



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA

**Extracción por Arrastre de
Vapor de Aceite de Citronela y
Aceite de Té Limón**

TESIS PROFESIONAL

JUAN FRANCISCO GREGG LEURETTE

MEXICO, D. F.

1971



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**Extracción por Arrastre de Vapor de Aceite
de Citronela y Aceite de Té Limón**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A**

JUAN FRANCISCO GREGG LEURETTE

JURADO ASIGNADO:

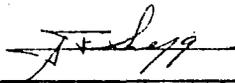
PRESIDENTE	ENRIQUE GARCIA LOPEZ
VOCAL	ROBERTO ANDRADE CRUZ
SECRETARIO	CUTBERTO RAMIREZ CASTILLO
1er. SUPLENTE	ALFONSO MONDRAGON
2do. SUPLENTE	LUCIA ARCINIEGA CARRILLO

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

RESISTOL, S.A.

CALZ. ATZCAPOTZALCO-LA VILLA # 705

MEXICO, D.F.



JUAN FRANCISCO GREGG LEURETTE



ROBERTO ANDRADE CRUZ

A MIS PADRES

A MI HERMANA

AL H. JURADO

I N D I C E

I .- Introducción	1
II.- Los aceites esenciales	4
III.- Citronela	8
IV.- Descripción del proceso	10
V .- Cálculo del equipo	11
VI.- Estudio realizado en el zaca te y en las condiciones de - destilación	36
VII.- Estudio de Mercado	42
VIII.- Conclusiones	81
IX.- Bibliografía	83

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

Los aceites esenciales de Citronela y de Té Limón son productos que a la fecha se importan en su totalidad, - provienen de diversos países del mundo, su importación la - hacen varias compañías las cuales los transforman en productos.

Está importación, le representa a México una fuerte salida de divisas por este concepto, por lo que ante esta situación, las autoridades gubernamentales han presionado a los importadores de estos aceites para que integren -- verticalmente sus industrias hacía el campo, con el objeto de mejorar entre otras cosas la economía agrícola, así como para evitar la fuga de divisas.

Por lo tanto es necesario que alguna compañía realice: el esfuerzo necesario para desarrollar las plantaciones adecuadas, lleve a cabo la implementación de las unidades industriales necesarias para procesar el producto agrícola obtenido y establecer los programas anuales convenientes para llevar a cabo este proyecto de extracción de aceites esenciales.

Debido al considerable avance de la técnica en está rama se han creado grandes condiciones de competencia en los mercados internacionales que repercuten en forma direc-

ta o indirecta, no solo en la estabilidad de los precios, si no incluso en el límite y supervivencia de las mencionadas - materias primas.

Las principales mejoras son aquellas que se han lo grado en la genética de la planta, mediante una adecuada se-- lección se puede obtener un mayor contenido de aceite, al -- mismo tiempo que una mayor resistencia a las plagas y un ma- yor peso de zacate por cada planta.

Entre las mejoras a la planta esta aquella que se logra por la reincorporación del bagazo tratado, devolviéndo le así al suelo la mayor parte de los elementos nutritivos - que la planta necesita para su crecimiento.

Otra mejora es el combate de plagas mediante el uso de los insecticidas adecuados.

El combate de las malas hierbas se puede realizar en aquellas fincas que cuentan con ganado, haciendolo pastar en el terreno sembrado, una vez que la planta ha alcanzado - un desarrollo considerable y el ganado ya no la puede perju- dicar.

El corte con máquina ahorra la mano de obra que de

biera emplearse al cortar el zacate a mano, dando así una disminución en el costo de producción.

En el proceso de extracción de los aceites por arrastre con vapor a partir del zacate, es necesario contar entre otras cosas con un tanque destilador y un condensador, los cuales deben de estar aislados termicamente. Se ha comprobado que el aceite arrastrado por el agua después de efectuada la primera decantación es de mucha importancia recuperarlo ya que tiene un alto contenido de citral, en el caso del Té Limón la recuperación puede hacerse mediante una destilación de estas aguas.

Un uso además de la reincorporación del bagazo al suelo es usarlo como combustible (seco y empacado), otra es su uso para la alimentación del ganado, aunque su contenido es bajo (contenido nutritivo) puede mezclarse con melazas y harina de algodón.

LOS ACEITES ESENCIALES

El nombre de aceites esenciales es dado a substancias del tipo étereo o volátiles, difieren en su composición y en sus propiedades de las grasas o de los aceites fijos, ya que estos están constituidos en su mayor parte por gliceridos, y de los aceites minerales, además de los hidrocarburos.

Una definición clara de los aceites esenciales es muy difícil de hacer dadas sus características, aunque los podemos consiseraer, como: "Substancias odoríferas de un aceite natural, obtenido exclusivamente de vegetales, generalmente su estado es líquido (algunas veces sólido o semi-sólido), a temperaturas ordinarias y volátil sin descomposición".

Los aceites esenciales se encuentran localizados en las celdas, glándulas o ductos en varios lugares de las plantas mismas, por ejemplo: en las hojas, en las ramas, en las flores, o en los frutos.

Por regla general la cantidad de estas substancias contenidas en las plantas es sumamente pequeña. La composición de los aceites varía con el tipo de planta.

Los aceites esenciales son producidos por las plantas durante un período de su metabolismo, su función no es del todo conocida, aunque se supone sirven para hacer una se

lección de la clase de insectos que deben acercarse a la planta, es decir pueden servir como agente atrayente o repelente de los insectos; los olores de la planta debidos a estos aceites no tienen una permanencia continua sino que solo aparecen durante un período en el crecimiento de la misma.

Los aceites contenidos en las raíces, en las hojas o en el tallo pueden actuar como protección de las plantas - en contra de parásitos o de otro tipo de animales, las oleoresinas exudadas por un tronco de árbol cuando a éste se le ha hecho una incisión es un acto de protección de la planta para evitar la entrada a su corteza de parásitos o bien para evitar la pérdida de savia.

Del gran número de plantas conocidas actualmente, sólo una parte de ellas producen los aceites esenciales, y, sólo una pequeña parte ha sido explotada con fines comerciales. Muchos de estos aceites son producidos en áreas geográficamente muy remotas, bajo condiciones excepcionalmente primitivas. En la actualidad se han encontrado formas de utilizar estos preciosos productos de la naturaleza, en el siglo pasado algunos aceites se utilizaban como medicina, otros - como perfumes y otros para dar sabores.

En la actualidad la industria de los aceites esen

ciales ha entrado en auge debido principalmente a que los fabricantes de alimentos artificiales necesitan dar a dichos productos un sabor u olor del tipo natural que logran mediante el uso de estos aceites.

Otras industrias que hacen uso de estos aceites son aquellas en las cuales se necesita la presencia de olores y de sabores: en perfumes, jabones, en cosméticos y pastas de dientes.

Los aceites esenciales también son utilizados aunque en menor cantidad como analgésicos, sedantes o estimulantes.

La producción de los aceites ha sido realizada desde tiempo inmemorial, hasta la actualidad, en la cual se utilizan los métodos más modernos para la extracción de estos aceites. Generalmente las plantas son cultivadas en pequeñas cantidades por personas dedicadas a la explotación de un solo tipo de olor o de sabor, otras plantas se dejan crecer en forma salvaje y luego son sometidas a un proceso de maceración para así obtener los aceites esenciales.

Cada planta tiene un tiempo durante el cual debe procederse a su maceración ya que un error en el mismo o en el método utilizado puede acarrear que el olor o el sabor ob-

tenido no sea el deseado, lo que acarrearía una disminución en el precio de venta.

CITRONE LA

Citronela de Ceylan.

Este aceite es obtenido por el método de destilación por arrastre con vapor, es producido por la planta que se denomina "Cymbopogon nardus-Rendle", localmente se le conoce con el nombre de "Lenabatu", tiene un contenido de aceite de aproximadamente 0.5 % en peso, esta clase de pasto es cultivada en la región sur de Ceylan.

El constituyente más importante es el terpeno alcohol geraniol. Los mejores grados de alcohol total son de 60 % cuando es determinado por acetilación. Este aceite es grandemente usado en jabones y en preparaciones técnicas, - también es usado en insecticidas y en perfumes de ambiente.

Citronela de Java.

Este aceite es obtenido por el método de destilación por arrastre con vapor, es producido por el pasto conocido con el nombre de "Cimnapogon winteranus Jowit" conocido localmente como "Mahapengiri", y tiene un contenido de aproximadamente un 0.7 % en peso de aceite. Este tipo de pasto es cultivado en Java, Formosa, Guatemala, Honduras y Haití.

Los constituyentes más importantes de este aceite son: el citronellal, el citronellol y el geraniol. Los buenos aceites muestran un contenido de aldehído mínimo de 35 % y un contenido mínimo de alcohol de 85 %, cuando son determinados por acetilación. Los usos que se le dan a este aceite son los mismos que los del aceite que proviene de Ceylan. El citronellal es un aromático importante utilizado en jabones y en perfumes, también se le utiliza en la síntesis del mentol y en la del hidroxicitronelal, (el mentol es muy usado en linimentos, inhaladores, lavadores de boca y pastas de dientes, el hidroxicitronelal es un importante ingrediente en jabones y en perfumes), el geraniol es usado en jabones, trampas para insectos, perfumes y sabores artificiales y para la fabricación de esterés como el acetato de geraniol.

DESCRIPCION DEL PROCESO

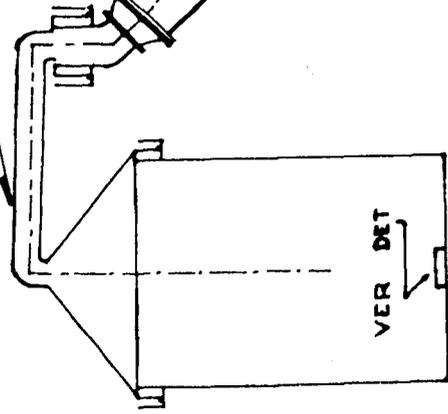
El pasto llega a la planta en forma de pacas, manualmente se pasan estas a una picadora, la cual da al pasto el tamaño adecuado para que se obtengan los mayores rendimientos, - pasa posteriormente a uno de los destiladores, cae dentro de - él y una vez que ha llegado la cantidad necesaria, se colocan la campana y el ducto por el cual pasaran los vapores al condensador, un destilador es suficiente para cada dos destiladores debido a que el proceso de carga y descarga de cada destilador da el tiempo suficiente para que se procese el contenido del otro, una vez que los vapores han pasado por el interior - del condensador se convierten en agua y aceite en forma líquida, se introducen dentro de un tanque separador en el cual se formarán dos capas una de aceite que sobrenadará en el agua, - aquí es eliminada el agua y el aceite pasa a ser envasado.

CALCULO DEL EQUIPO

DETALLE DEL DISTRIBUIDOR DE VAPOR



TUBO CONDUCTOR DE VAPORES



TANQUE DE LAMINA DE HIERRO PARA COCIMIENTO

ENTRADA AGUA FRIA

Cantidad de vapor que debe de suministrarse al destilador:

En la literatura, Experimentos e Investigaciones, resultados analíticos, vol. 2, de 1966, se indica que el gasto de vapor para una destilación por arrastre de vapor, es de:

$$50 \text{ Kg/h M}^3$$

La capacidad del destilador es de:

$$10.5 \text{ M}^3$$

La cantidad de vapor que debe de suministrarse es de :

$$\text{Vapor} = 50 \text{ Kg/h M}^3 \times 10.5 \text{ M}^3 = 535 \text{ Kg/h.}$$

Tamaño de la caldera:

$$W = 535 \text{ Kg/h}$$

$$\lambda = 970 \text{ BTU/lb}$$

$$Q = W \times \lambda = 535 \text{ Kg/h} \times 2.2 \text{ lb/Kg} \times 970 \text{ BTU/lb.}$$

$$Q = 1'134,900 \text{ BTU/h.}$$

$$\text{Un caballo caldera} = 33,474 \text{ BTU/h}$$

$$\text{H.P. necesarios} = \frac{1,134,900 \text{ BTU/h}}{33,474 \text{ BTU/h}}$$

Capacidad de la caldera 34 H.P.

Capacidad de caldera comercial = 60 H.P.

Cantidad de aceite por condensar:

$$2,100 \text{ Kg/h} \times 0.004 = 8.400 \text{ Kg/h}$$

Se puede considerar que el tiempo para el proceso de una barcada es de una hora.

Cantidad total de mezcla de agua y de aceite por condensar:

$$535 \text{ Kg/h de vapor} + 8.400 \text{ Kg/h de aceite} = 543.400 \text{ Kg/h.}$$

Se considera que el vapor que se condensa esta a baja presión, su calor latente de condensación es de:

$$\lambda = 970.3 \text{ BTU/h}$$

El gasto total de la mezcla de agua y de aceite es de:

$$545 \text{ Kg/h} \times 2.2 \text{ lb/Kg} = 1,200 \text{ lb/h.}$$

La cantidad de calor cedido durante la condensación es:

$$Q = W \times \lambda$$

En donde:

$$W = 1,200 \text{ lb/h}$$

$$\lambda = 970.3 \text{ BTU/lb.}$$

$$Q = 1,200 \text{ lb/h} \times 970.3 \text{ BTU/lb} = 1,164,300 \text{ BTU/h}$$

Cantidad de calor cedido durante el enfriamiento:

La temperatura hasta la cual se enfriaran los condensados es de 30 °C (86 °F).

La temperatura a la cual se lleva a cabo la condensación es de: 100 °C (212 °F).

$$Q = W \times c_p \times (T_2 - T_1).$$

En donde:

$$W = 1,200 \text{ lb/h}$$

$$c_p = 1.0 \text{ BTU/lb } ^\circ\text{F}$$

$$T_2 = 212 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$T_1 = 86 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$Q = 1,200 \text{ lb/h} \times 1.0 \text{ BTU/lb } ^\circ\text{F} \times (212 - 86) \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$Q = 151,200 \text{ BTU/h}$$

Cantidad total de calor cedida:

$$Q (\text{total}) = Q (\text{condensación}) + Q (\text{enfriamiento})$$

$$Q \text{ (condensación)} = 1'164,300 \text{ BTU/h}$$

$$Q \text{ (enfriamiento)} = 151,200 \text{ BTU/h}$$

$$Q \text{ (total)} = 1'315,500 \text{ BTU/h}$$

Cantidad de agua necesaria para la condensación -
y para el enfriamiento:

$$Q = m \times cp \times (T_2 - T_1)$$

En donde:

$$Q = 1'315,500 \text{ BTU/h}$$

$$cp = 1.0 \text{ BTU/lb } ^\circ\text{F}$$

$$T_2 = 49 \text{ } ^\circ\text{C (120 } ^\circ\text{F)}$$

$$T_1 = 20 \text{ } ^\circ\text{C (68 } ^\circ\text{F)}$$

$$m = \frac{Q}{cp \times (T_2 - T_1)}$$

$$m = \frac{1'315,500 \text{ BTU/h}}{1.0 \text{ BTU/lb } ^\circ\text{F} \times (120 - 68) ^\circ\text{F}}$$

$$m = 25,300 \text{ lb/h}$$

$$m = 25,300 \text{ lb/h} \times \frac{\text{ft}}{62.3 \text{ lb}} \times \frac{7.48 \text{ Gal}}{\text{ft}^3} \times \frac{\text{h}}{60 \text{ min}}$$

$$m = 50.68 \text{ GPM}$$

Cálculo de la temperatura de salida del agua del
enfriador:

$$Q = m \times cp \times (T_2 - T_1)$$

En donde:

$$Q = 151,200 \text{ BTU/h}$$

$$m = 25,300 \text{ lb/h}$$

$$cp = 1.0 \text{ BTU/lb } ^\circ\text{F}$$

$$T_1 = 68 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$T_2 = x$$

$$(T_2 - T_1) = \frac{Q}{m \times cp}$$

$$(T_2 - T_1) = \frac{151,200 \text{ BTU/h}}{25,300 \text{ lb/h} \times 1.0 \text{ BTU/lb } ^\circ\text{F}}$$

$$(T_2 - T_1) = 6.0 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$T_2 = 68 \text{ } ^\circ\text{F} + 6.0 \text{ } ^\circ\text{F} = 74 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Cálculo de la temperatura de salida del agua del -
condensador:

$$Q = m \times cp \times (T_2 - T_1)$$

En donde:

$$Q = 1'164,300 \text{ BTU/h}$$

$$m = 25,300 \text{ lb/h}$$

$$c_p = 1.0 \text{ BTU/lb } ^\circ\text{F}$$

$$T_1 = 74 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$T_2 = x$$

$$(T_2 - T_1) = \frac{q}{m \times c_p}$$

$$(T_2 - T_1) = \frac{1,164,300 \text{ BTU/h}}{25,300 \text{ lb/h} \times 1.0 \text{ BTU/lb } ^\circ\text{F}}$$

$$(T_2 - T_1) = 46 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$T_2 = 46 \text{ } ^\circ\text{F} + 74 \text{ } ^\circ\text{F} = 120 \text{ } ^\circ\text{F}$$

CALCULO DEL CONDENSADOR

Entrada de agua fría	74 °F
Salida de agua	120 °F
Temperatura de condensación	212 °F

Cálculo de la media logarítmica de la diferencia de temperatura:

$$M.L.D.T. = \frac{dT_2 - dT_1}{2.3 \cdot \log dT_2 / dT_1}$$

En donde:

$$dT_1 = (212 - 120) \text{ °F} = 92 \text{ °F}$$

$$dT_2 = (212 - 74) \text{ °F} = 138 \text{ °F}$$

$$M.L.D.T. = \frac{138 - 92}{2.3 \cdot \log 138/92} = 113.5 \text{ °F}$$

Coefficiente total de diseño:

$$*U_D = 200 \text{ BTU/ h Ft}^2 \text{ °F}$$

Factor de obstrucción:

$$*R_D = 0.005 \text{ h Ft}^2 \text{ °F/ BTU}$$

Se supone un cambiador con tubos de 1 plg de diámetro

tro, con arreglo triangular en los tubos de $1\frac{1}{4}$ plg., el número de tubos es de 91 y el diámetro de la coraza es $15\frac{1}{4}$ - plg.

Area requerida para el condensador:

$$A = \frac{Q}{U_D \text{ M.L.D.T.}}$$

En donde:

$$Q = 1'164,300 \text{ BTU/h}$$

$$U_D = 200 \text{ BTU/ h Ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\text{M.L.D.T.} = 113.5 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A = \frac{1'164,300 \text{ BTU/h}}{200 \text{ BTU/ h Ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F} \times 113.5 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

$$A = 51.25 \text{ Ft}^2$$

Area por unidad de longitud del cambiador:

Superficie exterior de los tubos: $0.2618 \text{ Ft}^2 / \text{Ft}$.

Número de tubos = 91

Area = 91 tubos x $0.2618 \text{ Ft}^2 / \text{Ft}$

Area = $23.8238 \text{ Ft}^2 / \text{Ft}$ de cambiador

Longitud del cambiador:

$$\text{Longitud} = \frac{51.25 \text{ Ft}^2}{23.8238 \text{ Ft}^2 / \text{Ft}}$$

Longitud del cambiador = 2.15 Ft.

Coefficiente de transferencia de calor en la película del vapor con aceite a condensar:

$$h_1 = 1,500 \text{ BTU} / \text{h Ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Coefficiente de transferencia de calor en la película referido al diámetro exterior del tubo:

$$h_{10} = 1,500 \text{ BTU} / \text{h Ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F} \times \frac{0.7820 \text{ plg}}{1.0000 \text{ plg}}$$

$$h_{10} = 1,170 \text{ BTU} / \text{h Ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Por la coraza corre el agua de enfriamiento.

Area de flujo en la coraza:

$$As = \frac{DI \times C' \times B}{144 \text{ Pt}}$$

En donde:

$$DI = 15.25 \text{ plg}$$

$$C' = 0.25 \text{ plg}$$

$$B = 12 \text{ plg}$$

$$Pt = 1.25 \text{ plg}$$

$$A_s = \frac{15.25 \text{ plg} \times 0.25 \text{ plg} \times 12 \text{ plg}}{144 \text{ plg}^2 / \text{Ft}^2 \times 1.25 \text{ plg}}$$

$$A_s = 0.254 \text{ Ft}^2$$

Masa velocidad:

$$G_s = W / A$$

En donde:

$$W = 25,300 \text{ lb/h}$$

$$A = 0.254 \text{ Ft}^2$$

$$G_s = \frac{25,300 \text{ lb} / \text{h}}{0.254 \text{ Ft}^2}$$

$$G_s = 99,606 \text{ lb} / \text{h Ft}^2$$

Número de Reynolds:

$$Re = \frac{De \ G_s}{\mu}$$

En donde:

$$De = \frac{0.72 \text{ plg}}{12 \text{ plg} / \text{Ft}} = 0.06 \text{ Ft}$$

$$G_s = 99,606 \text{ lb} / \text{h Ft}^2$$

$$\mu = 0.75 \text{ cp}$$

$$\mu = 0.75 \text{ cp} \times \frac{2.42 \text{ lb} / \text{Ft h}}{\text{cp}} = 1.815 \text{ lb} / \text{Ft h}$$

$$Re = \frac{0.06 \text{ Ft} \times 99,606 \text{ lb/h Ft}}{1.815 \text{ lb / h Ft}}$$

$$Re = 3,290$$

Factor de transferencia de calor:

$$Jh = 31$$

de la gráfica de la curva de transferencia de calor para el lado de la coraza (fig. 28 del Kern).

Determinación del coeficiente de transferencia de calor:

$$k (c \mu / k)^{1/3}$$

$$k = 0.36 \text{ BTU/ (h Ft}^2 \text{) (} \circ\text{F/Ft)}$$

$$c = 1.0 \text{ BTU/lb } \circ\text{F}$$

$$\mu = 1.815 \text{ lb/ Ft h}$$

$$k (c \mu / k)^{1/3} = \frac{0.36 \text{ BTU}}{(\text{h Ft}^2)(\circ\text{F/Ft)}} \times \left[\frac{1.815 \text{ lb/Ft h} \times 1.0 \text{ BTU / lb } \circ\text{F}}{0.36 \frac{\text{BTU}}{(\text{h Ft}^2)(\circ\text{F/Ft)}}} \right]^{1/3}$$

$$k (c \mu / k)^{1/3} = 0.6156 \frac{\text{BTU}}{\text{h Ft}^2 \circ\text{F/Ft}}$$

$$h_o = Jh \frac{k}{De} \left[\frac{c \mu}{k} \right]^{1/3}$$

En donde:

En donde:

$$J_h = 31$$

$$D_e = 0.06 \text{ Ft}$$

$$k \left(\frac{c}{k} \right)^{1/2} = 0.6156 \frac{\text{BTU}}{(\text{h Ft}) (\text{°F / Ft})}$$

$$h_o = \frac{31 \times 0.6156 \text{ BTU}/(\text{h Ft}^2) (\text{°F/Ft})}{0.06 \text{ Ft}}$$

$$h_o = 318 \text{ BTU} / \text{h Ft}^2 \text{ °F}$$

Coeficiente total de transferencia de calor:

$$U_c = \frac{h_{i0} \times h_o}{h_{i0} + h_o}$$

En donde:

$$h_{i0} = 1,170 \text{ BTU}/ \text{h Ft}^2 \text{ °F}$$

$$h_o = 318 \text{ BTU}/ \text{h Ft}^2 \text{ °F}$$

$$U_c = \frac{1,170 \text{ BTU}/ \text{h Ft}^2 \text{ °F} \times 318 \text{ BTU}/ \text{h Ft}^2 \text{ °F}}{1,170 \text{ BTU}/ \text{h Ft}^2 \text{ °F} + 318 \text{ BTU}/ \text{h Ft}^2 \text{ °F}}$$

$$U_c = 250 \text{ BTU}/ \text{h Ft}^2 \text{ °F}$$

Factor de obstrucción:

$$R_D = \frac{U_c - U_D}{U_c \times U_D}$$

En donde:

$$U_c = 250 \text{ BTU/h Ft}^2 \text{ } \circ\text{F}$$

$$U_D = 200 \text{ BTU/h Ft}^2 \text{ } \circ\text{F}$$

$$R_d = \frac{250 \text{ BTU/h Ft}^2 \text{ } \circ\text{F} - 200 \text{ BTU/h Ft}^2 \text{ } \circ\text{F}}{250 \text{ BTU/h Ft}^2 \text{ } \circ\text{F} \times 200 \text{ BTU/h Ft}^2 \text{ } \circ\text{F}}$$

$$R_d = 0.001 \text{ h Ft}^2 \text{ } \circ\text{F}/\text{BTU}$$

Este factor de obstrucción es mayor que el supuesto al inicio del diseño, debido a que el lugar en el cual estará trabajando la planta es dentro de una plantación el --- agua de enfriamiento podría acarrear materiales diversos que formaran una capa resistente a la transmisión de calor, puede considerarse este equipo como el adecuado para este servicio.

Cálculo de la caída de presión en la coraza:

Para el número de Reynolds obtenido se tiene el siguiente factor de fricción:

$$Re = 3.290$$

$$f = 0.0026 \text{ Ft}^2/\text{plg}^2$$

El factor de fricción se obtuvo de la gráfica que -- muestra los factores de fricción del lado de la coraza (fig. - 29 del Kern).

Determinación del número de cruces:

$$N + 1 = 12 L / B$$

En donde:

$$L = 2.15 \text{ Ft}$$

$$B = 12 \text{ plg.}$$

$$N + 1 = \frac{12 \times 2.15}{12}$$

$$N + 1 = 2.15$$

Caída de presión:

$$dP = \frac{f \times G^2 \times D \times (N + 1)}{5.22 \times 10^{10} \times D' \times s}$$

En donde:

$$f = 0.0026 \text{ Ft}^2/\text{plg}^4$$

$$G = 99,606 \text{ lb /h Ft}$$

$$D = 15.25 \text{ plg} = 1.26 \text{ Ft}$$

$$D' = 0.06 \text{ Ft}$$

$$s = 1.0$$

$$dP = \frac{0.0026 \text{ Ft}^2/\text{plg}^4 \times 0.99 \times 10^{10} \times 1.26 \text{ Ft} \times 2.15}{5.22 \times 10^{10} \times 0.06 \text{ Ft} \times 1.0}$$

$$dP = 0.0212 \text{ lb/plg}^4$$

CALCULO DEL ENFRIADOR

Fluido caliente		Fluido frío	Diferencia
212 °F	Alta temperatura	74 °F	138 °F
86 °F	Baja temperatura	68 °F	18 °F
126 °F	Diferencia	6 °F	120 °F

Cálculo de la media logarítmica de la diferencia de temperatura:

$$M.L.D.T. = \frac{(T_1 - T_2) - (t_2 - t_1)}{2.3 \log \frac{(T_1 - T_2)}{(t_2 - t_1)}}$$

$$M.L.D.T. = \frac{(212 - 74) - (86 - 68)}{2.3 \log \frac{(212 - 74)}{(86 - 68)}}$$

$$M.L.D.T. = 39.5 \text{ °F}$$

Longitud total de los tubos : 15 Ft

Longitud de los tubos en el enfriador :

$$L = 15 \text{ Ft} - 2.15 \text{ Ft} = 12.85 \text{ Ft}$$

Area total de transferencia:

$$A = 12.85 \text{ Ft} \times 23.8238 \text{ Ft}^2 / \text{Ft lineal de cambiador}$$

$$A = 305 \text{ Ft}^2$$

Coeficiente total de diseño:

$$U_D = \frac{Q}{A \times \text{M.L.D.T.}}$$

En donde:

$$Q = 151,200 \text{ BTU/h}$$

$$A = 305 \text{ Ft}^2$$

$$\text{M.L.D.T.} = 39.5 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$U_D = \frac{151,200 \text{ BTU/h}}{305 \text{ Ft}^2 \times 39.5 \text{ }^\circ\text{F}}$$

$$U_D = 12.4 \text{ BTU/h Ft}^2 \text{ }^\circ\text{F}$$

Area de flujo en los tubos:

$$a_t = \frac{N_t \times a't}{144 n}$$

En donde:

$$N_t = 91 \text{ tubos}$$

$$a't = 0.479 \text{ plg}^2$$

$$n = 1$$

$$at = \frac{91 \times 0.479 \text{ plg}^2}{144 \frac{\text{plg}^2}{\text{Ft}^2} \times 1}$$

$$at = 0.303 \text{ Ft}^2$$

Masa velocidad:

$$G = W / at$$

En donde:

$$W = 1,200 \text{ lb /h}$$

$$at = 0.303 \text{ Ft}^2$$

$$G = \frac{1,200 \text{ lb /h}}{0.303 \text{ Ft}^2}$$

$$G = 3,920 \text{ lb / h Ft}^2$$

Viscocidad:

$$\mu = 0.46 \text{ cp} = 1.1 \text{ lb /h Ft}$$

Diámetro de los tubos:

$$D = \frac{0.786 \text{ plg}}{12 \text{ plg/Ft}} = 0.0652 \text{ Ft}$$

Número de Reynolds:

$$Re = \frac{D \cdot G}{\mu}$$

En donde:

$$D = 0.0652 \text{ Ft}$$

$$G = 3,920 \text{ lb /h Ft}^2$$

$$\mu = 1.1 \text{ lb /h Ft}$$

$$Re = \frac{0.0652 \text{ Ft} \times 3,920 \text{ lb /h Ft}^2}{1.1 \text{ lb /h Ft}}$$

$$Re = 236$$

Coefficiente de transferencia de calor:

$$J_n = 2.3$$

Valor obtenido de la gráfica de curva de transferencia de calor del lado de los tubos (fig. 24 del Kern).

$$k \left(\frac{c \mu}{k} \right)^{1/3} = 0.4816 \text{ BTU / h Ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F / Ft}$$

$$h_i = \frac{J_n \times k \left(\frac{c \mu}{k} \right)^{1/3}}{D}$$

En donde:

$$J_n = 2.3$$

$$D = 0.0652 \text{ Ft}$$

$$h_i = \frac{2.3 \times 0.4818 \text{ BTU/h Ft}^2 \text{ °F/Ft}}{0.0652 \text{ Ft}}$$

$$h_i = 17.2 \text{ BTU/h Ft}^2 \text{ °F}$$

$$h_{i0} = 17.2 \text{ BTU/h Ft}^2 \text{ °F} \times 0.78$$

$$h_{i0} = 13.2 \text{ BTU/h Ft}^2 \text{ °F}$$

$$h_o = 318 \text{ BTU/h Ft}^2 \text{ °F}$$

Coefficiente total de transferencia de calor:

$$U_c = \frac{h_{i0} \times h_o}{h_{i0} + h_o}$$

En donde:

$$h_{i0} = 13.2 \text{ BTU/h Ft}^2 \text{ °F}$$

$$h_o = 318 \text{ BTU/h Ft}^2 \text{ °F}$$

$$U_c = \frac{13.2 \text{ BTU/h Ft}^2 \text{ °F} \times 318 \text{ BTU/h Ft}^2 \text{ °F}}{13.2 \text{ BTU/h Ft}^2 \text{ °F} + 318 \text{ BTU/h Ft}^2 \text{ °F}}$$

$$U_c = 12.7 \text{ BTU/h Ft}^2 \text{ °F}$$

Factor de obstrucción:

$$R_D = \frac{U_c - U_D}{U_c \times U_D}$$

En donde:

$$U_c = 12.7 \text{ BTU/h Ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$U_D = 12.4 \text{ BTU/h Ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$R_d = \frac{12.7 \text{ BTU/h Ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F} - 12.4 \text{ BTU/h Ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}{12.7 \text{ BTU/h Ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F} \times 12.4 \text{ BTU/h Ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

$$R_d = 0.0019 \text{ BTU/h Ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Caída de presión:

$$\text{Número de reynolds} = 3,290$$

$$\text{Factor de fricción} = 0.0026 \text{ Ft}^2 / \text{plg}^2$$

Número de cruces:

$$N + 1 = 12 \text{ L} / \text{B}$$

En donde:

$$L = 15 \text{ Ft}$$

$$B = 12 \text{ plg}$$

$$N + 1 = \frac{12 \times 15}{12} = 15$$

Fórmula de cálculo de la caída de presión:

$$dPs = \frac{f \times Gs^2 \times D \times (N + 1)}{5.22 \times 10^{10} \times De \times s}$$

En donde:

$$D = 15.25 \text{ plg} = 1.26 \text{ Ft}$$

$$G = 99,606 \text{ lb/h Ft}$$

$$De = 0.06 \text{ Ft}$$

$$s = 1.0$$

$$N + 1 = 15$$

$$dPs = \frac{0.0026 \times (99,606)^2 \times 1.26 \times 15}{5.22 \times 10^{10} \times 0.06 \times 1.0}$$

$$dPs = 0.15 \text{ lb/plg}^2$$

ESTUDIO REALIZADO EN EL ZACATE Y EN LAS CONDI
CIONES DE DESTILACION

Los principales estudios que se hicieron para determinar las características que debe tener el zacate, para su uso en la extracción de los aceites esenciales fueron:

- a).- La cantidad de siembra.
- b).- El uso de fertilizantes.
- c).- La aplicación de insecticidas.
- d).- Las variedades de zacate existentes con diferentes variedades morfológicas.

También deben hacerse estudios sobre las condiciones de destilación de los aceites. Estos estudios deben comprender:

- 1).- Calidad del zacate que se introduce para su destilación.
- 2).- El peso de zacate necesario para obtener una cantidad de peso de aceite.
- 3).- El peso del aceite obtenido durante el proceso dentro de las unidades de peso de zacate.
- 4).- El peso del aceite introducido al tanque de destilación.
- 5).- La cantidad contenida en el zacate que va a ser procesado.
- 6).- La cantidad de aceite obtenido en la destilación de un tanque.
- 7).- La cantidad de vapor introducido por cada tanque de destilación.

- 8).- La cantidad de condensado de aceite de agua y de aceite obtenidos durante la destilación de un tanque destilador.
- 9).- La temperatura de salida del condensado y la temperatura de entrada y de salida del agua de enfriamiento al condensador.
- 10).- El tiempo durante el cual es posible llevar - al cabo una destilación completa.
- 11).- La cantidad de vapor que se suministra al tanque durante un minuto.
- 12).- La cantidad de vapor utilizado para la obtención de una unidad de peso de aceite.
- 13).- La cantidad de condensado obtenido durante un minuto.
- 14).- La humedad del bagazo a la salida del destilador.
- 15).- Según estudios efectuados sobre cuál es la densidad de siembra que proporciona mejores rendimientos de aceite obtenido, así como una mejor protección de los suelos a la erosión y una mayor protección a la formación de diversos tipos de plantas que dañan el zacate, y que por lo tanto dan una reducción en la producción de -- aceite por manzana.

En la siguiente tabla se muestran las cantidades de aceite obtenido por manzana en los tres primeros cortes:

LIBRAS DE ACEITE POR MANZANA

Densidad de siembra	Primer corte	Segundo corte	Tercer corte
48" x 48"	47	80	78
42" x 42"	65	97	99
36" x 24"	99	130	120
40" x 24"	108	120	105
40" x 12"	157	130	125

En cuanto al estudio realizado mediante el uso de diversos tipos de fertilizantes, se obtuvieron los siguientes resultados:

La base es todos los tratamientos fueron: fósforo, potasio y nitrógeno, los dos primeros se aplicaron juntos y el nitrógeno fue aplicado un mes más tarde.

Cuando a los elementos menores se les añadió el azufre el resultado fue negativo, el mejor de los tratamientos fue aquel en el cual se añadió a cada hectárea de tierra 200 Kg de fósforo, 25 Kg de potasio y 75 Kg de nitrógeno, la producción de zacate por hectárea con este tratamiento fue muy superior al testigo aunque la cantidad de aceite contenida en peso fue menor.

La aplicación de insecticidas se hizo solamente en aquellas plantas que mostraban la acción de alguna de las plantas dañinas al zacate.

Entre las principales diferencias morfológicas encontradas en la planta de la citronela, se notaron las siguientes: el contenido de aceite varia con el zacate proveniente de diversas plantaciones; varia tambien la coloración de los tallos desde el verde claro hasta el púrpura; la época de floración es diferente en las

diversas plantaciones.

Uno de los puntos más importantes en la producción de los aceites de citronela y de té limón, es la altura a la cual se hace el corte del pasto que será procesado, los cortes que fueron probados varían entre las 3 y las 10 plg del piso, de donde los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes: si el corte se efectúa a tres pulgadas del piso la cantidad de pasto que se procesa es muy superior a la obtenida si el corte se hace a 10 pulgadas del piso y la cantidad de aceite obtenido no sufre alteración alguna, de donde puede verse que la parte inferior de la planta no contiene aceite.

La concentración de aceite en las hojas disminuye con el crecimiento del zacate, la mejor edad para el corte es de 2½ meses, pero si la cantidad de pasto sembrado hace posible que el corte se efectúe antes, se puede obtener una mayor cantidad de aceite, debido al poco aumento de concentración de aceite en las hojas con la edad de las mismas, si el corte se retrasa de los 2½ meses la planta puede verse afectada por la enfermedad llamada "Punta Seca" la cual hace disminuir la cantidad de aceite en la planta.

Cuadro en el cual se muestran algunas de las principales variables en una destilación de té limón:

Grado del aceite	77	79	82	80
Lbs de zacate/Lbs de aceite	278	213	136	112
Lbs de aceite/100 Lbs de zacate	0.36	0.47	0.73	0.89
Eficiencia del tanque	57.30	62.00	91.00	84.00
Peso del zacate en Lbs.	4,426	2,885	2,848	4,322
Humedad del zacate en Lbs.	62.70	50.50	45.70	55.90
Cantidad de aceite obtenido en Lbs.	16.00	13.50	21.00	38.40
Vapor utilizado en Lbs.	1,200	1,163	897	727
Cantidad de condensados en Lbs.	690	514	884	1,051
Tiempo de destilación en min.	50	60	25	45
Lbs. de vapor por min.	25	19	36	16
Lbs. de vapor/Lbs. de aceite	76	82	42	19
Lbs. de condensado/min.	14	9	35	23
Lbs. de condensado/Lb de aceite	42	38	42	27
Presión de la caldera en Psi.	75	50	100	95
Humedad del bagazo en %	62	60	56	52

ESTUDIO DE MERCADO

M E R C A D O

Todo el aceite de citronela y de té limón que se usa en México es de importación. Su consumo es de dos tipos:

Consumo directo, que es el de jabonería.

Consumo de transformación, es el que se utiliza en perfumería y en farmacia.

El aceite de té limón puede ser usado para la obtención de vitamina "A" sintética, aunque para el objeto de este estudio esta posibilidad no se toma en cuenta.

PROYECCION DEL CONSUMO DE LOS ACEITES
 EN EL MERCADO NACIONAL, en toneladas:

	1970	1971	1972	1973	1974	1975
CITRONELA						
Consumo directo	80	80	85	90	95	100
Para transformación	95	95	95	110	115	120
De substitución	25	25	25	25	25	25
TOTAL	200	200	205	225	235	245
TE LIMON						
Consumo directo	2	2	2	3	3	3
Para transformación	40	50	50	60	60	60
De substitución	18	18	18	18	18	18
TOTAL	60	70	70	81	81	81

DISTRIBUCION DEL CONSUMO NACIONAL

	CITRONELA		TE LIMON		% DEL TOTAL
	TON	%	TON	%	
International Flavors % Fragances de México, S.A.	75	37.5	35	58.0	42.5
H & R	40	20.0	15	25.0	21.2
Jabón y otros	85	42.5	10	17.0	36.3
TOTAL	200	100.0	60	100.0	100.0

FRACCIONES DE IMPORTACION

Producto	Permiso para importar	Fracción	Precio oficial	Impuestos			
				Específico	Ad valorem	Municipal	Adicional
Citronela (Kg)	NO	3301A001	\$22.00	\$ 3.30	40 %	3 %	10 %
Té Limón (Kg)	SI	3301A039	\$50.00	\$ 3.30	25 %	3 %	10 %

El aceite de citronela de Guatemala tiene subsidiados el 75 % de los impuestos de importación, el de Formosa y el de Ceylan solo pagan el 40 % del Ad valorem y el de la Argentina está negociado por la ALAIC y no paga impuestos, aunque es el de más baja calidad.

Para el aceite de Té Limón no hay trato específico.

Tanto el aceite de Citronela como el de Té Limón estan cotizados en el Mercado -- Mundial de Nueva York.

Costo de importación del Aceite de Citronela LAB en

México:

	Guatemala Guatemala	Formosa N. York	Ceylan N. York	Argentina B. Aires
Precio LAB	\$ 32.00	\$ 35.80	\$ 28.80	\$ 26.88
Impuestos:				
Específico	3.30	3.30	3.30	Exento
Ad valorem	3.20	14.35	11.55	Exento
Municipal	0.24	0.53	0.45	Exento
Adicional	1.30	3.95	3.18	Exento
Total	8.04	22.13	18.48	0.00
Otros gastos:				
Flete	1.38	1.60	1.60	2.00
Seguro	0.13	0.36	0.29	0.27
Manejo Aduanal	1.00	1.00	1.00	1.00
Varios	1.85	0.00	0.00	1.25
Total	4.36	2.96	2.89	5.12
Costo Total:	\$44.40	\$60.97	\$50.25	\$32.00

Los costos son por Kg. de aceite.

Costo de importación del Aceite de Té Limón LAB en
México.

	Guatemala	Nueva York
	Guatemala	Nueva York
Precio LAB	\$ 62.00	\$ 104.75
Impuestos:		
Específico	3.30	3.30
Ad valorem	15.50	26.19
Municipal	0.56	0.88
Adicional	6.20	11.52
Total	25.56	41.89
Otros gastos:		
Flete	1.38	1.60
Seguro	0.34	1.05
Manejo aduanal	0.60	1.00
Total	2.32	3.65
Costo Total	\$89.88	\$150.29

Los costos son por Kg. de aceite.

ESTIMADO DEL COSTO DE PRODUCCION

Costo del cultivo de Cítronela y de Té Limón:

El costo del cultivo se ha estimado tomando en consideración los datos aportados por dos fuentes diferentes: El Banco Agropecuario del Sur y Agricultura Técnica del Soconusco.

	Primer Año		Del 2º al 4º Año	
	ATSO	BAS	ATSO	BAS
Labores:				
Preparación del terreno (1 barbecho y tres rastreos)	\$ 340	\$ 350	-----	-----
Siembra	261	240	-----	-----
Labores de cultivo	560	420	\$ 560	\$ 420
Combate de plagas	500	520	500	520
Diversos	23	---	23	---
Gastos indirectos	345	250	345	250
Intereses	275	200	145	120
Total:	\$2304	\$1980	\$1573	\$1310

El costo está referido a una hectárea.

Costo total en 4 años:

ATSO $\$2,304 + 3 \times \$ 1,573 = \$ 7.083$

BAS $\$1,980 + 3 \times \$ 1,310 = \$ 5,910$

Producción por hectárea estimada en 4 años:

Citronela 45 Ton/año x 4 = 180 Ton.

Té Limón 45 Ton/año x 4 = 180 Ton.

Costo del pasto en la mata por tonelada:

ATSO $\$ 7,083 / 180 \text{ Ton} = \$ 39.35$

BAS $\$ 5,910 / 180 \text{ Ton} = \$ 33.00$

Costo de los pastos LAB en la planta extractora:

	Citronela		Té Limón	
	ATSO	BAS	ATSO	BAS
Costo de pasto en mata	\$ 39.35	\$ 33.00	\$ 39.35	\$ 33.00
Cosecha y carga	10.00	10.00	10.00	10.00
Transporte y descarga	15.00	15.00	15.00	15.00
Utilidad al agricultor	11.00	12.00	11.00	12.00
Total	75.35	70.00	75.35	70.00

Costo de los aceites LAB en la planta:

Se puede considerar un rendimiento de 0.4 % para la citronela y un 0.3 % para el Té limón.

Citronela		Te Limón	
ATSO	BAS	ATSO	BAS
\$ 18.48	\$ 17.50	\$ 25.11	\$ 23.33

Estos costos son por kilogramo de aceite.

Para cubrir la demanda del mercado nacional y consi-
derando el rendimiento del pasto de 45 a 60 Ton/año por hectá-
rea y que el rendimiento puede variar entre 0.3 y 0.4 % de --
aceite en el pasto; se ha estimado que una superficie total -
de siembras de 1,300 hectáreas, de las cuales 965 serán de --
citrónela y 335 de Té limón.

Para cubrir la cantidad de terreno que amerita la -
demanda nacional, deberá tenerse un control adecuado tanto del
pasto como del corte para que este se lleve al cabo en una --
forma escalonada, y que el pasto llegue a la planta en las me-
jores condiciones para su proceso.

EPOCAS DE CORTE DE LOS PASTOS

Etapa	Año	No. de cortes	Mes
I	1º	3	IV, VIII, XII
I	1º	2	VI, XII
I	2º	4	III, VI, IX, XII
I	2º	3	IV, VII, XII
II	2º	2	VI, XII
I	3º	4	III, VI, IX, XII
I	3º	4	III, VI, IX, XII
II	3º	3	IV, VII, X
III	3º	2	VI, XII
I	4º	4	III, VI, IX, XII
I	4º	4	III, VI, IX, XII
II	4º	4	I, IV, VII, X
III	4º	3	IV, VIII, XII
I	5º	4	III, VI, IX, XII
I	5º	4	III, VI, IX, XII
II	5º	4	I, IV, VII, X
III	5º	4	III, VI, IX, XII

Los rendimientos anuales por hectárea se han estimado como sigue:

	Citronela	Te limón
Primer corte	40	45
Siguientes	55	70

Las cantidades expresadas en la tabla anterior indican el número de toneladas.

CITRONELA
Nº DE CORTES

	PRIMER CORTE			SUBSECUENTES		
	80	320	480	80	320	480
Hectáreas sembradas	80	320	480	80	320	480
Primer año	2			3		
Segundo año		1		7	1	
Tercer año			1	8	3	1
Cuarto año				8	4	3
Quinto año				8	4	4

RENDIMIENTOS ANUALES

AÑO	CITRONELA		TE LIMON	
	Hectáreas sembradas	Toneladas de pasto	Hectáreas sembradas	Toneladas de pasto
1º	160	6,720	50	2,500
2º	480	21,600	150	8,250
3º	960	48,000	300	18,000
4º	960	52,800	300	21,000
5º	960	52,800	300	21,000

RENDIMIENTOS ANUALES

AÑO	CITHONELA		TE LIMON	
	Hectáreas sembradas	Toneladas de pasto	Hectáreas sembradas	Toneladas de pasto
1ª	160	6,720	50	2,500
2ª	480	21,600	150	8,250
3ª	960	48,000	300	18,000
4ª	960	52,800	300	21,000
5ª	960	52,800	300	21,000

AÑO	TOTAL DE TONELADAS DE PASTOS A PROCESAR			TOTAL DE BARCADAS
	CITRONELA	TE LIMON	TOTAL	
1ª	6,720	2,500	9,220	4,390.5
2ª	21,600	8,250	29,850	14,214.3
3ª	48,000	18,000	66,000	31,428.5
4ª	52,800	21,000	73,800	35,142.9
5ª	52,800	21,000	73,800	35,142.9

AÑO	TON. DE ACEITES			ENVASES
	CITRONELA	TE LIMON	TOTAL	
1º	26.88	7.50	34.38	215
2º	86.40	24.75	111.15	697
3º	192.00	54.00	246.00	1538
4º	211.20	63.00	274.20	1714
5º	211.20	63.00	274.20	1714

Se tomó como base para el cálculo del número de envases, que en cada uno de ellos se colocarían 160 Kg de aceite.

NUMERO DE HECTAREAS A CORTAR ANUALMENTE

ANO	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1º				105		105		105				210
2º			105	105		525	105		105			630
3º			210	420		840	420		210	420		840
4º	420		210	1050		210	420	630	210	420		840
5º	420		840	420		840	420		840	420		840

FLUJO DE PASTO ANUAL EN TONELADAS

AÑO	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1ª				1312		1312		1312				2625
2ª			1312	1312		6562	1312		1312			7875
3ª			2525	5250		10500	5250		2625	5250		10500
4ª	6300		3150	15750		3150	6300	15750	3150	6300		12600
5ª	6300		12600	6300		12600	6300		12600	6300		12600

Capacidad anual de una planta paquete:

La planta llamada paquete esta constituida por dos destiladores, un condensador, y el equipo auxiliar necesario.

2,100 Kg de pasto son procesados en 45 minutos.

La planta trabaja 20 horas diarias efectivas.

El trabajo anual de la planta es de 220 dias.

Una planta puede procesar 5,852 barcadas/año.

AÑO	Nº DE BARCADAS	Nº DE EQUIPOS
1º	4,390.5	1
2º	14,214.3	3
3º	31,428.5	6
4º	35,142.9	7
5º	35,142.9	7

INVERSIONES PARA UNA PLANTA CAPAZ DE PROCESAR 12,500 TON.
DE PASTO ANUALES.

CONCEPTO	DEPRECIACION		
	INVERSION	10 AÑOS	TOTAL
Caldera	150.0	15.0	15.0
Destiladores	60.0	6.0	6.0
Condensador	45.0	4.5	4.5
Separador	5.0	0.5	0.5
Picadora	24.0	2.4	2.4
Camioneta	40.0	4.0	4.0
Transportador	10.0	1.0	1.0
Bomba	8.0	0.8	0.8
Tanque combustible	15.0	1.5	1.5
Báscula	30.0	3.0	3.0
Polipasto	20.0	2.0	2.0
Tubería y acc.	40.0	4.0	4.0
Material elec.	35.0	3.5	3.5
Gastos de inst.	50.0	5.0	5.0
Obras civiles	140.0	14.0	14.0
Gastos de arranque e imprevistos	100.0	10.0	10.0
Semilla	170.0	17.0	17.0
TOTAL	942.0	94.2	94.2

Los datos anteriores estan expresados en miles de pesos.

Puede deducirse el hecho de que la inversión sería paulatina y de acuerdo al grado de avance de las diferentes etapas de operación proyectadas.

La inversión se destinaría a la construcción de la planta, caminos, instalaciones, compra de equipo y compra de la semilla inicial.

GASTOS FIJOS

	A Ñ O S				
	1º	2º	3º	4º	5º
Sueldos y salarios de prod.	210	250	400	425	425
Mant. de equipo sueldos de Admon. y supervisión	150	200	300	350	350
Gastos de viaje	20	30	50	60	60
Gastos de promoción	25	25	50	60	60
Gratificaciones	10	15	30	50	50
Seguros	10	20	60	70	70
Uniformes	9	15	40	50	50
Renta de equipo	140	250	400	500	500
Renta de terreno	20	20	30	40	40
Total	594	825	1410	1605	1605
Depreciación y amortización	70	210	420	490	490
TOTAL	664	1035	1830	2095	2095

Los datos anteriores estan expresados en miles de pesos.

COSTOS VARIABLE EN EL ACEITE DE
CITRONELA

PASTO	\$ 158.03
COMBUSTIBLE	42.00
ENERGIA ELECTRICA	10.50
AGUA	0.40
ENVASE	6.30
FLETES	2.02

Este costo está referido a una barcada que produce 8.4 Kg de aceite.

El envase cuesta \$120.00 para 160 Kg. de aceite.

El flete tiene un costo de \$240.00 por tonelada.

NUMERO DE BARCADAS ANUALES DE ACEITE
DE CITRONELA

Primer año	3,200
Segundo año	10,286
Tercer año	22,657
Cuarto año	25,143
Quinto año	25,143

GASTOS VARIABLES EN EL ACEITE DE CITRONELA
ANUALES

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO	QUINTO
MAT. PRIMA	506352.00	1627560.00	3616800.00	3978480.00	3978480.00
COMBUSTIBLE	134400.00	432012.00	959994.00	1056006.00	1056006.00
ENERGIA ELEC.	33600.00	108003.00	239998.50	264001.50	264001.50
AGUA	1280.00	4114.40	9142.00	10057.20	10057.20
ENVASE	20160.00	64802.80	143999.10	148410.90	148410.90
FLETES	6464.00	20777.72	46171.14	50788.86	50788.86
Total	702256.00	2257269.92	5016104.74	5507744.46	5507744.46
3/8 Ing. Merc.	21067.68	67718.10	150483.15	165232.35	165232.35
TOTAL	\$723323.68	\$2325000.02	\$ 5166587.89	\$5672976.81	\$5672976.81

COSTOS VARIABLES EN EL ACEITE
DE TE LIMON

PASTO	\$ 158.03
COMBUSTIBLE	42.00
ENERGIA ELECTRICA	10.50
AGUA	0.40
ENVASE	4.80
PIETES	1.51

Este costo está referido a una barcada que produzca
6.3 Kg. de aceite.

NUMERO DE BARCADAS ANUALES DE ACEITE
DE TE LIXON.

PRIMER AÑO	1,190
SEGUNDO AÑO	3,928
TERCER AÑO	8,751
CUARTO AÑO	10,000
QUINTO AÑO	10,000

GASTOS VALIABLES EN EL AGENTE DE TELEFONO

ANUALES

	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO	QUINTO
MAT. PRIM.A	\$188055.70	\$ 620741.84	\$1362920.53	\$1590306.00	\$1580396.00
COMBUSTIBLE	49980.00	164976.00	369542.00	429306.00	426000.00
ENERGIA ELEC.	12495.00	41244.00	91885.50	105900.00	105900.00
AGUA	476.00	1571.20	3500.00	4000.00	4000.00
ENTRASE	5712.00	18854.40	42004.00	48000.00	48000.00
FLETE	1796.50	5931.26	13214.01	15100.00	15100.00
Total	256315.60	853316.72	1901067.24	2172806.00	2172800.00
En Inv. Merc.	7755.50	25559.60	57032.01	65172.00	65172.00
TOTAL	266271.10	878876.32	1958099.25	2237978.00	2237972.00

SUMA DE GASTOS FIJOS Y GASTOS VARIABLES

	A Ñ O S				
	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO	QUINTO
Citronela	\$723323.68	\$2324988.02	\$5166587.89	\$5672976.81	\$5672976.81
Te limón	266271.10	878918.32	1958099.25	2237572.00	2237572.00
Gastos fijos	644000.00	1035000.00	1830000.00	2095000.00	2095000.00
TOTAL	1635594.78	4238906.34	8954687.14	9905548.81	9905548.81

INGRESOS POR VENTAS DE LOS ACEITES

AÑOS	TE LIMON	CITRONELA	TOTAL
PRIMERO	\$ 660,000.00	\$ 1'182720.00	\$ 1'842720.00
SEGUNDO	1'298,000.00	3'801,600.00	5' 099600.00
TERCERO	4'752,000.00	8'448,000.00	13'200000.00
CUARTO	5'544,000.00	9'292,800.00	14'836800.00
QUINTO	5'544,000.00	9'292,800.00	14'836800.00

El precio de venta del aceite de citronela seria de : \$ 44.00

El precio de venta del aceite de te limón seria de : \$ 88.00

INGRESOS MENOS EGRESOS

AÑOS	INGRESOS	EGRESOS	DIFERENCIA
PRIMERO	\$ 1842720.00	\$ 1653594.78	\$ 189125.22
SEGUNDO	5099600.00	4238906.34	860703.66
TERCERO	13200000.00	8954687.14	4245312.86
CUARTO	14836800.00	9905548.81	4931351.19
QUINTO	14836800.00	9905548.81	4931351.19

En este estudio de mercado se ha considerado que todos los equipos están localizados dentro de una misma planta.

En las siguientes páginas se encontrarán los datos de un segundo estudio en el cual se considera la creación de dos plantas, las cuales estarían localizadas dentro de una extensión de campo que pueda cubrir la demanda nacional, -- con estas dos plantas se aumentan los costos de mano de obra directa, la mano de obra indirecta se puede considerar que variaría muy poco, pero el costo del transporte se reduciría, con lo cual el costo por barcada baja y por lo tanto el costo de producción es inferior y esto proporciona que si el precio de venta se mantiene igual las ganancias de la empresa serán mayores.

COSTO VARIABLE POR BARRADA DE ACEITE DE CITRONEIA

PASTO	\$ 147.00
COMBUSTIBLE	42.00
ENERGIA ELEC	10.50
AGUA	0.40
ENVASE	6.30
FIETE	2.02
TOTAL	208.22
3% ING. MERC.	6.25
TOTAL	\$ 214.47

COSTO VARIABLE ANUAL DEL ACEITE DE CITRONELA

AÑOS	Nº DE BARCADAS	TOTAL \$
PRIMERO	3,200	686,304.00
SEGUNDO	10,286	2'206,038.42
TERCERO	22,857	4'902,090.79
CUARTO	25,143	5'382,419.21
QUINTO	25,143	5'382,419.21

COSTO VARIABLE POR BALCADA DE ACEITE
DE TE LIMON.

PASTO	147.00
COMBUSTIBLE	42.00
ENERGIA ELEC.	10.50
AGUA	0.40
ENVASE	4.80
FLETE	1.51
TOTAL	206.21
3% ING. MERC.	6.19
TOTAL	212.40

COSTO VARIABLE ANUAL DEL ACEITE DE TE LIMON

AÑOS	Nº DE BARCADAS	TOTAL \$
PRIMERO	1,190	252,656.00
SEGUNDO	3,928	834,307.20
TERCERO	8,751	1'858,712.40
CUARTO	10,000	2'124,000.00
QUINTO	10,000	2'124,000.00

GASTOS FIJOS

	A Ñ O S				
	1º	2º	3º	4º	5º
Sueldos y salarios					
de prod.	210	250	500	550	550
Mant. de equipo					
sueldos de Admon. y supervisión	150	200	350	400	400
Gastos de viaje	20	30	50	60	60
Gastos de promo- ción	25	25	50	60	60
Gratificación	10	15	30	40	40
Seguros	10	20	60	70	70
Uniformes	9	15	40	50	50
Renta equipo	140	250	400	500	500
Renta terreno	20	20	40	40	40
Total	594	825	1520	1770	1770
Depreciación y amortización	70	210	420	490	490
TOTAL	664	1035	1940	2260	2260

Los datos anteriores estan expresados en miles de pesos.

SUMA DE GASTOS FIJOS Y GASTOS VARIABLES

	A Ñ O S				
	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO	QUINTO
Citronela	\$ 686304.00	\$ 2206038.42	\$ 4902090.79	\$5382419.21	\$ 5382419.21
Te limón	252656.00	834307.20	1858712.40	2124000.00	2124000.00
Gastos fijos	664000.00	1035000.00	1940000.00	2260000.00	2260000.00
TOTAL	1402960.00	4075345.62	8900803.19	9766419.21	9766419.21



INGRESOS MENOS EGRESOS

AÑOS	INGRESOS	EGRESOS	DIFERENCIA
PRIMERO	\$ 1842720.00	\$ 1402960.00	\$ 439760.00
SEGUNDO	5099600.00	4075345.62	1024255.38
TERCERO	13200000.00	8900803.19	4299197.81
CUARTO	14836800.00	9766419.21	5070381.79
QUINTO	14836800.00	9766419.21	5070381.79

CONCLUSIONES

1.- La planta deberá estar localizada en un lugar cercano a las plantaciones para obtener un rápido proceso del pasto y una menor pérdida de los aceites.

2.- La planta deberá además estar localizada en un lugar con suficiente agua, energía eléctrica, y vías de comunicación para que sea surtida de combustible y para la entrada de la materia prima.

3.- El bagazo obtenido por este proceso debe ser estudiado para que pueda ser utilizado y con esto se reduzca el costo del aceite, - puede ser usado como alimento para animales si se le agregan melazas, como combustible y como abono si se reincorpora parte de él al suelo-.

4.- Puede reducirse el costo de la materia prima se elige un sistema adecuado a las necesidades de la planta que no sea el manual.

5.- Debe mantenerse una vigilancia sobre el pasto en el campo para evitar con ello el gran número de plagas que atacan a estas variedades de pasto haciendo que el rendimiento del aceite obtenido sea inferior al esperado.

6.- Se deben financiar estudios para mejorar la clase del pasto que tengan las plantaciones, ya que existen plantas que proporcionan hasta un rendimiento del 0.7%, siendo el normal 0.4%.

7.- Según el estudio de mercado lo mejor sería tener
dos plantas, para bajar así los costos de transporte y --
obtener una mayor ganancia.

8.- Es necesario que la planta sea diseñada pensando
en el futuro, ya que así se podría bajar los costos por
modernización comprando una máquina que llene los requisitos
a un futuro, así como la pesadora y los transportadores.

9.- Deben de hacerse los estudios necesarios para au-
mentar esta planta con una torre de destilación adecuada -
para así poder vender los componentes de los aceites con -
lo cual se obtendría una planta mayor con mejores resulta-
dos económicos.

BIBLIOGRAFIA

1.- AGRICULTURA TECNICA DEL SOCONUSCO

Tapachula, Chiapas.
México.

2.- ASOCIACION DE PRODUCTORES DE ACEITES ESENCIALES.

Experimentos e investigaciones, resultados analíticos.

Número 1 1965

Número 2 1966

Número 3 1967.

Guatemala, Centro America.

3.-ARIES ROBERT S. & NEWTON ROBERT D.

Chemical Engineering Cost Estimation

Primera Edición

McGraw-Hill Book Company Inc.

Nueva York.

Estados Unidos, 1955.

4.-BANCO AGROPECUARIO DEL SUR.

Tapachula, Chiapas.

México.

5.- BETHEL L.I.; ATWATER, F.S.; SMITH, G. y STACKMAN, H.A.

Organización y Dirección Industrial

Primera Edición

Fondo de Cultura Económica

México, D.F., 1968.

México.

6.- ENCYCLOPEDIA BRITANNICA

Encyclopedia Britannica Inc.

William Benton Publisher.

Chicago, 1969.

Estados Unidos.

7.- FOUST ALAN; WENZEL LEONARD A.; CLUMP CURTIS;
MAUS LOUIS; ANDERSEN L. BRYCE.
Principios de Operaciones Unitarias
Compañía Editora Continental S.A.
México, D.F., 1964.
México.

8.- KENT JAMES.
Química Industrial
Primera Edición.
Ediciones Grijalbo.
Barcelona, 1964.
España.

9.- KEEN DONALD Q.
Procesos de Transferencia de Calor
Primera Edición
Compañía Editora Continental S.A.
México, D.F., 1965
México.

10.- KIRK & OTTMER
Chemical Technology
Primera Edición.
Nueva York.
Estados Unidos.

11.- MC.CABE, WARREN L.; SMITH JULIAN C.
Unit Operations of Chemical Engineering
International Students Edition.
Editorial Novaro S...
México, D.F., 1965.
México.

12.- PERRY JOHN H.

Chem. Eng. Handbook.

Cuarta Edición

McGraw-Hill Book Company Inc.

Kogakusha Company Ltd.

Tokio, 1963.

Japón.

13.- RAUTENSTRAUCH, W. y VILLEMS h.

Economía de las Empresas Industriales

Tercera Edición

Fondo de Cultura Económica

México, D.F., 1965

México.

ESTE TRABAJO SE IMPRIMIO EN LOS
TALLERES GUADARRAMA IMPRESORES. S. A.
AV. CUAUHTEMOC No. 1218, COL. VERTIZ
NARVARTE - MEXICO 13, D. F.
T E L E F O N O 5 7 5 - 2 8 - 4 1