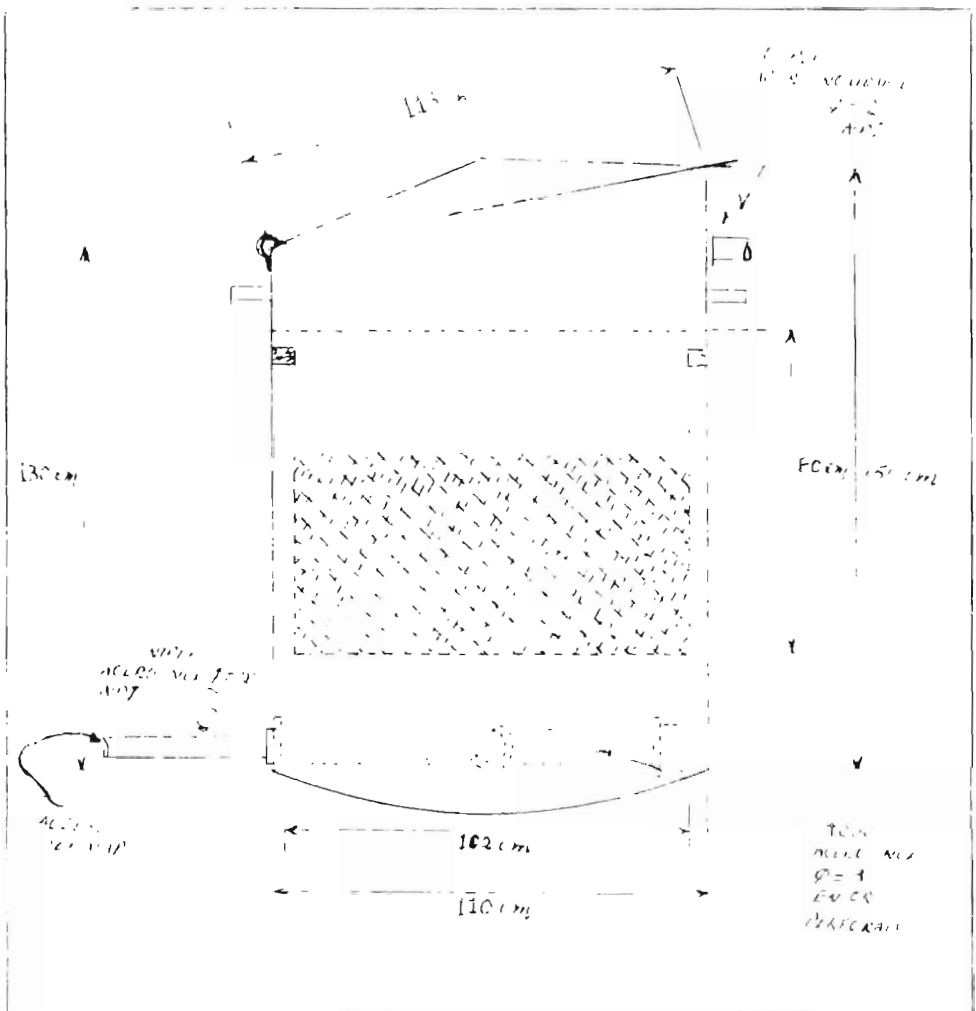


ESTUDIO PRELIMINAR PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA
EXTRACCIÓN DE ACEITE ESSENCIAL DE MENTHA VIRGINE LAMINATA
TRABAJO RECEPTORAL

ESCALA 5/8

FIG. N.º 1
DIAGRAMA DE ACOPLAJES

CIENCIAS QUÍMICAS	DIBUJO	DES. A. J. DE S. J.
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA	REVISOR	DE SAN JUAN, P.R.



ESCUELA D. CIENCIAS QUIMICAS	DISEÑO Juan Antonio...	ESCALA 1:125	FIG. N.º 2 EXTRACTOR
UNIVERSIDAD DE ACAPULCO DE SAN JUAN DE LOS RIOS	RESUMEN	ACCIONES...	MATERIAL DE CONSTRUCCION TUBO DE ALUMINIO N.º 304

C A P I T U L O I V
PARAMETROS DE LA EXTRACCION
DEL ACEITE ESENCIAL DE HIERBABUENA
POR ARRASTRE CON VAPOR.

De las experiencias observadas en el laboratorio, se puede constatar que los factores que influyen en la extracción son:

La presión, la carga del vegetal a procesar que afecta directamente al rendimiento e indirectamente al tamaño del equipo.

IV-1.- Presión de operación.

La presión afecta porque la extracción puede realizarse a la presión atmosférica, a bajas presiones superiores de una atmósfera (Ref.3) que implica una temperatura de operación diferente para cada caso, y que es muy importante conocer, ya que la teoría Hidrodestilada o -- Hidrodifusión así lo afirma.

Las pruebas en el laboratorio se efectuaron a 616mmHg que es la presión normal en la ciudad de San Luis Potosí; y en lo que respecta a la temperatura, adelante se da una explicación - y cómo se obtiene.

IV-2.- El rendimiento en la extracción de aceites -- esenciales por el método de arrastre con vapor, fluctúa entre 1 y 5% por lo que para obtener cantidades apreciables de aceite esen -

cial es necesario procesar cargas de vegetal-
superiores a 30 KG. (Ref. 8,9).

IV-3.- Temperatura de operación:

La presión de operación es igual a la presión
del vapor evaluadas a la misma temperatura de
operación, es decir:

$$P^{\circ} \text{ aceite} - P^{\circ} \text{ H}_2\text{O} = P_{\text{operación}}.$$

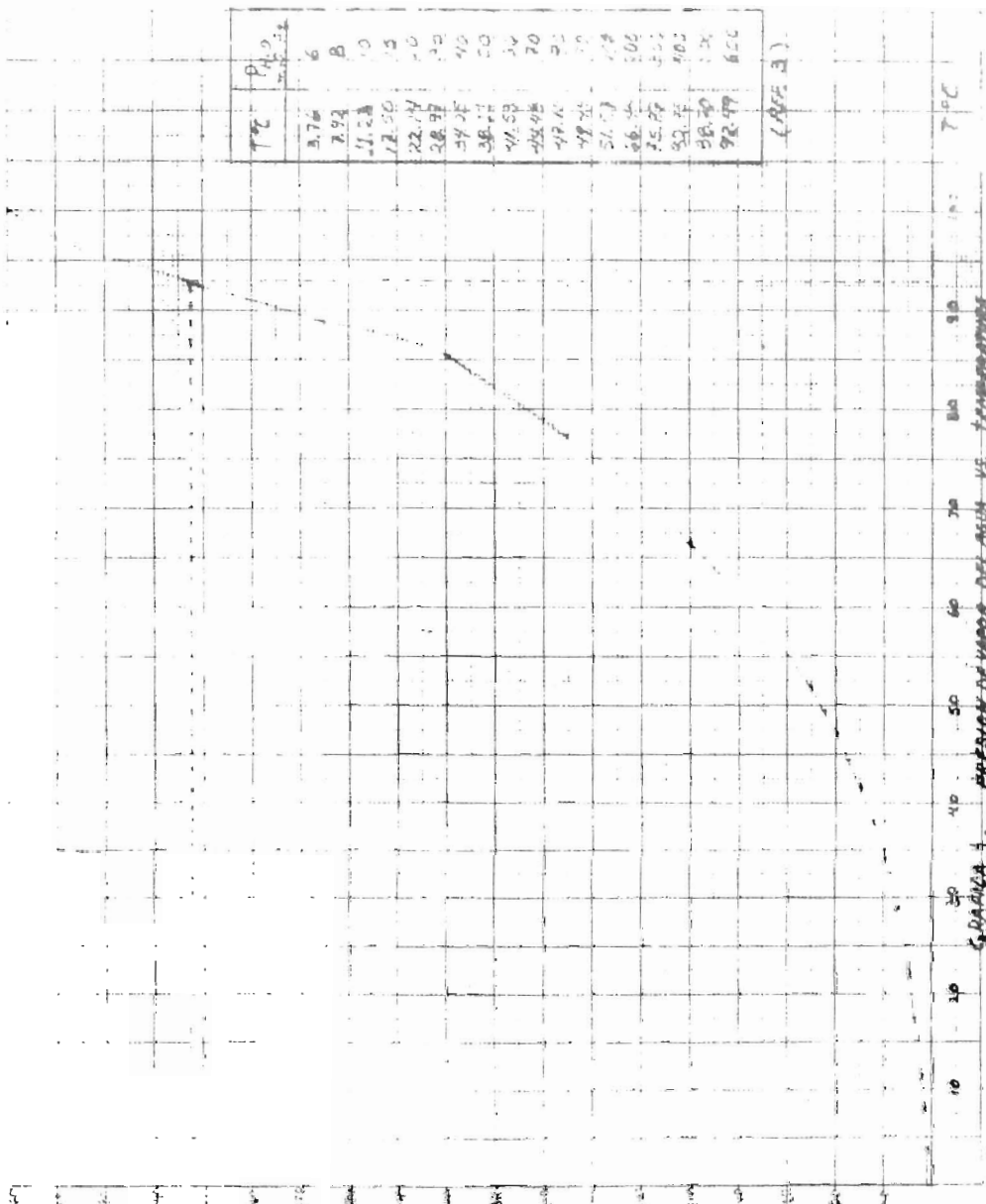
$$P^{\circ} \text{ aceite} - P^{\circ} \text{ H}_2\text{O} = 616 \text{ mmHg.}$$

Con el auxilio de las gráficas 1 y 2, construí-
das con los datos adicionales y por un procedimiento
de tanteo, se obtuvieron los siguientes valores:

$$P^{\circ} \text{ aceite} = 7.3 \text{ mmHg} \text{ y } P^{\circ} \text{ H}_2\text{O} = 609 \text{ mmHg}$$

esencial
(carvona)

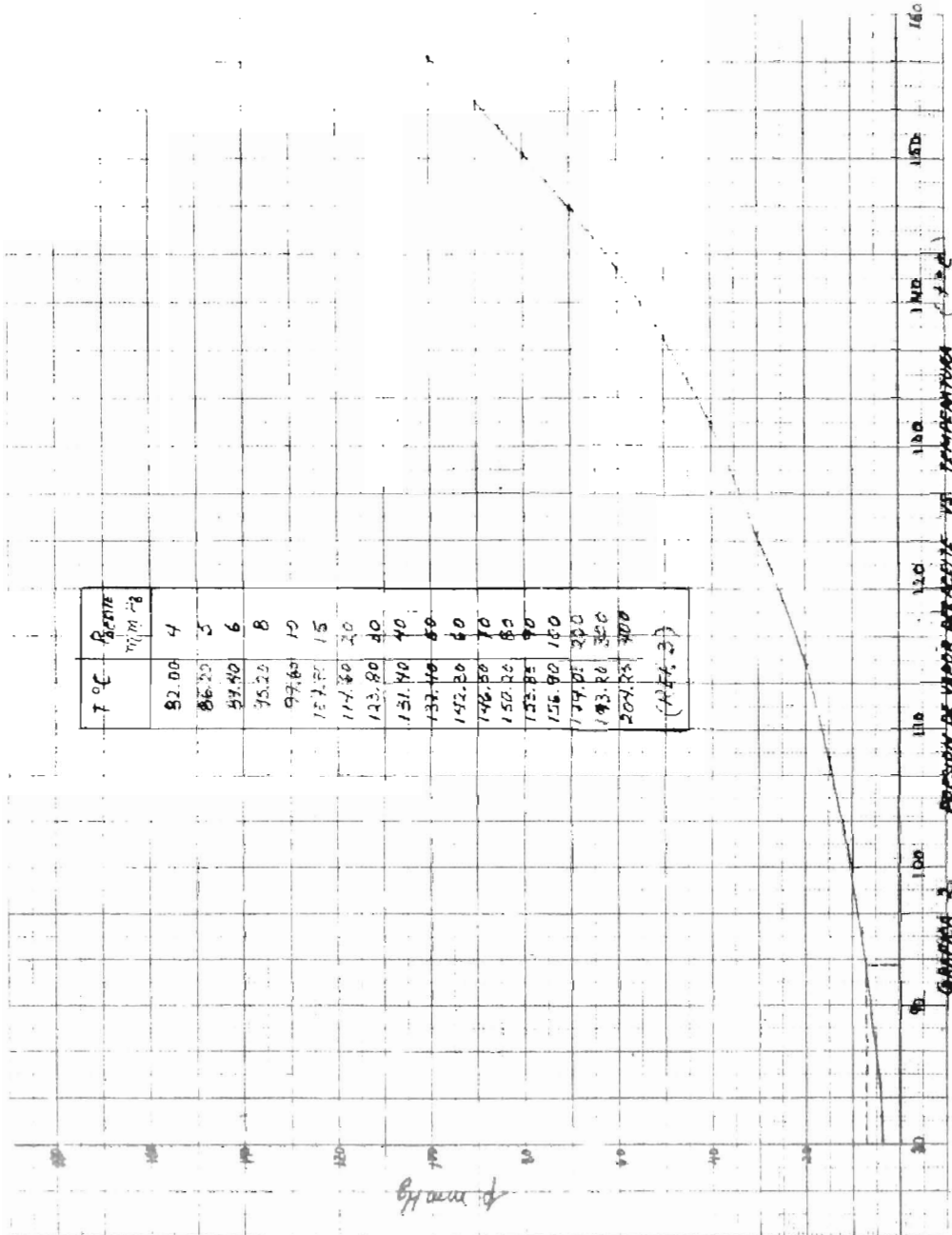
Correspondiendo ésto a una temperatura de 93°C-
ó 199.4°F, que será la temperatura de operación.



f. mm Hg

7°C

Gráfica 3. PRESION DE VAPOR DEL AGUA VS. TEMPERATURA



T °C	Pressure mm Hg
82.00	4
86.20	5
89.40	6
95.20	8
97.60	10
107.50	15
117.80	20
133.80	40
137.40	40
137.40	50
142.20	60
146.80	70
150.20	80
153.85	90
156.90	100
179.05	200
193.80	300
204.25	300

(179.05)

Pressure

80 100 120 140 160
TEMPERATURE (°C)

IV-4.- El tiempo de operación es un parámetro que de
pende de factores tales como: Cantidad de ve-
getal que procesa, forma de extractor, condi-
ciones de operación, estado de la planta, ren
dimiento, etc.

Este parámetro solo se determina realizando -
estudios o experimentos en una planta piloto.

C A P I T U L O V
BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA
PARA EL PROCEDIMIENTO
POR LOTE EN EL EXTRACTOR.

1.- Balance de materia para el extractor.

Base: 50 Kg. de Hierbabuena por lote, que según el rendimiento obtenido en el laboratorio que fue de 3.2%, proporcionarán 1.8 Kg. - de aceite esencial que pasarán junto con el vapor de extracción al condensador.

Quedando por consiguiente, una carga de vegetal agotado con peso de 48.2 Kg. en base seca.

Dimensiones aproximadas del extractor:

Conforme a la figura No. 2, será:

Canastilla altura = 0.8 M.
 diámetro = 0.9 M.

Extractor diámetro = 1.1 M.
 altura₁ = 1.5 M.
 altura₂ = 1.3 M.

Con acceso al vapor en la parte inferior para un tubo procedente de la caldera de $\varnothing = 2\text{in}$ y una cruz interior formada con tubo de $\varnothing = 3\text{in}$ perforado de tal manera que queden estas perforaciones hacia abajo.

* Tomada únicamente como ejemplo para el balance de energía y materia.

2.- La cantidad de calor por lote que se debe suministrar al extractor es:

- a) Cantidad de vapor necesaria para extraer 1.8 Kg. de aceite esencial.
- b) Calor necesario para elevar la temperatura de la Hierbabuena de 78. F a 199.4°F.
- c) Calor necesario para vaporizar el aceite esencial contenido en la planta.
- d) Calor necesario para elevar la temperatura del recipiente desde 78.8°F a 199.4°F.
- e) Calor necesario para elevar la temperatura -- del agua que sirve para disminuir la temperatura y la velocidad del vapor desde 78.8°F a 199.4°F (La cantidad de agua fue obtenida de manera experimental).
- f) Pérdidas de calor debidas a la radiación y -- convección en las paredes externas del recipiente.

Los datos necesarios son:

C_p Hierbabuena 0.378 $\frac{\text{BTU}}{\text{lb}^\circ\text{F}}$ Ref.9

C_p Aceite esencial $0.603 \frac{\text{BTU}}{\text{Lb}^\circ\text{F}}$ (dato experimental)

C_p Acero $0.214 \frac{\text{BTU}}{\text{Lb}^\circ\text{F}}$ (Ref.13)

T_1 78.8° F

T_2 199.4° F

Entalpia del $\text{H}_2\text{O}(1)$ $46.75 \frac{\text{BTU}}{\text{Lb}}$ (Ref.11)
a 78.8° F

Entalpia de $\text{H}_2\text{O}(1)$ $166.99 \frac{\text{BTU}}{\text{Lb}}$ (Ref.11)
a 199.4°F .

Temperatura media
de ebullición del 437° F
aceite.

Densidad del agua
a 78.8°F $0.9968128 \text{ KG/Lts.}$

Area total del re
cipiente. 6.85 m^2

Cantidad de agua-
en el recipiente. 110 Lts.

Con los datos anteriores se procederá al cálculo de los calores ya mencionados.

a) Vapor necesario para la extracción de 1.8 Kg.-

de aceite esencial.

$$\frac{W_A}{W_B} = \left(\frac{M_{H_2O}}{M_{aceite}} \right) \left[\frac{P_t}{P_{aceite}^o} - N \right] \text{ Ref. 3- y 9.}$$

Donde:

W_A = Peso del vapor

W_B = Peso de aceite.

M_{H_2O} = Peso molecular del agua.

M_{aceite} = Peso molecular del aceite.

N = Eficiencia en la extracción.

P_t = Presión de trabajo = 616 mmHg.

P_{aceite} = Presión de vapor del componente principal del aceite = 7.3 mmHg.

$$W_A = (1.8 \text{ Kg.}) \left(\frac{18 \text{ gr/mol}}{308 \text{ gr/mol}} \right) \left[\frac{616 \text{ mmHg}}{7.3 \text{ mmHg}} - 1 \right]$$

W_A = 8.77 Kg de vapor.

b) Calor necesario para elevar la temperatura de la Hierbabuena de 78.8° F a 199.4° F.

$$q_b = m_b C_p \Delta T$$

Donde:

m_b = 50 Kg. = 110.13215 Lb.

$$C_p = 0.378 \text{ BTU/Lb}^\circ\text{F}$$

$$t_1 = 78.8^\circ \text{ F}$$

$$t_2 = 199.4^\circ\text{F}$$

$$q_b = 5020.572 \text{ BTU.}$$

- c) Calor necesario para vaporizar el aceite esencial contenido en la planta.

$$q_c = M_c \lambda$$

$$\frac{\lambda}{T_b} = 9.5 \log T_b - 0.007 T_b \quad \text{(Regla de Nernst).}$$

(Ref.6)

T_b = Temperatura de ebullición (Promedio) -- del aceite (°K) = 498°K.

λ = Calor latente de vaporización en CAL/ - MOL.

$$\lambda = 11024.562 \text{ CAL/MOL.}$$

$$q_c = 263.65848 \text{ BTU/MOL.}$$

- d) Calor necesario para elevar la temperatura del recipiente desde 78.8°F a 199.4°F.

$$q_d = M_d C_p \Delta T.$$

Donde:

$$C_p = 0.214 \text{ BTU/Lb}^\circ\text{F} \quad \text{(Acero)} \quad \text{(Ref.15)}$$

$$M_d = \text{Area total del } X \text{ (KG/M}^2\text{)} \\ \text{recipiente}$$

$$M_d = 6.85 \text{ m}^2 \times (27.42833 \text{ Kg./m}^2) \text{ - para lámina de } 1/8''$$

$$M_d = 413.84 \text{ Lb.}$$

$$q_d = 10680.614 \text{ BTU.}$$

- e) Calor necesario para elevar la temperatura del agua que sirve para disminuir la velocidad y temperatura del vapor, desde 78.8°F a 199.4°F .

$$q_e = M_e \Delta H.$$

Donde:

$$H_1 = 46.75 \text{ BTU/Lb a } t_1 = 78.8^\circ\text{F.}$$

$$H_2 = 166.99 \text{ BTU/Lb a } t_2 = 199.4^\circ\text{F.}$$

$$M_e = V \rho_{H_2O}$$

$$V = 110.0 \text{ Lts. (Dato obtenido en forma experimental).}$$

$$M_e = 241.51 \text{ Lb.}$$

$$q_e = 29040.105 \text{ BTU.}$$

- f) Pérdidas de calor debidas a la radiación y la convección.

$$\text{Fórmula: } q_f = q_r - q_{co.}$$

$$q_r = 0.171AE \left[\frac{T_1^4}{100^4} - \frac{T_2^4}{100^4} \right] \quad \text{Ref. 11}$$

$$q_{co.} = hA \Delta T_f \quad (\text{Ref.11}).$$

Para convección natural

$$h = K (\Delta T)^{0.25} \quad (\text{Ref.11})$$

$$K = \frac{0.22}{D_o^{0.25}} \quad (\text{Ref.10})$$

Donde:

q_r = Calor debido a la radiación.

q_{co} = Calor debido a la convección natural.

A = Area en ft^2

E = Emisividad de la superficie = 0.44 (Ref. 13).

T = Temperatura en $^{\circ}\text{R}$.

h = Coeficiente de convección natural en --
 $\text{BTU/hr}^{\circ}\text{Fft}^2$

ΔT_f = Diferencia de temperatura entre los me-
-dios en $^{\circ}\text{F}$.

K = Una constante.

D_o = Diámetro externo en $\text{ft} = 4.26 \text{ ft}$.

$$h_c = K(\Delta T)^{0.25}$$

$$K = \frac{0.22}{(4.26)^{0.25}} = 0.14771732$$

$$\Delta T = (199.4^{\circ}\text{F} - 78.8^{\circ}\text{F}) = 120.6^{\circ}\text{F}$$

$$h_c = 0.147771732 (120.6^{\circ}\text{F})^{0.25} = 0.48951753$$

$$q_{co} = hA \Delta T$$

$$A = 4.83\text{m}^2 \quad \text{Area del recipiente que da ca--}$$

lor por convección.

$$q_{co} = (0.4895 \text{ BTU/Hrft}^2\text{-}^\circ\text{F}) \left(\frac{4.83}{0.305^2} \text{ ft}^2 \right)$$

$$(120.6^\circ\text{F}) = 3065.1679 \text{ BTU.}$$

$$q_r = 0.171 \left(\frac{4.83}{0.305^2} \text{ ft}^2 \right) 0.44 \left[\frac{659.4}{100^4} - \frac{538.8}{100^4} \right]$$

$$q_r = 409.33 \text{ BTU.}$$

$$q_f = (3065.1679 \text{ BTU/Hr} + 409.33 \text{ BTU/Hr}) \times \text{tiem}$$

po por lote*.

$$q_f = 2605.8771 \text{ BTU.}$$

∴ el calor será:

$$5020.5720 \text{ BTU}$$

$$263.6584 \text{ "}$$

$$10680.6140 \text{ "}$$

$$29040.1050 \text{ "}$$

$$2605.8771 \text{ "}$$

$$47610.826 \text{ "}$$

A los que se deben agregar 8.77 Kg. de vapor cu
ya conversión a BTU dependerá de la presión y tempe-
ratura a la que se suministre el vapor al extractor.

* Tomado de la Ref. 9 para propósitos ilustrativos.

C A P I T U L O V I .

C O N C L U S I O N E S

Y

R E C O M E N D A C I O N E S .

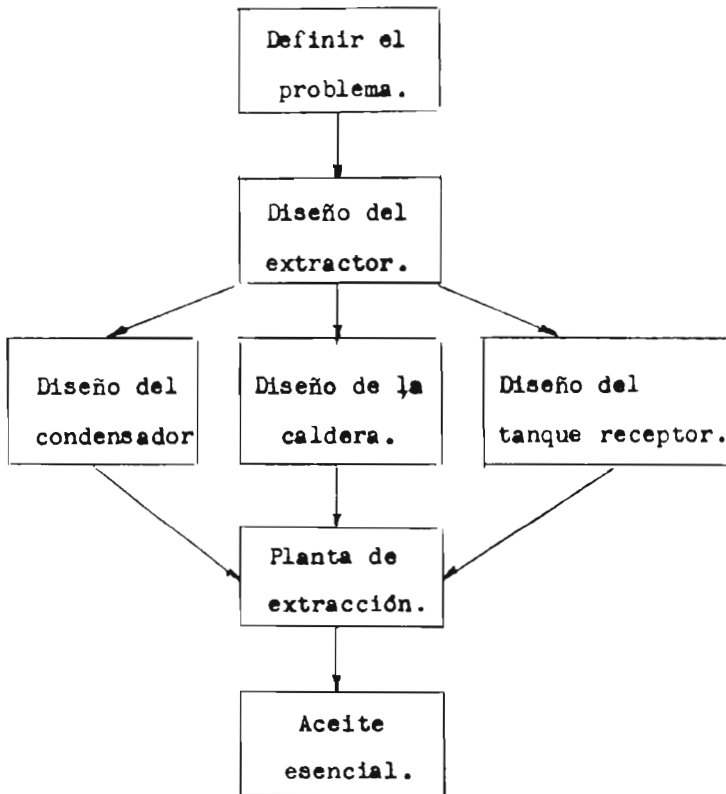
I.- TIEMPO DE OPERACION.

Dentro de los parámetros importantes para determinar en la extracción el tiempo de operación por lote, ocupa un lugar preponderante, porque en él se toman en cuenta los tiempos de calentamiento del recipiente extractor, calentamiento de la hierba hasta la temperatura de operación y extracción -- del aceite esencial por el vapor. Determinables solo por pruebas experimentales en una planta a nivel piloto donde se buscarán -- las condiciones propicias para la extracción.

II.- PRESION DEL VAPOR SATURADO USADO EN LA EXTRACCION.

Por lo regular fluctúa entre 20 y 100 Psias (Ref. 3 y 9) como resultado de: el método -- seleccionado para la extracción y de las -- condiciones de operación obtenidas sólo en una planta piloto. Al igual que el tiempo de operación.

III.- Metodología para la síntesis de una planta -
de extracción de aceite esencial.



III.1.- DEFINICION DEL PROBLEMA.

Es necesario definir el problema, es decir, tomar una producción base de aceite esencial por día la cantidad de materia vegetal a procesar vendrá dada por la fórmula siguiente:

Donde:

W_2 = Cantidad de materia vegetal a procesar por día.

$$W_2 = \frac{100 \cdot W_1}{R}$$

W_1 = Cantidad de aceite esencial a producir por día.

R = Rendimiento de la extracción.

III.2.- DISEÑO DEL EXTRACTOR.

Base:

a).- La cantidad de hierba a procesar por lote según:

Donde:

W_3 = Cantidad de materia vegetal a procesar por lote.

$$W_3 = \frac{W_2}{t}$$

W_2 = Cantidad de materia vegetal a procesar por día.

t = Tiempo de operación --
por lote.

- b).- Tiempo de operación por lote.
- c).- Presión elegida por la extracción con un margen de seguridad para tomar en cuenta la presión del vapor procedente de la caldera.
- d).- Temperatura de operación quedando ésta determinada al establecer la presión de operación.
- e).- Dimensiones dependientes de la cantidad de vegetal a procesar por lote.
- f).- Cantidad de agua en el extractor, necesaria para disminuir la temperatura y velocidad del vapor que viene de la caldera.

III.3.- DISEÑO DEL CONDENSADOR.

Bases:

- a).- Características del vapor a condensar.
- b).- Cantidad de vapor a condensar.
- c).- Temperatura deseada en el condensado.
- d).- Temperatura del agua de enfriamiento.

III.4.- CALDERA.

Su capacidad se determina conociendo la cantidad de vapor necesario y la presión de dicho vapor.

La cantidad de vapor necesario se calcula por medio de un balance de energía en el extractor. La presión del vapor se conoce a través de experimentos realizados en la planta piloto.

III.5.- TANQUE RECEPTOR.

Con dimensiones en base a la magnitud de condensado que recibe.

IV.- MODIFICACIONES AL EXTRACTOR.

Frecuentemente en los extractores industriales de aceites esenciales ocurre una condensación considerable. Este condensado es una mezcla de aceite esencial y agua, y al ponerse en contacto con la parte interior del recipiente, se efectúan reacciones de hidrólisis las cuales dependen de la temperatura del vapor y de la presencia del agua. - - (Ref. 3).

Este fenómeno se observó en el laboratorio -

porque el agua del recipiente extractor adquirió una coloración café oscuro. (Ref. 3).

Tratando de evitar esto se sugiere una canastilla que sostenga al vegetal (Fig. 5), un recipiente (cilindro Fig. 6), que comunique al condensador y cubra completamente a la canastilla. En seguida otro recipiente que cubra parcialmente al cilindro y que en su parte inferior tenga un acceso para el vapor procedente de la caldera. (Alambique Fig. 7).

El objetivo de la canastilla es, facilitar la carga y descarga del vegetal.

Las funciones del cilindro son: evitar las reacciones de la hidrólisis mejorando la eficiencia del extractor.

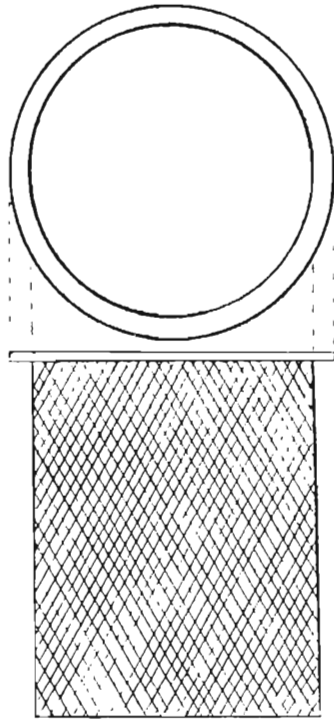
El alambique tendrá la función de mantener la temperatura constante durante la extracción por medio del agua utilizada para ello. (Fig. 8).

La planta de extracción de aceites esenciales puede proyectarse para la extracción de aceite esencial de Hierbabuena, pero pueden experimentarse en ella otras extracciones de aceites esenciales tales como el de cilantro, orégano, clavo, canela, ruda, romero y laurel. (Los anuarios del IMCE reportan cifras considerables de importación en estos aceites

esenciales).

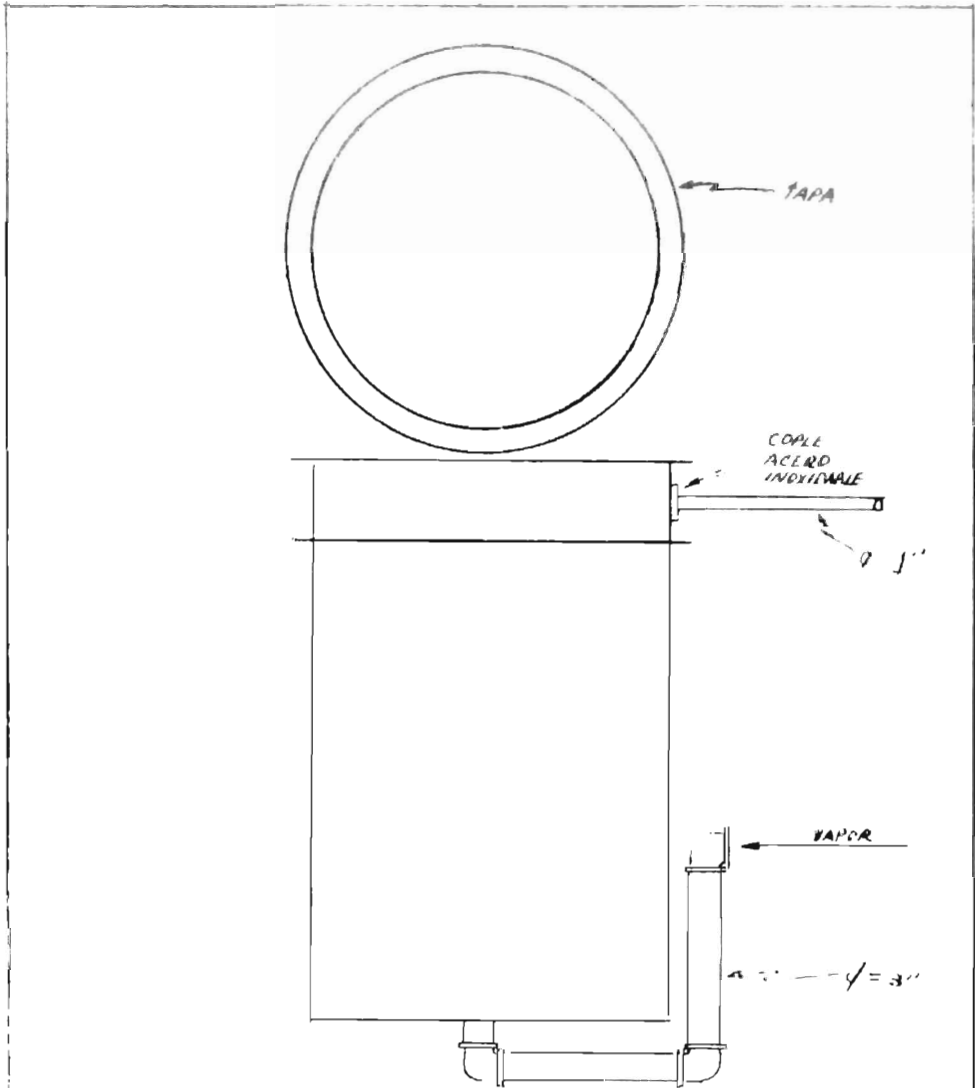
Las extracciones pueden efectuarse con el mismo procedimiento y con el diseño recomendado para el extractor.

Estos aceites fácilmente encontrarían mercado - ya que tienen entre otras aplicaciones; preservati--vos en los alimentos enlatados, vehículos para perfu--mes caros y saborizantes en la elaboración de pastas dentales, tónicos, medicinas, pasteles, dulces y cho--colates.



" ESTUDIO PRELIMINAR PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA
EXTRACCION DE ACEITE ESENCIAL DE MENTA VIRIDIS LIMPE"
TRABAJO RECEPCIONAL

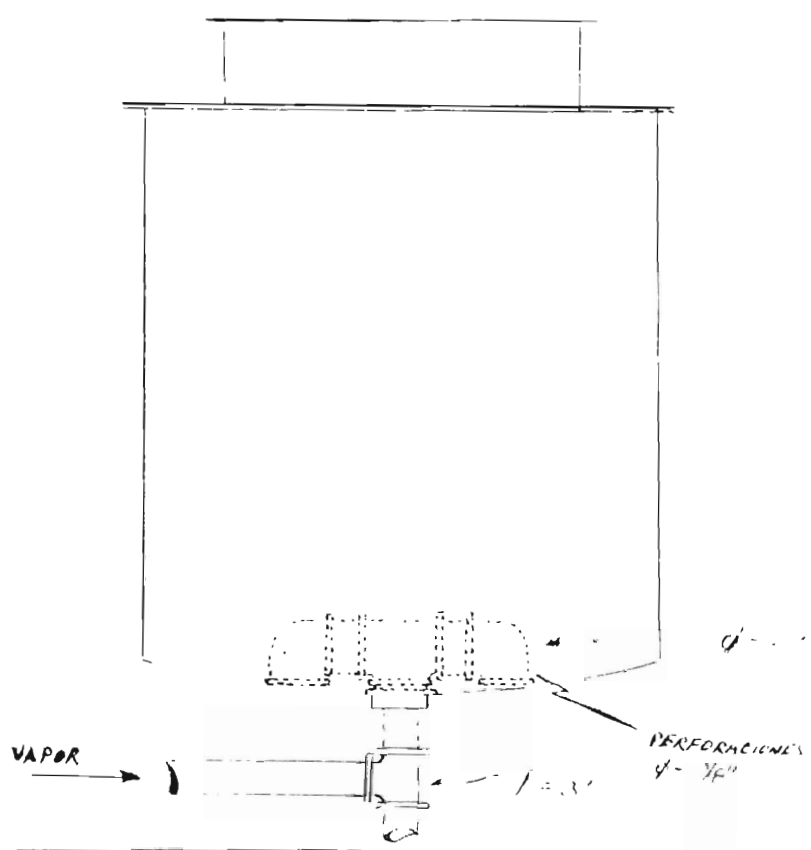
ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS	DIBUJO Jesús Antonio P. G. S.	ESCALA 5/E	FIG Nº 5
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI	REVISOR:		CANASTILLA



"ESTUDIO PRELIMINAR PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE MIENTHA VIRIDIS LINNE"
 TRABAJO RECEPCIONAL

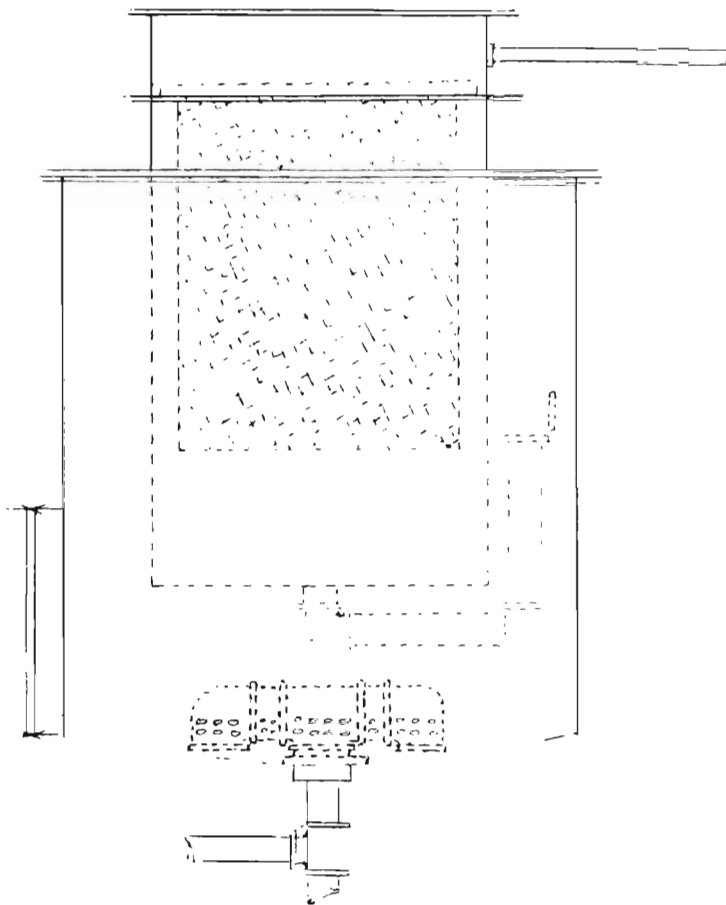
ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI	DIBUJO : Jose Antonio Gomez REVISO :	ESCALA 5/1	FIG N° 6 CILINDRO
---	--	---------------	-------------------------

ESTUDIO PRELIMINAR PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA
 EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE MINTHA VIRIDIS LINN.
 TRABAJO RECUPERACIONAL



ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS	DIBUJO de Antón P. J. S.	ESCALA 5/1	FIG N° 7
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ	REVISO		Extractor

" ESTUDIO PRELIMINAR PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA
 EXTRACCION DE ACEITE ESENCIAL DE MENTHA VERIDIS LINNE "
 TRABAJO RECIPROCAL



ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS	DIBUJO : José Antonio Pacheco	ESCALA 1/1	FIG N° 8
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI	REVISO :		EXTRACTOR

B I B L I O G R A F I A .

- 1.- Dirección General de Estadísticas (S.I.C. e I.-
M.C.E.)

Anuario estadístico del Comercio Exterior de --
los Estados Unidos Mexicanos, México, D.F., - -
(1970).

Ibid (1971)

Ibid (1972)

Ibid (1973)

Ibid (1974)

- 2.- NORRIS, R., SHREVE

Chemical Process Industrias, cap. 27, p. 501,
Mc Graw - Hill Kogakusha, (1967)

- 3.- GUNTHER Y COLABORADORES.

Essential Oils, Tomo I, pág. 87-401, Tomo II, -
Pág. 676.

Prentice - Hall, USA, (1954)

- 4.- Talleres Gráficos de la Nación.

Farmacopea Nacional, p. 279

México, D.F., (1932).

- 5.- SOTO RODRIGUEZ, HUMBERTO, ERNESTO ESPEJEL ZAVA-
LA, HECTOR MARTINEZ FRIAS.

La formación y Evaluación Técnico-Económica de-

Proyectos Industriales, 1a. ed., Cap. 6 y 7, -
CENETI (Centro de Enseñanza Técnica Industrial)
México (1975).

6.- PERRY, JOHN H.

Manual del Ingeniero Químico, 4a. ed., Tomo I,-
p. 725-731, Tomo II, p. 449.
UTEHA, México, (1976).

7.- ESTALELLA, TOMAS

Tratado de Química Analítica Aplicada, Tomo II,
p. 645.
Ed. Gustavo Gili, S.A., Barcelona, España (1963)

8.- DOMINGUEZ, XORGE ALEJANDRO

Métodos de Investigación Fitoquímica, 1a. ed.
Ed. LIMUSA, México (1973).

9.- COMPEAN VILET, JORDI

Obtención del Aceite esencial de Menta a par --
tir de la Mentha Piperita.
Trabajo Recepcional, Escuela de Ciencias Quími-
cas, U.A.S.L.P.
México, (1973).

10.- KERN, Q. DONALD

Procesos de Transferencia de calor, 9a. impre -

sión, p. 111, 159, 259, 301, 317.
Ed. Continental, S.A., México (1974).

11.- PETERS, MAXS, CLAUS D. TIMMERHAUS.

Plant Design and Economic for chemical engineers, 2a. ed, p. 118, 259, 533 y 547 Mc Graw - Hill Kogakusha, (1968).

12.- MARTINEZ, MAXIMINO.

Plantas útiles de la flora mexicana
Ed. Botas, México, (1959).

13.- FOUST, A. W. C. CLUMP, L. MAUS,
LOUS, A.L. WENZEL, L. B. ANDERSEN
ERYCE.

Principios de Operaciones Unitarias, 7a. Impresión.
CECSA, México, (1975).



Impresiones "ARIES"

COLOMBIA NUM. 2 ALTOS 2

(ESQ. CON BRASIL)

MEXICO 1, D. F.

5-26-04-72 5-29-11-19