

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

ANTEPROYECTO DE UNA PLANTA DE OBTENCION
DE ESENCIA NATURAL DE VAINILLA

327

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

EMILIO SANTILLAN RODRIGUEZ

1 9 7 4



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.

Tesis
AÑO: 1974
FECHA:
PROG: Mit
No: ~~308~~

act.
308
299



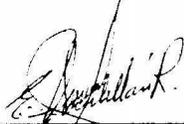
QUIMICA

PRESIDENTE: Prof. PABLO HOPE Y HOPE
VOCAL: " JOSE E. GALINDO FUENTES

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE
SEGUN EL TEMA DE TESIS:

SECRETARIO: " GUILLERMO CARSOLIO PACHECO
1er. SUPLENTE: " JOSE L. PADILLA DE ALBA
2do. SUPLENTE: " MARIO RAMIREZ Y OTERO

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA: En bibliotecas y Fuentes directas de
información y laboratorio.

SUSTENTANTE: 
Emilio Santillán Rodríguez.

ASESOR DEL TEMA: Ing. José F. Galindo F.

A MI PADRE FELIPE SANTILLAN JORANTES
CON GRATITUD Y RESPETO POR SU DECIDIDO
E INCONDICIONAL APOYO EN TODAS LAS
ETAPAS DE MI VIDA.

A MI MADRE PAULA RODRIGUEZ DE S.
POR SU CARINO Y COMPRENSION SIN
LIMITES.

A MIS HERMANOS ISABEL, ALFONSO
Y LUPITA POR EL CARINO QUE A ELLOS
ME UNE.

A MI QUERIDA ESPOSA REYNA
POR SU AMOR Y PACIENCIA.

A MIS PEQUENAS HIJAS
VERONICA Y FABIOLA.

A MIS SUEGROS ALFONSO Y REINA.

A MIS MAESTROS

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS.

A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE
DIRECTA O INDIRECTAMENTE ME
AYUDARON EN EL DESARROLLO DE
ESTA TESIS.

<u>INDICE</u>		PAGINA
I.-	INTRODUCCION	1
II.-	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	
	a).- Generalidades	2
	b).- Propiedades Físicas	3
	c).- Propiedades Químicas	5
	d).- Acción Fisiológica	8
	e).- Usos	9
III.-	PRODUCCION Y CONSUMO	
	a).- Producción Nacional	10
	b).- Dependencia de la Industrial Nacional	10
	c).- Consumo total, volumen y valor en diez años. Su tendencia	10
	d).- Importación y exportación	10
	e).- Precios del producto y su tendencia	14
	f).- Proyección del mercado	15
IV.-	PROCESO DE FABRICACION, DESCRIPCION Y CALCULO.	
	a).- Materia prima: Zonas de producción, tratamiento y almacenamiento.	17
	b).- Posibles substitutos del producto	20
	c).- Diferentes métodos de obtención del extracto de vainilla.	20
	d).- Descripción del proceso, experimentación y diagrama del flujo.	23
	e).- Capacidad de la planta	34
	f).- Balance de materia y energía	35
	g).- Cálculo del equipo	50
	h).- Localización de la planta.	81
V.-	EVALUACION ECONOMICA	
	a).- Inversión fija requerida	84
	b).- Costos de materia prima	88
	c).- Servicios	88
	d).- Requerimientos de mano de obra	89
	e).- Estado de Costo de Producción	90
	f).- Gastos de Administración y Ventas (G.A.V.)	93
	g).- Subproductos	95
VI.-	RESULTADOS.	
	a).- Estado de Pérdidas y Ganancias o Estado de Resultados	96
	b).- Rentabilidad	98
	c).- Punto de equilibrio	100
	d).- Riesgos de obsolescencia	106

	PAGINA
VII.- RESUMEN Y CONCLUSIONES	107
VIII.-BIBLIOGRAFIA	I

I . INTRODUCCION

I. INTRODUCCION.

Por las sugerencias para el establecimiento de nuevas industrias en México de la Secretaría de Industria y --- Comercio, en el año 1967, entre las que se encuentra la - obtención industrial de vainillina sintética, se encontró que el producto natural: aceite esencial de vainilla, tam poco se producía en México, por lo que el estudio de ésta tesis estará orientado al aprovechamiento integral de la vainilla producida en nuestro país, ya que a la fecha no existe ninguna industria dedicada a este fin, exportándose casi en su totalidad la vainilla cosechada e importándose a su vez el consumo nacional de aceite esencial de - vainilla y su sustituto sintético: la vainillina.

1/2

II.- DESCRIPCION DEL PRODUCTO

- a).- Generalidades
- b).- Propiedades físicas
- c).- Propiedades Químicas
- d).- Acción fisiológica
- e).- Usos

II.- DESCRIPCION DEL PRODUCTO.

a) Generalidades:

Un extracto natural para usos de perfumería o alimenticios, se define como una solución en alcohol etílico de concentración apropiada, de los principios aromáticos y sapígenos derivados de una planta aromática o parte de ella, con o sin sus componentes colorantes, dándosele el nombre de la planta usada en su preparación (5).

En las industrias de perfumería y alimentación especialmente, se usan éstos extractos naturales importantes por su olor o aroma, que solos o mezclados adecuadamente en proporciones empíricas, pueden constituir el perfume de un jabón, el de una agua de colonia, el aroma de un helado o el de un licor, etc.

Los extractos tienen diversos orígenes, siendo los más importantes ciertos cuerpos naturales con olor o aroma (la mayor parte son de origen vegetal, conociéndose varios en el reino animal y ninguno en el mineral), unas veces son plantas completas, flores, frutos, cortezas, maderas y --- raíces; otras secreciones animales o vegetales, conocidos casi todos por el hombre desde hace mucho tiempo a causa de su perfume agradable. De éstos cuerpos y mediante tratamientos donde ocurren en ocasiones procesos químicos sencillos (tales como la hidrólisis inevitables en las destilaciones-acuosas), se aíslan las llamadas "esencias naturales", mezclas regularmente muy complejas de terpenos, sesquiterpenos, sus derivados oxigenados y otros compuestos aromáticos. Muchas de ellas contienen de 20 a 30 compuestos que cubren la gama completa de materiales orgánicos.

Suelen entrar a formar parte de las esencias naturales cuerpos inodoros eliminables mediante tratamientos posteriores adecuados, como por ejemplo las ceras contenidas en las esencias concretas de extracción con disolventes volátiles.

Siguiendo técnicas de síntesis orgánica se obtienen a partir de componentes aislados como el geraniol, citral, linalol o mentol o bien del benceno, naftol, aceite de ricino o acetona, las "esencias o perfumes sintéticos" que no estando presentes en ninguna de las esencias naturales o sólo en pequeña proporción tienen olor característico útil en perfumería o alimentación o son similares a algún perfume natural.

Siguiendo la definición anterior, el extracto o esencia natural de vainilla es la solución alcohólica de los componentes aromáticos y sapígenos que se obtienen de una parte de la planta de la vainilla; la vaina, y como tal, sus prin

cipales usos están en las industrias de perfumería y alimenticia.

b).- Propiedades Físicas:

El extracto de vainilla es una solución alcohólica de color ambarino que por cada 100 ml. contiene cuando menos -- las materias solubles de 10 gramos de vainas de vainilla. -- Su olor y sabor son característicos. (17)

La composición de un extracto normal de vainilla es el siguiente (4):

	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO
Vainillina $\frac{\text{g}}{100 \text{ ml}}$	0.31	0.11	0.19
Indice normal de plomo	0.74	0.40	0.54
<u>Acidez del extracto</u>			
ml.O.I.N. $\frac{\text{de alcalinidad}}{100 \text{ ml}}$			
total	52.0	30.0	42.0
Equivalente a vainillina	20.0	7.0	12.0
Diferentes a vainillina	42.0	14.0	30.0
<u>Cenizas $\frac{\text{g}}{100 \text{ ml}}$</u>			
Totales	0.432	0.220	0.319
Solubles en agua	0.357	0.179	0.265
Insolubles en agua	0.081	0.027	0.054
<u>Alcalinidad de ceniza,</u>			
ml.O.I.N. $\frac{\text{de ácido}}{100 \text{ ml}}$			
Total	54.0	30.0	42.0
Solubles en agua	40.0	22.0	30.0
Insolubles en agua	18.0	7.0	12.0

La composición anterior está dada de un resumen de los análisis hechos por Winton, Berry y Albright sobre 71 extractos de vainilla preparados en el laboratorio partiendo de diferentes calidades y tamaños de vainas. (23)

*INDICE NORMAL DE PLOMO.- Es el precipitado formado con --- acetato de plomo normal y está constituido por las sales de plomo de los ácidos orgánicos e inorgánicos derivados de la vaina de vainilla. Las soluciones de vainillina y cumarina coloreadas con el objeto de imitar un extracto no dan ----

prácticamente precipitado con el reactivo. Este índice se determina de la siguiente manera: (21)

METODO GRAVIMETRICO.- Se pipetea 25 ml. de una solución de acetato de plomo clara (preparada disolviendo 8g. de acetato de plomo Q.P. en 100 ml. de agua destilada), 50 ml. de una muestra de extracto y 175 ml. de agua recién hervida en un matraz de bola. Colóquese el matraz en el agujero cortado en un tela de asbesto a manera de que el matraz caiga -- hasta un nivel que marque 50 ml., esto se hace para evitar el calentamiento de la parte superior del matraz.

Se coloca un condensador al matraz y destíllense 200 ml. a un matraz aforado. Guárdese el destilado para la determinación del etanol y transfírase el residuo a otro matraz aforado de 100 ml. Lávese el matraz de bola con agua excenta de CO_2 (anhídrico Carbónico) y afórese el residuo a los 100 ml. con ésta misma agua. Enfríese, mézclase y filtrese a través de un papel seco.

Se hace una determinación testigo usando 5 gotas de ácido acético glacial en lugar de la muestra, recogiendo -- 150 ml. de destilado en lugar de 200 ml.

Se precipita el plomo soluble en la disolución de la muestra y en la disolución testigo de la siguiente manera:

Se pipétea una parte alícuota de 10 ml. de la disolución a un matraz de 250 ml., añádanse 25 ml. de agua destilada, 2 ml. de ácido sulfúrico diluido (1:1 H_2SO_4 conc./ H_2O) y 100 ml. de etanol. Mezclense y déjense reposar durante la noche.

Filtrese al vacío en un Gooch tarado, que contenga --- asbesto y lávese perfectamente con etanol. Póngase a calcinación en una mufla calentando el Gooch al rojo. Enfríese en un desecador y pesese.

El índice normal de plomo se calcula de la siguiente manera:

$$A = \frac{100 \times 0.6831 (S-A)}{5}$$

$$A = 13.662 (S-A)$$

donde:

A = Índice normal de plomo

S = Gramos de sulfato de plomo precipitado con la --- muestra testigo

A = Gramos de sulfato de plomo precipitados con la -- muestra real, correspondiendo cada una de ellos a 2.5 ml. de la solución valorada de acetato de plomo.

c).- Propiedades Químicas.-

La composición química del extracto de vainilla, aunque no se ha determinado en todos sus componentes (4), se sabe que está formada por: vainillina (su principal componente), compuestos aromáticos secundarios, aceites volátiles, resinas, ácidos orgánicos (como el ácido vanillico), aceites fijos, azúcar, cera, grasas, goma, taninos y sus disolventes alcohol etílico y agua.

Su valor no está determinado enteramente por su contenido de vainillina, sino por su fragancia.

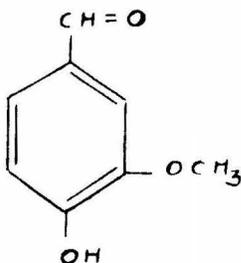
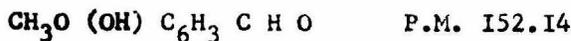
Los compuestos aromáticos secundarios son debidos a un complejo de aldehidos aromáticos (como el aldehido anísico), alcoholes (por ejemplo: el alcohol anasílico) y ésteres, cuyas concentraciones son diferentes en las diferentes variedades de vainas y en los diferentes lotes de la misma vaina. Juntos forman la fragancia balsámica típica del sabor de la vainilla; el aceite volátil también forma parte del bálsamo.

Las resinas están presentes en diferentes tipos y en diferentes cantidades en las vainas de vainilla. Cuando se aíslan, algunas de ellas tiene sabor agradable, pero no tienen olor. Las resinas constituyen, en gran parte, el primer material precipitante de la vainilla. Son solubles en alcohol y álcalis y completamente insolubles en agua. Su principal función es la de fijadores de los delicados compuestos del sabor. Por ésta razón, un extracto que contenga grandes cantidades de resinas, retendrá los compuestos aromáticos por mayor tiempo que uno que contenga menor cantidad de ellas.

Los diferentes ácidos, presentes en las vainas de vainilla no tienen valor en los extractos frescos. Llegan a ser valiosos, sin embargo, cuando por medio de cambios químicos son convertidos a ésteres durante el proceso de añejamiento.

Las reacciones de los principales compuestos que se han identificado en los extractos de vainilla son las siguientes:

VAINILLINA.- Eter 3-metílico del aldehído protocatéquico, 4-hidroxí-3-metoxíbenzaldehído:



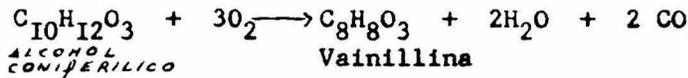
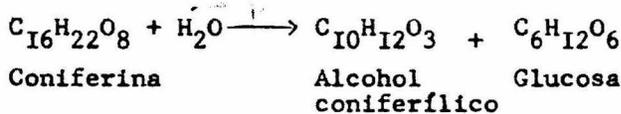
✓ Cristaliza en prismas aciculares monoclinicos, blancos o de color amarillo muy pálido y tiene olor y sabor agradable y característico.

Está presente en las vainas de vainilla en una cantidad que varía de 1 a 3.5% y como curiosidad, las vainas mejor - cotizadas no son las que tienen el contenido más alto de -- vainillina. Esto ha sido demostrado por Tiemann y Harmann.- (22)

VAINAS	MEXICANAS	de BOURBON	JAVA
% de Vainillina	1.69	2.48	2.75

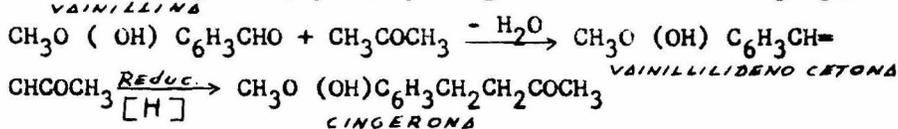
Las vainas verdes de vainilla no contienen vainillina - que es la causa de la fragancia de las vainas ya curadas. - La vainillina se forma en las vainas durante el proceso de - cura por la hidrólisis de la coniferina, un glucósido que - se encuentra en diferentes partes de la planta. La coniferi - na es convertida primero en alcohol coniferflico y glucosa - por medio de una enzima. El alcohol coniferflico es después oxidado a vainillina por un oxidante contenido en las vai - nas.

Las siguientes reacciones son las que se supone se --- llevan a cabo en la formación de la vainillina en la vaina:

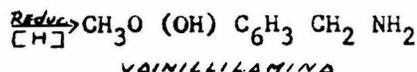
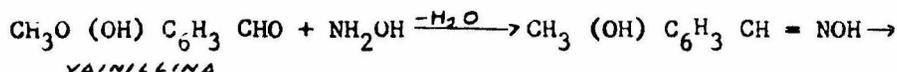


Hay 3 tipos de reacciones posibles con la vainillina: - las del grupo aldehido, del hidróxido fenólico y las del -- grupo aromático; sufre reacciones de condensación, redu -- cción, oxidación y sustitución.

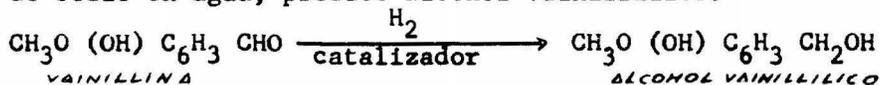
Condensación.- Con la acetona, en presencia de álcali, la vainillina forma la vainillilidenacetona, que por redu -- cción dá cingerona, principal agente del sabor de jengibre:



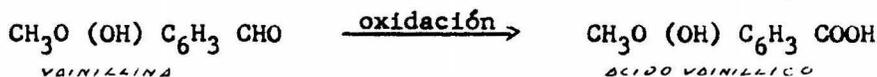
La condensación con hidroxilamina produce oxima de --- vainillina, que es reducida con amalgama de sodio y ácido - acético para dar vainillilemina:



Reducción.-La hidrogenación catalítica empleando óxido de platino en alcohol, níquel o paladio - bario en ácido, - acético glacial como catalizador, o la acción de amalgama - de sodio en agua, produce alcohol vainillílico.



Oxidación.-El ácido vanílico se forma casi cuantitativamente por oxidación de la vanillina con óxido de plata.

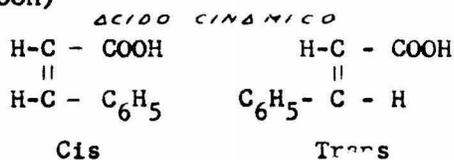


Substitución.-Se produce generalmente en la posición - 5 cuando la vanillina es halogenada o nitrada. Si se bloquea el grupo hidroxilo por esterificación, la substitución tiene lugar en las posiciones 2 y 6. Reyford y otros han - preparado productos clorosustituidos de la vanillina, incluyendo los derivados monocloro de las posiciones 2,5 y 6.

ACIDO CINAMICO.- (ácido-β-fenilacrílico).

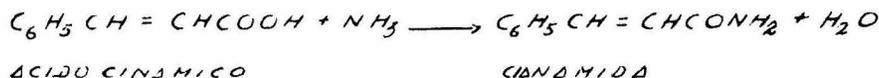
Se presenta en estado libre y en forma de ésteres, en diversos aceites etéreos y en resinas.

El ácido cinámico existe en las formas "cis" y "trans":
($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CHCOOH}$)

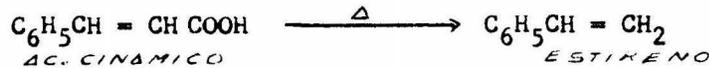


Sufre las reacciones típicas de un grupo carboxilo, de una ligadura olefínica y de un grupo bencénico.

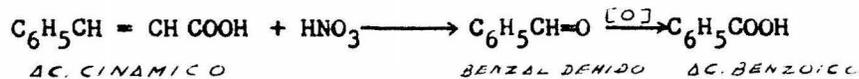
Como ácido forma sales y ésteres. Con el amoníaco o -- las alquilaminas forma cianamida.



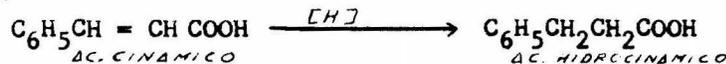
su descarboxilación para dar estireno se efectúa por -
destilación.



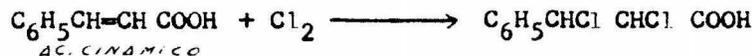
Por oxidación con ácido nítrico se rompe la doble liga
dura y dá benzaldehido que es oxidado y convertido en ácido
benzoico.



Por reducción se convierte en ácido hidrocínámico ----
(ácido β-fenil propiónico)



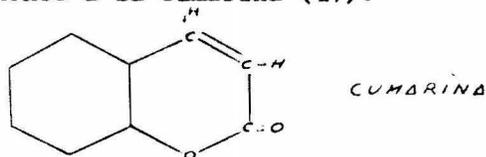
Se halogena la doble ligadura para dar los dihaluros -
correspondientes.



d).- Acción Fisiológica.-

Deichman y Kitzmiller han encontrado que la dosis mor-
tal de vainillina (principal componente del extracto) en co-
nejos, es cerca de tres gramos por kilo de peso, administra-
da por vía oral.

El extracto de la vaina de Tonka (semilla del árbol --
tropical Dipteriz odorata Aublet), que es muy semejante a -
el extracto de vainilla en apariencia y olor, tiene como su
principal componente a la cumarina (17):



Antes de 1953, la cumarina era usada en condimentación
de alimentos, sola o en mezcla con vanillina como sustituto
del extracto de vainilla. En ése año se descubrió a través-
de algunas pruebas toxicológicas de rutina, por un laborato-
rio comercial, que la cumarina poseía aparentemente, algu-
nas propiedades tóxicas. La mayoría de los fabricantes de -
cumarina sintética retiraron inmediatamente el producto ---
para usos alimenticios y presentaron sus resultados experi-
mentales a la Administración de Drogas y Alimentos -----

(Food and Drug Administration). Como resultado de éstas investigaciones posteriores, ésta Administración concluyó y estableció, que cualquier alimento que contuviera cumarina, sería clasificado como adulterado(7).

(e).- Usos.-

El extracto de vainilla por su propiedad saborizante, encuentra una amplia y variada aplicación en muchas industrias de perfumería y como base de sabor de toda clase de productos terminados para consumo.

La siguiente lista enumera algunas de las diferentes industrias que emplean este extracto o bien, mezclas de --- vanillina sintética y extracto natural:

INDUSTRIA ALIMENTICIA.

Harinas Preparadas	Gelatinas
Panadería	Postres
Repostería	

PRODUCTOS CASEROS.

Desodorantes	Rociadores
--------------	------------

INDUSTRIA DULCERA Y NEVERA.

Chocolates	Nieves
Dulces	Cremas, etc.

INDUSTRIA PERFUMERA Y ARTICULOS DE TOCADOR.

Preparaciones para niños	Cremas faciales
Preparaciones para baña	Lápiz para labios
Perfumes	Polvos faciales, etc.
Colonias	

INDUSTRIA TABACALERA.

Tabacos para mascar	Tabacos para pipa
Rapés	cigarrillos.

III.- PRODUCCION Y CONSUMO

- a).- Producción Nacional
- b).- Dependencia de la Industria Nacional
- c).- Consumo total, volumen y valor en diez años.
su tendencia
- d).- Importación y exportación
- e).- Precios del producto y su tendencia
- f).- Proyección del mercado

III.-PRODUCCION Y CONSUMO.

a).-*Producción Nacional.-

En éste renglón no es mucho lo que puede decirse, ya que a la fecha no existe en México ninguna industria que se ocupe de extraer el aceite esencial de vainilla, con importancia comercial. La única industria que procesa la vainilla en poca escala es la "Gaya Montini", localizada en ---- Gutiérrez Zamora, Veracruz.

Todas las firmas que distribuyen el extracto son casas importadoras, tanto de el aceite esencial de vainilla como de su sustituto sintético, la vainillina, que tampoco se -- produce en México.

b).- Dependencia de la Industria Nacional.

La dependencia que presenta el extracto de vainilla de la industria nacional se refiere a las industrias de producción de materia prima y las industrias de consumo del extracto.

Actualmente, México es el primer país productor de --- vainilla en el mundo* y cuenta además con amplias zonas potenciales de producción, por lo que, la materia prima no -- significa dificultad alguna en la obtención del extracto. - En cuanto a las industrias consumidoras, estas van cada día en aumento debido al tipo de usos, ya descritos, que pueden dársele al producto.

* Ref: Dirección General de Agricultura. Depto. de Industrias Agrícolas.

c).- Consumo total, su volumen y valor en diez años.
Su tendencia.-

El consumo total del extracto de vainilla, en volumen y valor, tanto como su tendencia, pueden, obtenerse directamente de los datos de importación, ya que, como se dijo anteriormente no existe en México ninguna industria de extracción del aceite esencial de vainilla con importancia comercial que pueda influir en las cantidades consumidas del extracto; por ésta razón se darán los datos de consumo con -- los de importación.

d).- Importación y Exportación.

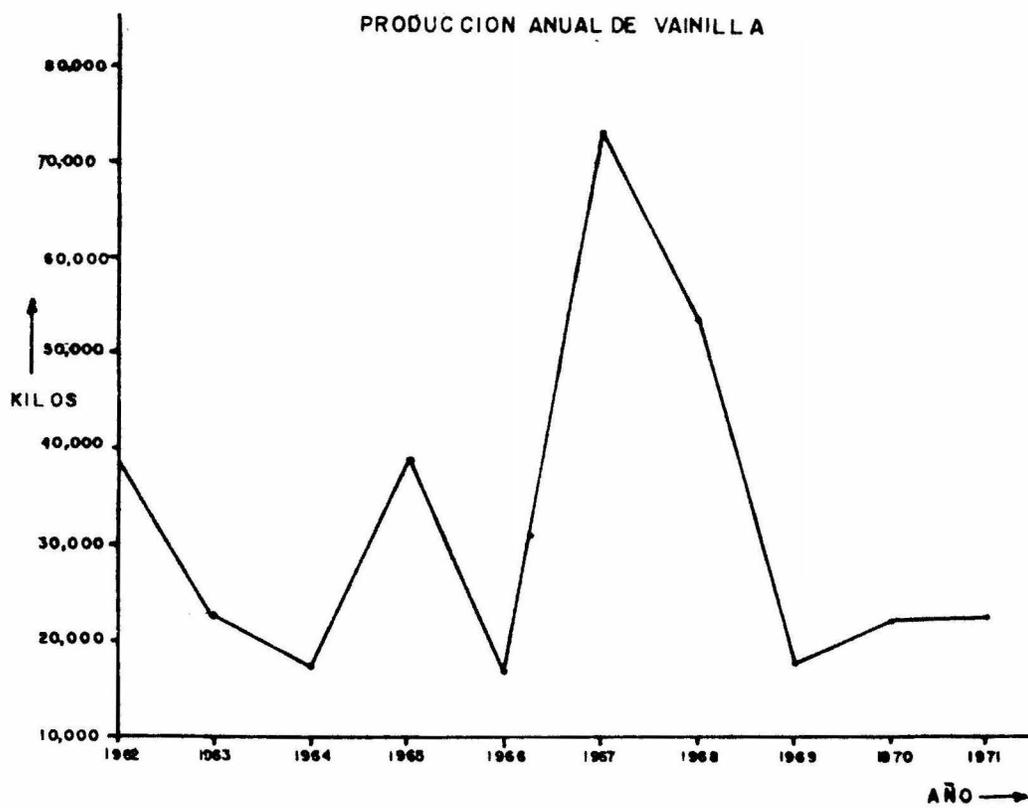
Los datos de importación y por lo tanto de consumo, del aceite esencial de vainilla, se tabulan con datos de volumen y valor durante los últimos diez años y se representan gráficamente los totales. (Tabla No. 1)

La exportación de México del extracto de vainilla es - completamente nula, únicamente se exporta la vainilla curada y los datos de volumen y valor de éstas exportaciones se

tabulan (Tabla No.2) y grafican en la gráfica número I respectivamente.

Tendencia.- De acuerdo con los datos de importación, - la tendencia al consumo del extracto de vainilla en éstos - diez últimos años (promedio) es la siguiente:

GRAFICA No.1



EXPORTACION DE VAINILLA

ANO	K	\$	\$/K
1962	38 898	3,573,965	91.88
1963	22 555	2,517,625	111.62
1964	17 400	1,745,580	100.32
1965	38 605	3,921,563	101.58
1966	17 090	1,441,644	84.36
1967	70 314	7,593,912	108.00
1968	53 571	5,783,976	107.97
1969	17 921	1,935,468	108.00
1970	22 308	2,110,592	94.61
1971	22 510	2,209,270	98.15

TABLA No. 2

Precio Promedio: $\frac{\$}{k}$ 100.65

PERIODO

14

1962 - 63 :	$\frac{650 - 637}{650}$	x 100 = 2 %
1963 - 64 :	$\frac{759 - 650}{759}$	x 100 = 14.36 %
1964 - 65 :	$\frac{3017 - 759}{3017}$	x 100 = 75.57 %
1965 - 66 :	$\frac{4691 - 3017}{4691}$	x 100 = 33.77 %
1966 - 67 :	$\frac{6916 - 4691}{6916}$	x 100 = 32.27 %
1967 - 68 :	$\frac{13672 - 6926}{13672}$	x 100 = 49.34 %
1968 - 69 :	$\frac{1528 - 13672}{1528}$	x 100 = 795 %
1969 - 70 :	$\frac{1895 - 1528}{1895}$	x 100 = 19.37 %
1970 - 71 :	$\frac{3899 - 1895}{3899}$	x 100 = 51.4 %

Promedio de Promedios.- 34.97 %

Para calcular la tendencia al consumo del extracto de vainilla en estos últimos 10 años se tomará el promedio de dos promedios, el primero hasta el período 1967-68 y el segundo de los períodos de 1969-70 y 1970-71 sin tomar en cuenta el período de 1968-69, ya que en este se presenta un decrecimiento anormal que no consideramos como representativo, -- sin embargo después de éste período, el consumo no volvió a su nivel anterior por lo que para cálculos posteriores se tomará el consumo a partir del período 1970-71.

Calculada en la forma antes dicha y por no contar con otras fuentes de información que nos suministren mas datos, la tendencia al consumo del extracto, acusa un aumento anual del 34.97% en promedio.

e).- Precios del producto y su tendencia.-

El precio unitario de importación en los últimos 10 años, del extracto de vainilla ha sido el siguiente:

AÑO	\$/k	AÑO	\$/k
	1962.-46.16	1967.-	131.26
	1963.-86.48	1968.-	143.90
	1964.-148.28	1969.-	104.66
1965	1965.-98.43	1970.-	123.93
	1966.-128.46	1971.-	150.82

TENDENCIA DE PRECIO (PROMEDIO)

Período

$$1962-63 : \frac{86.48 - 46.16}{86.48} \times 100 = 46.62 \%$$

$$1963-64 : \frac{148.28 - 86.48}{148.28} \times 100 = 41.68 \%$$

$$1964-65 : \frac{98.43 - 148.28}{98.43} \times 100 = 50.65 \%$$

$$1965-66 : \frac{128.46 - 98.43}{128.46} \times 100 = 23.38 \%$$

$$1966-67 : \frac{131.26 - 128.46}{131.26} \times 100 = 2.13 \%$$

$$1967-68 : 8.79 \%$$

$$1968-69 : 37.5 \%$$

$$1969-70 : 15.55 \%$$

$$1970-71 : 17.83 \%$$

$$\text{Promedio} : 7.54 \%$$

En estos 10 años la tendencia de precio acusa un aumento anual del 7.54 % en promedio.

Por la misma razón que se ha citado antes de que en México no se extrae la esencia de vainilla, los precios de importación y su tendencia, pueden considerarse como precios del producto y su tendencia.

f).- Proyección del mercado.

La industria consumidora del extracto de vainilla se ha ya numerado y de acuerdo a las cifras de consumo del extracto mismo, como de la vanillina, se presenta un amplio campo de aplicación nacional. Así mismo, al establecerse en México la industria extractiva de éste aceite esencial con capacidad suficiente para procesar integralmente la ----

vainilla beneficiada, se estaría en condiciones de cubrir - el consumo nacional y de convertirnos de importadores a exportadores del extracto de vainilla.

IV.- PROCESO DE FABRICACION. DESCRIPCION Y CALCULO.

- a).- Materia prima: Zonas de producción,
tratamiento y almacenamiento.
- b).- Posibles substitutos del extracto.
- c).- Diferentes métodos de obtención del Extracto
de Vainilla
- d).- Descripción del proceso, experimentación y
diagrama de flujo.
- e).- Capacidad de la planta
- f).- Balance de materia y energía
- g).- Cálculo del equipo
- h).- Localización de la planta

IV.- PROCESO DE FABRICACION. DESCRIPCION Y CALCULO.

(a).- Materia prima. Zonas de producción, tratamiento y almacenamiento.

Materia Prima.- La vaina de vainilla es la fuente del extracto y es la fruta de la *Vanilla Planifolia* (Andrew). - Las vainas mejor cotizadas para el comercio son las cultivadas en México en la región productora de Papantla y miden de 20 a 25 cm. de longitud y de 0.4 a 0.8 cm. de grueso, -- delgadas en las puntas y curvas en la base. Ya curadas son de color café oscuro, de naturaleza grasosa al tacto, arrugadas y generalmente cubiertas de cristales de vainillina.

Las vainas contienen vainillina, compuestos aromáticos secundarios, resinas, ácidos orgánicos, aceites volátiles, - aceite fijo, azúcar, gomas, taninos, grasas, celulosa y --- agua.

La composición en por ciento en peso de las vainas de acuerdo con König es el siguiente (4):

	I	II	PROMEDIO
Humedad	25.85	30.94	28.39
Substancias nitrogenadas	4.87	2.56	3.72
Ceras y grasas	6.74	4.68	5.71
Substancias no nitrogenadas	30.50	32.90	31.70
Celulosa	19.60	15.27	17.43
Ceniza	4.73	4.53	4.63
Azúcares reductores	7.07	9.12	8.09

En el análisis anterior la vainillina está incluída - con las "substancias no nitrogenadas" y es el principal - agente sapígeno de la vaina y con excepción de la celulosa - todos los demás cuerpos pasan a formar parte del extracto - siendo, lo más deseable obtener una extracción completa de ellos.

Al contrario de otras materias primas usadas en la producción de extractos de sabores, las vainas de vainilla no se procesan en el estado en que se cosechan.

El fabricante del extracto compra las llamadas vainas curadas, pero no tiene influencia en el proceso de cura, ni en el manejo de las vainas.

Las vainas se cultivan y curan en México, Madagascar, - las islas de Reunión, Seychelles y Comores; Mauritius, ---- Ceylán, Sud América, las Indias Occidentales, Java y Tahití. Las diferencias en calidad son debidas a su contenido de -- agua, aceite y altura de la zona en que se cultivan.

Las vainas se empacan en recipientes de lata y tienen una etiqueta con sus datos de origen, grado, medida, cura -

y contenido de humedad.

La información de la etiqueta puede servir como guía,-- aunque es recomendable inspeccionar y seleccionar las vainas en el almacén. La selección está determinada por la calidad-- en sabor de las vainas en la paca. >

Zonas de Producción.- (12) En México, la producción de vainilla se encuentra localizada prácticamente en una sola - región, la de Papantla, que en el año de 1969 aportó el 92 % de la producción total del país; el resto, 8 % se produce en pequeñas regiones aislados de los estados de Chiapas, San -- Luis Potosí, Oaxaca y Tabasco.

La región productora de Papantla, se encuentra localiza- da al Noreste del Estado de Puebla y Noroeste del estado de Veracruz comprendiendo como más importantes a los siguientes municipios: Papantla, Tecolutla, Coatzintla, Zozocolco y --- Mizantla, del Estado de Veracruz; San José Acateno, Tenampul- co, Huehuetla, Ayoxco de Guerrero y Olintla, del Estado de-- Puebla.

Especies y Variedades.- La vainilla es una planta de la familia de las orquidáceas, tribu de las ofridias, del géne- ro vanilla, cuyas especies y variedades principales son las- siguientes:

1.- Especie Vanilla planifolia Andrews (conocida por -- los botánicos bajo la denominación de Vanilla fragans Salis- bury). A ésta especie corresponden las siguientes variedades:

1a).- "Vainilla mansa o fina".- Representativa de ésta- especie y la más importante; de fruto carnoso, con sección - transversal de forma triangular cuando está verde; cuando -- está beneficiado el fruto, pierde su forma deprimiéndose.

1b).- "La Mestiza".- de hojas y fruto más largo que los de la mansa.

1c).- "Vainilla de tarro".- De fruto más delgado y más- largo que el de la mansa.

2.- Especie Vanilla sivestris Scheed.- A ésta especie - corresponden como más importantes las siguientes variedades:

2a).- "Vainilla Cimarrona, coniana o bastarda".- Se dis- tingue de la fina por ser más delgado el bejuco, las hojas - más agudas, las vainas más cortas de piel más áspera y con - surcos más marcados y profundos.

2b).- "Vainilla de Cochino".- De fruto más grueso y ás- pero que el de la cimarrona.

2c).- "Vainilla de Mono".- De fruto más largo que el de la cimarrona.

Estas dos últimas variedades no tienen ninguna estima-- ción.

3.- Especie Vanilla pompona, hoba, platano:

3a).- Vanilla pompona Scheed. Su tallo, hojas y fruto- son notablemente más gruesos que los de las anteriores. La - esencia de ésta vainilla es muy usada en Cuba para perfumar- tabacos.

De éstas especies solamente la Planifolia y sus variedades, son las que se cultivan por su importancia comercial, derivada de su alto contenido de vainillina.

La vainilla se clasifica en dos grupos: Entera y Picadura, dentro de las que existen varias clases:

ENTERA	PICADURA
México Extra	Picadura México Buena
México Superior	Picadura México Mediana
México Buena	Picadura México Ordinaria
México Mediana	
México Ordinaria	

Esta base de clasificación es la que ha aceptado la -- Dirección de Economía Rural de la Secretaría de Agricultura y Fomento.

TRATAMIENTO DE VAINAS.- Métodos de Cura.- Las vainas se ---- arrancan aun verdes y cuando empiezan a amarillear (ocurre - a los 7 meses), siendo entonces inodoras por tener sus componentes olorosos en forma de glucósidos. Por éste motivo, es necesario un tratamiento de maduración o "CURA", donde dichos glucósidos se desdoblan. Los principales tipos de cura son los siguientes (5):

1).- Método al agua hirviente.- Se sumergen las vainas de 15 a 20 segundos en agua hirviente, para luego extenderlas al sol sobre unas mantas que se riegan constantemente; - el tratamiento dura de 4 a 10 días, guardándolas por la noche en la manta húmeda, en habitaciones calientes, hasta que toman un color achocolatado y brillos metálicos. Finalmente se secan en locales orientados hacia el poniente, durante -- 30 a 40 día bajo un control riguroso.

2).- Método Mexicano.- Se apilan las vainas bajo un --- techo que las proteje de la lluvia y el sol, a los pocos --- días empiezan a contrerse y se sacan al sol; se riegan en la mañana, a mediodía se envuelven en mantas y se dejan así durante la tarde para guardarlas después en cajas. Al día -- siguiente se repite el mismo tratamiento, hasta que estén en su punto, después de lo cual se secan al sol durante 2 meses.

3).- Método Guayanense.- Las vainas se dejan en ceniza-seca hasta que se empiezan a arrugar, se untan entonces con aceite de oliva, se atan las puntas para evitar que se curven y luego se secan al aire libre.

4).- Método Peruano.- Se sumergen en agua hirviente, se atan las puntas para que no se curven y se secan al aire libre hasta su maduración.

En todos éstos métodos, una vez maduras se eligen portamaños, se empacan y envasan en cajas metálicas soldadas.

ALMACENAMIENTO DE VAINAS.- Las vainas de vainilla deben almacenarse en recipientes abiertos y lugares limpios a una temperatura de 10°C, más o menos, con baja humedad. Bajo éstas condiciones los compuestos aromáticos continúan desarrollándose.

Quando se desea reducir el contenido de humedad (el contenido óptimo de humedad para una mejor extracción es del 25% al 30%) la temperatura de almacenamiento puede elevarse de 15.5° a 21°C sin pérdida de sabor.

b).- Posibles substitutos del extracto.

(19) Las imitaciones artificiales de los extractos de vainilla son comercialmente posibles. Pueden prepararse con mezclas de extracto de vainilla, vainillina y etil-vainillina y se colorean con caramelo o con colorantes de alquitrán de hulla. El jugo de ciruela se usa en ocasiones para dar cuerpo. Los extractos artificiales son más baratos pero no tienen el mismo delicado sabor que el extracto real y es por ésta causa que no son tan aceptados.

Los grados relativos en sabor de los constituyentes ordinarios de las imitaciones de vainilla, se han determinado organolécticamente en los laboratorios de la Administración de Drogas y Alimentos (Food and Drug Administration) y se encontró lo siguiente:

Una parte de vainas de vainilla es equivalente a 0.07-partes de vainillina.

Un extracto standard de vainilla es equivalente a una solución de vainillina del 0.7%.

Una parte de heliotropina o piperonal es equivalente a 2 partes de vainillina.

Una parte de burbonal (etil-vainillina) es equivalente a 3-4 partes de vainillina.

c).- Los métodos de fabricación del extracto de vainilla son numerosos y variados en carácter, comprenden desde la simple percolación hasta la maceración en caliente con fuerte-agitación y en tiempo varían desde unos cuantos minutos hasta un año. (3)

En seguida se hará una breve descripción de algunos de los métodos más usados:

-MACERACION Y PERCOLACION.- Este método es posiblemente el más viejo y conocido de todos los usados pero su validez

deja mucho que desear.

Es el método que usan los productores en pequeño ya que para ellos es el más conveniente.

El método consiste en una maceración de las vainas en la mezcla disolvente deseada, seguida por una percolación del producto final. El período de acuerdo con la opinión personal del operador. La forma de empacar las vainas en el percolador también varía grandemente. Algunos empacan las vainas solas, algunos otros con azúcar, ya sea con o sin una maceración preliminar; otros usan diferentes cantidades de arena con o sin azúcar.

El empaque de las vainas molidas es la parte más importante de todo el proceso ya que de esto depende que se obtenga un buen grado de extracción. Este método normalmente da un extracto claro y brillante, pero por lo general, no da mucho color. También se dice, que no es posible hacer una completa extracción de las vainas debido a los diferentes tamaños de subdivisión que hace imposible un empaque firme lo que permite que el disolvente forme canales en lugar de pasar a través de todo el empaque. Un aumento en la temperatura del proceso parece aumentar el color y la cantidad de otras materias extractivas en el extracto.

DESPLAZAMIENTO CIRCULATORIO.- Este es una modificación del método anterior en donde las vainas molidas se mantienen en la parte superior de la mezcla disolvente en lugar de la inferior. En este método se colocan las vainas molidas en una canasta, suspendida de los lados de la vasija recipiente de tal forma que el tope superior de la canasta, quede justo bajo la superficie de la mezcla disolvente y se dice, que se obtienen resultados mucho mejores si se saca la canasta una o dos veces durante el proceso y se le permite escurrir, antes de que sea reemplazada.

El principio de este método es el movimiento circulatorio de la mezcla debida a su siempre creciente densidad por la disolución de los constituyentes solubles. En esta forma las vainas están expuestas repetidamente al disolvente por que cuando se ponen en contacto, el disolvente se carga con materia soluble, su densidad aumenta y baja, forzando a subir al disolvente fresco. Esta acción continuará hasta que se alcance un estado de equilibrio en todo el recipiente. Este método da extractos claros y brillantes, es de acción lenta y requiere cuando menos de tres meses pero sin lugar a dudas, es uno de los mejores que se conocen, por el delicado sabor y aroma del extracto, tanto como sus altas propiedades físicas.

AGITACION. - Este método es realmente un proceso de maceración en el cuál las vainas molidas y el disolvente se mantienen en movimiento por medio de un agitador mecánico. Este método tiene la ventaja sobre los demás de exponer continuamente las vainas a la acción del disolvente, produciendo un producto altamente coloreado. Cuando el extracto obtenido en ésta forma se hace a temperatura ambiente y se añeja, es comparable al que se obtiene con el método de desplazamiento circulatorio y es positivamente cierto que un extracto hecho en caliente es de calidad inferior por la degradación del delicado aroma y la excesiva cantidad de materia inerte extraída que parece cubrir el sabor, tan notable en los extractos preparados en frío.

DISOLUCION FRACCIONADA. - Este método difiere de los dados anteriormente solo en que la mezcla disolvente se añade en fracciones, una después de la otra. Las vainas molidas se agitan o se maceran con un tercio o un cuarto de la cantidad total del disolvente durante el lapso de tiempo deseado. Las vainas extraídas parcialmente vuelven a tratarse en la misma forma hasta que se ha obtenido la cantidad total de extracto para el peso de vainas tratadas.

MOLIDO DE LAS VAINAS. - En los métodos enumerados anteriormente y en los que se usan materias vegetales para las diferentes preparaciones farmacéuticas, es generalmente necesario reducirlas a un estado de subdivisión mas o menos fino, de acuerdo con la naturaleza del material.

La humedad presente en las vainas de vainilla, hace muy difícil su reducción, pero aun así, es necesario, reducirlas finamente para obtener una extracción uniforme y suficiente.

Es costumbre de algunos fabricantes reducir las vainas al tamaño necesario, cortándolas antes en pedazos pequeños y pasándolas posteriormente entre rodillos de acero bastante cerrados. Otros obtienen un alto grado de subdivisión moliendo las vainas en molinos adecuados del tipo del molino de carne, después de que las vainas han sido mezcladas con arena blanca o azúcar granulada. Otro método consiste en cortar las vainas con cuchillas movidas a alta velocidad, hasta que se obtiene un alto grado de subdivisión.

El molido o prensado de las vainas tiene tendencia a oprimir la pulpa suave que pronto retarda la reducción de la fibra lo que requiere de mucho tiempo y mano de obra para obtener la reducción completa de la vaina. En todos los métodos en los que se usa molino de rodillos para reducción de las vainas, se desarrolla un poco de calor durante el proceso que indudablemente afecta al extracto por la pérdida de sabor a causa de la volatilización de los compuestos aromáticos. El molido de las vainas en rodillos de acero es --

muy eficiente pero no recomendable por la cantidad de calor que se desarrolla. Se dice que el corte de las vainas por -cuchillas evita éste calentamiento, sin pulpa oprimida y se obtiene un producto uniforme que es superior al obtenido -- por los otros métodos.)

d). Descripción del proceso y diagrama de flujo.

La base en la manufactura de el extracto de vainilla de alto grado con un costo mínimo de acuerdo con Joseph Merory, son los siguientes seis factores (11):

- 1.- El cuidado a las vainas por el agricultor y -- por el fabricante del extracto.
- 2.- Clasificación apropiada de los diferentes grados - de vainas.
- 3.- Métodos de subdivisión y extracción.
- 4.- Grado alcohólico de el disolvente. Cuando la ex - tracción se haga en éste medio.
- 5.- Contenido alcohólico de el extracto para su añeja - miento.
- 6.- Añejamiento de el extracto.

Los dos primeros puntos se han tratado en lo relativo a materia prima, sobre métodos de cura y almacenamiento; -- los otros cuatro puntos se refieren al proceso de fabrica-- ción y añejamiento de el extracto y de los métodos descri-- tos anteriormente para la extracción de la esencia natural de vainilla, se decidió desarrollar el método de Agitación, ya que presenta la ventaja sobre los demás de dar, con añe-- jamiento, un producto comparable con el obtenido por el mé-- todo de Desplazamiento Circulatorio que es de los mejores - que se conocen.- Además el método de Agitación es mucho más simple y no requiere de equipo intrincado y su capacidad -- puede ser mayor que la de los demás por la rapidez con que-- se efectuó la extracción.

Este método es el usado por Lucien Marius Romagnan --- (9) por medio del cual granos, semillas, vainas, cáscaras - u otras partes naturales que contengan celdas vegetales, se colocan dentro de un recipiente en un medio deseado en el - que los extractos pueden o no, ser directamente solubles y - la mezcla se somete a un movimiento mecánico vigoroso, tri-- turante y de acción cortante.

El medio puede consistir en líquidos que no sean los - disolventes específicos de las sustancias tratadas, sele-- ccionado especialmente para permitir después de la agita--- ción, una rápida separación del extracto o bien, este medio puede ser simplemente acuoso.

La operación puede llevarse a cabo en frío o en calien-- te; a presión reducida, atmosférica o sub atmosférica. En - nuestro caso se hará a temperatura ambiente y a presión at-- mosférica, ya que de otra forma habría degradación del aroma.

La agitación se efectúa por medio de un agitador mecánico rotatorio con cuchillas horizontales movidas a altas velocidades (del orden de 8.000 R.p.m.) y su propósito es imprimir un movimiento rápido a cada partícula localizada en el recipiente cortando simultáneamente estas partículas a un alto grado de subdivisión. El producto es entonces extraído por difusión o por rompimiento de las celdas o bien por ambos fenómenos. Las paredes de celulosa se limpian de cualquier producto residual al final de la operación.

Las vainas de vainilla se depositan en el extractor ya sea en su estado original o bien cortadas parcialmente y posteriormente se alimenta agua que es el medio en el cual se va a efectuar la extracción, hasta cubrir el contenido sólido.

Después de un tiempo relativamente corto de operación (de 2 a 4 min.) el lodo resultante que contiene los residuos de celulosa suspendidos en el extracto, se filtra, decanta o centrifuga. La parte líquida contendrá todos los componentes aromáticos de la vaina original o sea, el extracto. La parte sólida después de una simple operación de lavado, estará constituida principalmente por celulosa.

La patente indica que las extracciones se hacen un medio acuoso.

La carga al agitador o desmemzadora se hace con una parte en peso de vainas por siete partes de agua, y el extracto resultante de esta operación puede usarse como medio de extracción para otra carga de vainas. Esta operación puede efectuarse en repetidas ocasiones con el mismo extracto para enriquecer el producto final aumentando su concentración en material extraíble.

EXPERIMENTACION.- Con el fin de adaptar el equipo apropiado, se hicieron muestras de laboratorio para conocer las propiedades del producto final y la naturaleza de los materiales por manejar.

Se trató de seguir el método descrito por Marius Romagnan con vainilla de la especie "Planifolia Andrews", variedad "Vainilla mansa o fina", que es la que se cosecha en la región de Papantla.

Se seleccionaron vainas de una sola cosecha y cura, siendo de diámetro y longitud lo más uniforme posible, (Es de hacer notar que no existe gran variedad en el tamaño de vainas que se encuentran en el mercado, ya que existe una selección previa porque se destinan casi en su totalidad a la exportación).

El equipo usado para hacer las extracciones fué un agitador de laboratorio de velocidad variable al que se adaptaron unas cuchillas perpendiculares a su eje de rotación para efectuar el corte y agitación de las vainas. Como recipiente se usó un vaso de acero inoxidable con tapa de hojalata.

Procedimiento de operación.- Las vainas se depositaron en el vaso parcialmente cortadas en muestras de aproximadamente 30 gramos con una cantidad de agua siete veces mayor.

Las extracciones se hicieron variando la velocidad del agitador de 5.000 a 8.000 R.p.m. y los tiempos de extracción de 1 a 10 minutos, sin embargo, todas éstas muestras dieron un extracto turbio por material de suspensión que no fué posible filtrar sino añadiéndole sosa al extracto, lo que no es conveniente ya que a los disolventes que se les añaden álcalis producen extractos claros y de más color, pero impurifican la fragancia natural de los compuestos aromáticos de las vainas. (II)

Variación al método de L.M. Romagnam.- Debido a la dificultad de obtener un extracto claro en un medio acuoso, se cambió a un sistema de alcohol etílico - agua, que es la mezcla disolvente de los extractos naturales de vainilla.

En éste caso se hizo una experimentación sencilla para tratar de obtener la mejor calidad del extracto en las condiciones óptimas de operación. Las muestras se hicieron del mismo tamaño que las anteriores, trabajándose con 3 variables: velocidad del agitador, 8,000 y 5,000 R.p.m.; concentración alcoholica del disolvente 20%, 40% y 60% en peso; tiempo de agitación y corte, de 1 a 10 minutos. (Tabla No.3). Se trabajó a temperatura inicial de 20°C, ya que mientras más elevada sea la temperatura, mayor será la volatilización de los compuestos aromáticos. La presión fué la atmosférica.

Tabla No. 3

CONDICIONES DE OPERACION EN CADA
MUESTRA DE EXTRACCION

VELOCIDAD % ETANOL Ø MINUTOS	MUESTRA NUMERO			
	8,000 R.P.m. 20%	5,000 R.p.m. 20%	40%	50%
I	I	-	-	-
2	2	5	9	I3
3	3	-	10	I4
4	4	-	-	-
5	-	6	-	-
6	-	-	II	I5
7	-	-	-	-
8	-	7	-	-
9	-	-	-	-
10	-	8	I2	I6

TEMP. INICIAL DE LA MEZCLA ALCOHOL-AGUA = 20°C
PRESION DE TRABAJO = ATMOSFERICA.

Procedimiento de operación.- Para cada una de las muestras - se tomaron 30 ± 2 gramos de vainas cortándolas a lo largo, - con navaja, en 6 partes para colocarlas en el vaso de acero inoxidable, con una cantidad siete veces mayor de la mezcla etanol-agua correspondiente y sujetar la muestra durante el tiempo y velocidad establecida, a la acción cortante y de agitación del mezclador.

La mezcla resultante en forma de lodo, se filtró por -- seda separándose el extracto líquido de la fibra. Esta fibra se lavó posteriormente con la misma cantidad de etanol-agua y de la misma concentración que la usada en la extracción, -- el lavado se hizo en el mismo filtro. La fibra lavada se sometió nuevamente a agitación con la misma cantidad de ----- etanol-agua y su filtrado en ninguno de los casos dió color mayor de 4 el Colorímetro Gardner lo que indica que la ma--- yor cantidad de extracción se obtiene con la primera operación.

Para tomar una escala de comparación de la velocidad, - concentración del disolvente y tiempo de extracción, al primer extracto y a su respectivo lavado se les tomaron pro---- piedades que a continuación se describen y los resultados obtenidos se tabulan, anteponiendo una L al número de muestra para las propiedades del lavado correspondiente. (tabla No.4)

PROPIEDADES:

Tf°C.- Temperatura al final de cada extracción en grados --- centígrados (la temperatura inicial fué de 20°C)

COLOR.-Observado a cada extracto y su respectivo lavado en - el Colorímetro de Gardner-Holdt

ASPECTO.-Comparativo entre los filtrados en tubos Gardner, -- referente a su claridad o turbidez.

Indice de refracción a 25°C, leída en el Refractóme-- tro de Abbé-Zeiss, modelo B.

% E.S.-Por ciento de extracto seco en peso de cada muestra, - determinado en estufa a 100°C por 1:30 hrs.

g.E.- Cantidad en gramos de extracto seco, obtenido de multiplicar % E.S. por los gramos del filtrado obtenido en cada muestra.

g.E.- Suma de extracto seco, en gramos, en cada extracción y su respectivo lavado.

% EXTR.- Por ciento de extracción, determinado dividiendo g.E. entre los gramos de vaina usados en cada muestra por cien.

PESO ESPEC.- Peso específico obtenido con copa de peso específico a 25°C.

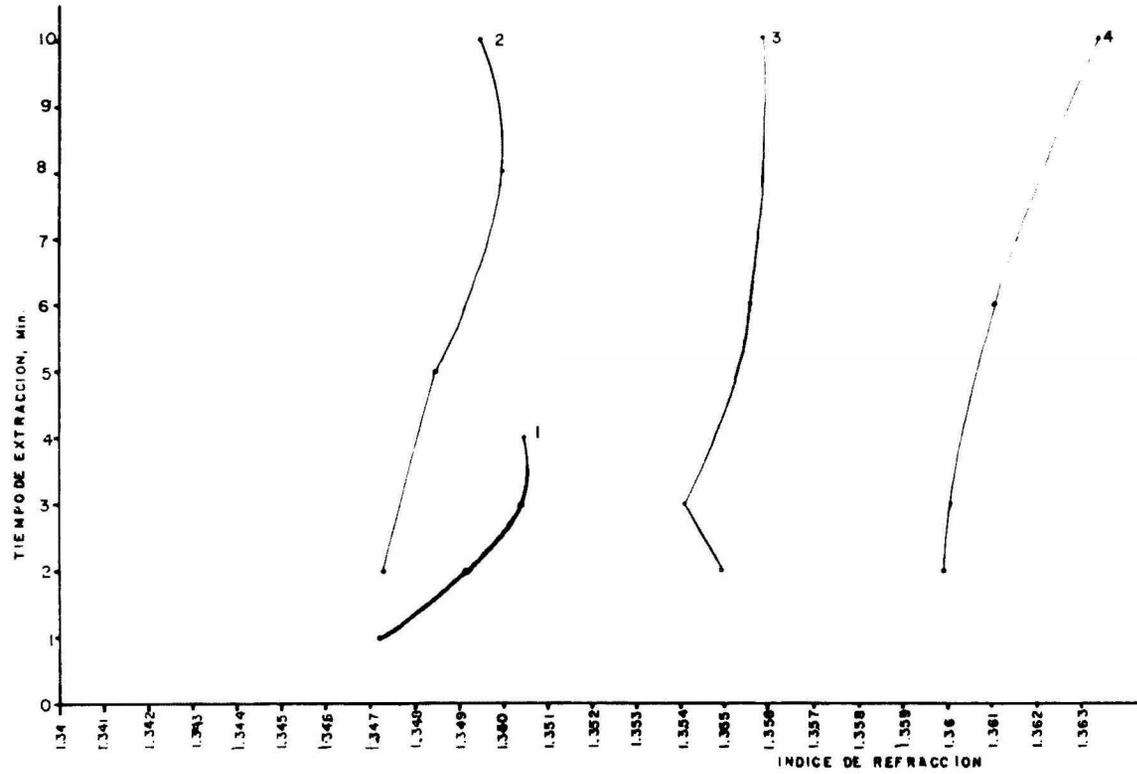
Teniendo ya los datos numéricos de los resultados obtenidos en las muestras, se graficaron tomando como base una de las variables que es el tiempo de agitación y corte para poder observar con mayor facilidad el efecto de cada una de las otras variables en la obtención del extracto.

La gráfica No. 2 relaciona el tiempo de operación y el Índice de refracción en cada una de las velocidades de operación y la concentración de alcohol en la mezcla disolvente. Está hecha con el fin de observar la variación del índice de refracción con el tiempo de operación pero principalmente para establecer un control rápido en la cantidad de extracción.

La gráfica No. 3 : ϕ con % Ext , a 20% de concentración de alcohol en la mezcla disolvente, con 2 parámetros de extracción en la velocidad de operación: 8,000 y 5,000 R.p.m., es para decidir la velocidad óptima de operación del equipo.

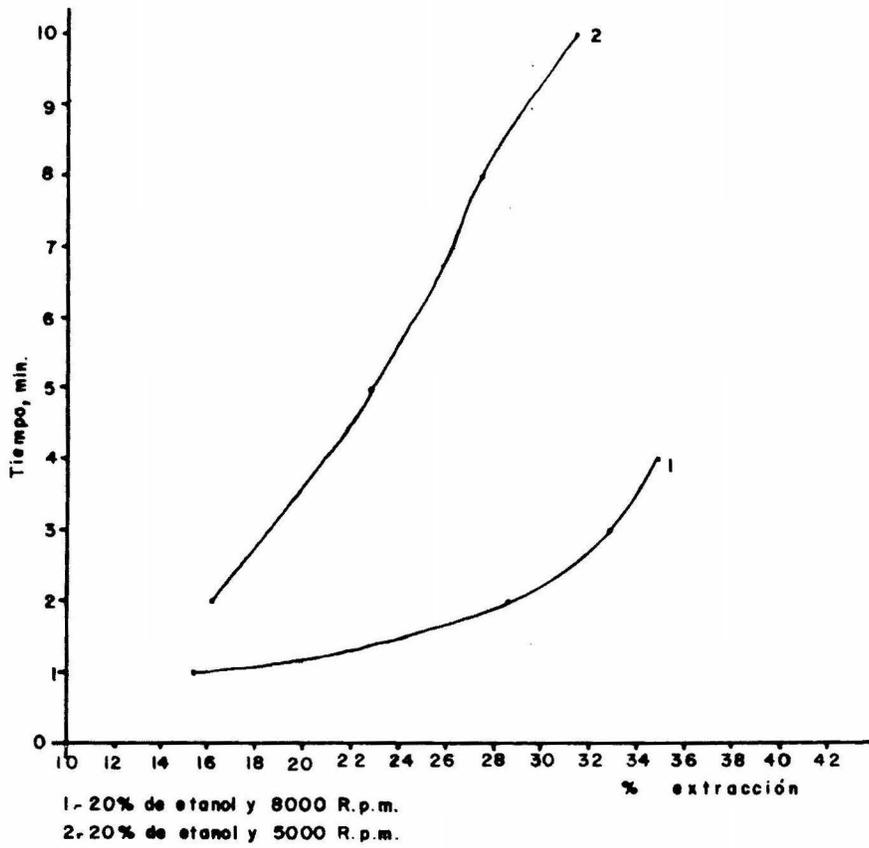
Gráfica No. 4 : ϕ con % de Ext, a 5,000 R.p.m. con parámetros de extracción: concentración de alcohol en la mezcla disolvente: 20%, 40% y 60% es para decidir la concentración óptima de alcohol en la extracción.

GRAFICA No 2

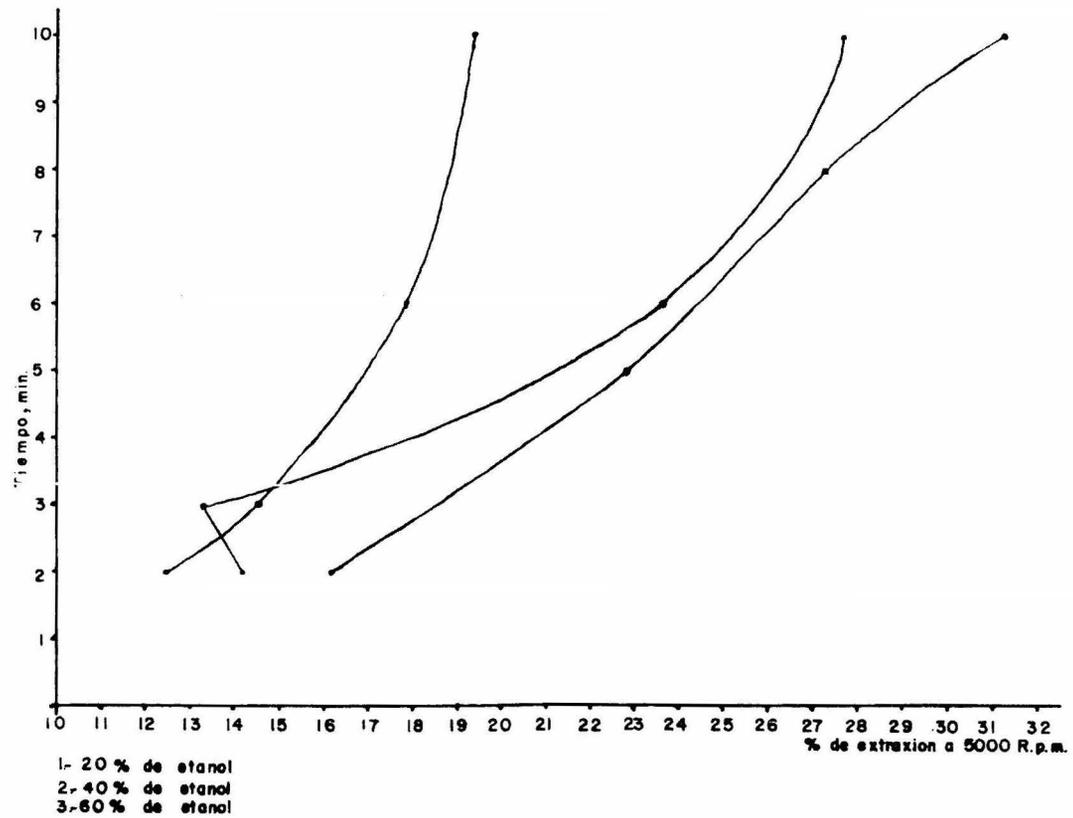


- 1.- 8000R.p.m y 20% etanol
- 2.- 5000R.p.m y 20% etanol
- 3.- 5000R.p.m y 40% etanol
- 4.- 5000R.p.m y 60% etanol

GRAFICA No 3



GRAFICA N o. 4



CONCLUSIONES DE LA EXPERIMENTACION.

De las muestras hechas en el laboratorio y de los resultados obtenidos, podemos concluir lo siguiente:

- 1.- La extracción de la esencia natural de vainilla sí ---- puede llevarse a cabo con el método de "Agitación" escogido.
- 2.- El corte de la vaina y la extracción de la esencia se - hará por medio de un agitador mecánico rotatorio con cuchillas horizontales (perpendiculares a su eje de rotación) y - con velocidad de 8,000 R.p.m. ya que con ésta velocidad se - obtiene la mayor extracción.
- 3.- El tiempo de corte y agitación de las vainas será de --- --- cuatro minutos mínimo. Este tiempo estimado es tomando - en cuenta que la extracción se llevó a cabo con un equipo -- improvisado y por lo tanto deficiente, pero contando con el equipo adecuado, entre las operaciones de agitación y el lavado de los residuos, puede esperarse un rendimiento de extracción cercano al 100% (42% en peso de vainas); en las --- muestras, el máximo rendimiento obtenido fué del 83.3% ----- (35% en peso de vainas).
- 4.- Las condiciones de presión y temperatura de trabajo serán la atmosférica y la temperatura ambiente, lo que nos evita incluir más equipo y el extracto se obtiene sin degradación de aroma o volatilización de los compuestos aromáticos.
- 5.- El medio de extracción será la mezcla de etanol-agua en proporciones de 20% - 80% en peso respectivamente, que es la mezcla que dió mayor extracción y mejores propiedades del -- extracto final (mayor color, claridad, densidad, índice de refracción y por lo tanto, mayor concentración de extracto).
- 6.- Las proporciones de carga en el extractor serán las siguientes: Siete partes en peso de la mezcla etanol-agua por una de vainas de vainilla.
- 7.- La extracción de las vainas, se considera que es completa con una sola operación de agitación y el lavado posterior de sus residuos, compuestos de semillas y celulosa.
- 8.- Después de la operación de corte y agitación efectuando con las vainas, el lodo resultante puede separarse en sus componentes: residuos de celulosa (principalmente) y la parte líquida que contiene los compuestos aromáticos, por medio de filtración y para tal fin, se usará un filtro rotativo al -- vacío, en el cual puede también efectuarse el lavado de los residuos, necesario para separar el extracto adherido a ---- ellos.
- 9.- El lavado de los residuos se hará con la mezcla de ---- etanol-agua de la misma concentración que la usada en la extracción y en una proporción de cinco partes de la mezcla de lavado por peso de residuo seco para asegurar la separación-completa del extracto.

10.- El extracto líquido obtenido en la filtración y su solución de lavado se juntarán en tanques para enriquecerlos con nuevas extracciones o pasarlos a tanques de añejamiento cuando su concentración sea la adecuada.

11.- El medio filtrante no deberá tener una abertura mayor de 270 mallas para que el filtrado sea eficiente y no pase al extracto líquido algún residuo de celulosa o semillas que contienen las vainas.

12.- Un método rápido y eficaz para controlar el grado de extracción, es por medio del índice de refracción del extracto, ya que este varía proporcionalmente con la cantidad de sólidos en el extracto.

AÑEJAMIENTO.- El último factor a tratar en la manufactura del extracto de vainilla es el de su añejamiento (2)

El añejamiento del extracto de vainilla es un simple proceso de mezcla y maduración similar al añejamiento de perfumes finos, es un proceso que solo requiere de tiempo y puede llevarse al cabo en recipientes de vidrio perfectamente cerrados o bien en barriles de madera.

La vaina contiene tal variedad de componentes sapígenos que cuando son separados de la fibra y se llevan a una solución, debe dárseles tiempo para asimilarse o completarse, entremezclándose y uniéndose, proceso por el cual sus identidades son algunas veces destruidas creándose nuevos aromas, lo que se conoce como "mezclado"

Por otra parte, el extracto de vainilla, se contamina fácilmente de la madera con excesiva cantidad de taninos y otros sabores u olores indeseables que en lugar de mejorarlo lo deprecian.

El extracto de vainilla almacenado durante seis meses o más en recipientes de vidrio o tanques de acero inoxidable se mezcla mejor y tiene bouquet más fino y sabor más fuerte y verdadero a vainilla que el mismo extracto almacenado en madera. La pérdida en volumen por evaporación u ósmosis a través de los poros de la madera es muy grande y completamente innecesaria puesto que no mejora el producto.

La cantidad de ésta pérdida depende de la medida y condiciones del barril o tonel. Mientras más pequeño sea el barril mayor será la pérdida; un barril de 200 litros perderá aproximadamente el 15% en peso por año.

La proporción de alcohol y agua que pasa a través de la madera es especialmente interesante, pudiéndose observar los siguientes cambios:

Al final de ocho meses de almacenamiento, un extracto conteniendo 40% de alcohol, a bajado su concentración a 37.6% y al final de 12 meses, a 37.7%. Otro extracto conteniendo 41.5% de alcohol ha bajado a 38.8%, en ocho meses y subido a 39.8% a los 12 meses. Esto se debe a que el alcohol pasa con mayor facilidad a través de la madera durante los primeros meses, después de los cuales, la cantidad de agua que pasa es mayor que la cantidad de alcohol, así que el contenido comienza a mostrar un aumento en la concentración de alcohol.

El extracto de vainilla nunca debe almacenarse en recipientes de aluminio, plomo, zinc, cobre o níquel ni usarse estos metales para mediciones o fabricación del extracto de vainilla ya que son atacados fuertemente. Cualquier recipiente metálico usado para extracto de vainilla debe ser recubierto con una capa gruesa de estaño.

El oro y la plata no son atacados por el extracto de vainilla y el estaño sólo en cantidad despreciable, por lo que éste último metal es el más lógico para usarse como recubrimiento de recipientes metálicos. La acción del extracto sobre los metales no consiste únicamente en la destrucción de los recipientes y equipo sino que también resulta en un detrimento en la calidad del extracto; además, las autoridades sanitarias objetan la presencia de cobre y plomo, principalmente en los alimentos por sus propiedades tóxicas. El acero inoxidable tampoco es atacado por el extracto.

La siguiente tabla da la solubilidad de algunos metales en el extracto de vainilla (4):

MILIGRAMOS DE METAL DISUELTOS POR EXPOSICION DE 2 cm² DE SUPERFICIE A 25 cm³ DE EXTRACTO DE VAINILLA DURANTE DOS MESES.

METAL								
ORO	PLATA	ESTAÑO	ALUMINIO	PLOMO	MONEL	NIQUEL	CINCO	COBRE
0.0	0.0	1.8	3.2	3.6	4.8	5.8	7.2	8.0

La concentración más conveniente de alcohol etílico en los extractos para su añejamiento es del 42% al 45% ya que según se ha determinado (II), ésta concentración acelera el proceso de mezcla y maduración del extracto.

DIAGRAMA DE FLUJO.- Para su descripción y funcionamiento, la planta de Extracto Natural de Vainilla, se ha dividido en varias partes que se numeran según van apareciendo en el flujo:

- 1.- Almacén de materia prima
- 2.- Extracción
- 3.- Filtrado
- 4.- Añejamiento
- 5.- Envase y distribución
- 6.- Almacén de residuos

El proceso es de tipo intermitente.

1.- Almacén de Materia Prima.- Comprende el almacenamiento de las vainas de vainilla en estibas, ya que el distribuidor de las vainas curadas las entrega en latas cerradas de 25 kilos con los datos de origen, grado, medida, cura y contenido de humedad de las vainas en la paca. Tanques de almacenamiento de alcohol etílico y agua destilada necesarios para el proceso.

El transporte de las vainas a la sección de extracción se hará por medios mecánicos y el del alcohol etílico y agua, después de mezclarlos en las proporciones requeridas en un tanque de mezclado, por tubería.

2.- Extracción.- Esta sección comprende al extractor o agitador mecánico rotatorio de cuchillas movidas a altas velocidades en el que se depositan las vainas con siete veces su peso de la mezcla etanol-agua para efectuar la extracción de los componentes del aceite esencial de vainilla. Después del tiempo correspondiente de operación, los lodos resultantes se pasan a tanques de almacenamiento de lodos que contienen residuos de celulosa suspendidos en el extracto. Uno de estos tanques sera dedicado a el almacenamiento de los lodos de primera extracción y los otros a el almacenamiento de lodos de extractos enriquecidos.

3.- Filtrado.- De los tanques de almacenamiento los lodos pasan a un filtro rotativo al vacío del tipo Oliver (7) para la separación de los residuos de celulosa del extracto. En el mismo filtro, los residuos de celulosa se lavarán por medio de espreadores con mezcla de etanol-agua para recuperar el extracto adherido a ellos. La torta resultante del filtrado constituida principalmente por la celulosa y las pequeñas semillas que integran la vaina, se descarga del filtro para pasarla a el almacén de residuos. El extracto líquido se descarga en tanques para pasarlo a añejamiento o bien recircularlo al extractor para su enriquecimiento.

4.- Añejamiento.- Una vez que el extracto salido de filtración tiene la concentración requerida se pasa a tanques en donde se añejará durante seis meses como mínimo. Al llegar a esta sección el extracto se ajusta a una concentración de alcohol entre el 42 y 45 % que es la concentración más conveniente para dicho añejamiento.

5.- Envase y Distribución.- Antes de pasar un extracto añejado a su envase, es necesario reducir su concentración de alcohol a especificaciones comerciales siéndo estas, del 36% - mínimo para mantener los compuestos del extracto en solución y evitar así su precipitación. La reducción se hace en los mismos tanques de añejamiento agragando agua destilada poco a poco y con agitación lenta con el objeto de que el extracto no se enturvie, ya en éstas condiciones el extracto está listo para envasarse en frascos de vidrio color ambar de medidas

comerciales. Ya envasado se puede proseguir con su distribución.

6.- Almacén de residuos.- Estos residuos se refieren a la torta obtenida en el filtrado y como se ha indicado está formada principalmente por celulosa y semillas de las vainas lo cual puede venderse como sub producto.

e).- CAPACIDAD DE LA PLANTA,

Para fijar la capacidad de producción de ésta planta -- con proyección a un futuro de cinco años, se tomarán en cuenta los factores:

1.- Consumo nacional del extracto.

2.- Cantidad de extracto destinada a la exportación.

La estimación del consumo anual nacional del extracto -- puede hacerse tomando como base la "Tendencia al consumo" -- calculada con anterioridad y haciendo el cálculo de 1973 a 1977 (5 años). Ya que la tendencia al consumo acusa un aumento de 34.97% anual en promedio con las limitaciones ya anotadas y en 1971 se consumieron 3899 kilos de extracto, en los años posteriores habrá un consumo estimado de:

AÑO

1972 :	3899	x	1.3497	=	5,263	kilos
1973 :	3899	x	1.3497 ²	=	7,103	"
1974 :	3899	x	1.3497 ³	=	9,587	"
1975 :	3899	x	1.3497 ⁴	=	12,940	"
1976 :	3899	x	1.3497 ⁵	=	17,564	"
1977 :	3899	x	1.3497 ⁶	=	23,706	"

Por lo tanto, el factor número 1 referente al consumo nacional, tendrá que ser satisfecho primordialmente y con producción suficiente de extracto para las cantidades anuales estimadas y de resultar nuestra estimación de consumo insuficiente, tendrá que disminuirse la cantidad de extracto destinada a la exportación para así poder satisfacer el consumo nacional.

Al segundo factor: Cantidad de extracto para exportación, se destinará el 50% o menos si es necesario, de la producción anual con el objeto de abrir mercado internacional paulatinamente y si el producto tiene buena aceptación, será este factor el que dicte si es conveniente o no, procesar toda la cosecha anual de vainilla que se cultiva en México.

De acuerdo a los dos factores anteriores, la producción anual de extracto de vainilla dentro de los primeros cinco años de operación, variará de la siguiente manera:

PRODUCCION DE EXTRACTO

AÑO	Kilos	Litros
1973	14.200	14.200
1974	19.200	19.200
1975	25.900	25.900
1976	35.200	35.200
1977	47.400	47.400

O sea que la planta se calculará para una capacidad de 50,000 kilos (6 litros) de Extracto Natural de Vainilla que deberá alcanzarse al quinto año de trabajo.

f).- Balace de materia y energía.- Un extracto natural de vainilla de especificaciones comerciales debe contener, --- cuando menos, las materias extraíbles de 100 gramos de vainas, pero para obtener un producto de máxima calidad, el -- extracto deberá contener 240 gramos de vaina por litro de - extracto final ya que esta concentración produce la distribución más satisfactoria de los valores aromáticos (20) y - un contenido mínimo de alcohol del 36% en peso para mante - ner las materias extraíbles de la vaina en solución. Será - bajo este criterio el desarrollo de nuestro balance de Mate - ria.

Se haran balances parciales por equipo para calcular - las cantidades de agua, alcohol y vainilla necesarias para - obtener el extracto y debido a que la concentración de ---- vainas por litro de extracto final no se alcanza con una so - la extracción, es necesario enriquecer el extracto recircu - lando la solución que sale del filtro, hacia el extractor - hasta obtener la concentración de vainas suficiente para pa - sar el extracto a su añejamiento.

Los datos de que disponemos para efectuar estos balan - ces son los siguientes:

DATOS:

I.- Vainilla: Se usará la calidad de "Entera Superior"
 Humedad de las vainas (extraíble): 26.09% en peso, pro - medio Material extraíble de las vainas: 42% en peso ---

(excepto humedad).

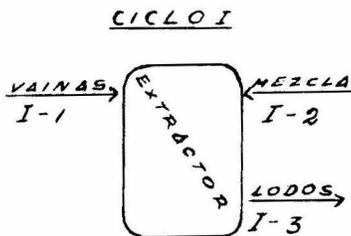
Residuos de la vaina (celulosa y semillas, principalmente): 31.5%.

- 2.- Medio de extracción: Mezcla de etanol/agua al 20/80 %, - en peso.
- 3.- Relación de vainas de vainilla a mezcla de extracción, - en el extractor: 1 a 7 partes en peso.
- 4.- Lavado en filtro: Mezcla de etanol/agua al 20%/80% en - peso.
- 5.- Cantidad de lavado: 5 veces en peso de la cantidad de - residuo seco a lavar.
- 6.- Humedad retenida por el residuo seco: 55% en peso base-seca.
- 7.- Medio de extracción en recirculación: Extracto de ex-- tracción anterior, ajustado al 20% de etanol.
- 8.- Concentración de vainas en extracto final:

$$\frac{0.240 \text{ k}}{1. \text{ de extracto}} = 24\%$$
- 9.- Concentración de etanol en extracto final:
36% en peso mínimo.
- 10.- Peso específico del extracto final: $1 + 0.01 \text{ g/ml}$
- 11.- Concentración del etanol usado en las extracciones y co mo base de los cálculos: 96%
- 12.- Densidad de la mezcla Et-OH/H₂O al 20%/80% en peso a -- 20°C : 0.9686g/ml

CALCULOS:

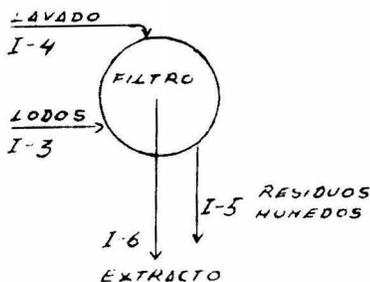
BASE: 100 k de vainilla procesado en cada ciclo.



$$I-1 = 100 \text{ k}$$

$$I-2 = (100 \times 7) \text{ k} = 700 \text{ k} \begin{cases} \text{H}_2\text{O} = 126 \text{ k} \\ \text{Et-OH} = 31.5 \text{ k} \end{cases}$$

$$I-3 = (100 + 700) \text{ k} = 800 \text{ k}$$



$$I-4 = 5 (0.315 \times 100) \text{ k} = 157.5 \text{ k} \begin{cases} \text{H}_2\text{O} = 126 \text{ k} \\ \text{Et-OH} = 31.5 \text{ k} \end{cases}$$

$$I-5 = (0.315 \times 100) \text{ k} + 0.55 (0.315 \times 100) \text{ k}$$

$$I-5 = 48.825 \text{ k}$$

$$I-6 = (800 + 157.5 - 48.825) \text{ k} = 908.7 \text{ k}$$

Por ciento de alcohol en I-6:
(Haciendo balance en el extractor y el filtro)

$$0.2 \times 700 \text{ k} + 0.2 \times 157.5 \text{ k} = 0.2 (48.825 - 31.5) \text{ k} + x \cdot 908.7 \text{ k}$$

$$0.2 (857 - 17.325) \text{ k} = x \cdot 908.7 \text{ k}$$

$$x = \frac{168.03 \text{ k}}{908.7 \text{ k}} = 0.185$$

Por ciento de alcohol en I-6: 18.5%

Como este extracto hay que enriquecerlo con más extracciones, hay que ajustar su contenido de alcohol (del 96%) al 20% en su respectivo tanque de almacenamiento. Alcohol a añadir:

$$0.185 \times 908.7 \text{ k} + a = 0.2 (908.7 + a) \text{ k}$$

$$(0.2 - 0.185) 908.7 \text{ k} = (0.8 a) \text{ k}$$

$$a = \frac{13.63}{0.8} \text{ k}$$

Alcohol a añadir: $a = 17 \text{ k}$

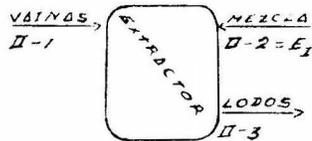
Concentración de vainas en extracto del CICLO I:

$$C_{V_I} = \frac{100}{908.7 + 17} \times 100$$

$$C_{V_I} = 10.8 \%$$

Cantidad de Extracto I: $E_I = 925.7 \text{ R}$

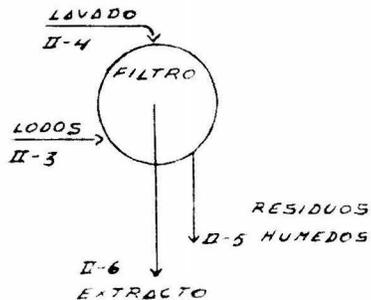
CICLO II



$$II-1 = 100 \text{ R}$$

$$E_I = 7 \times 100 \text{ R} = 700 \text{ R}$$

$$II-3 = (100 + 700) \text{ R} = 800 \text{ R}$$



Con los mismos balances del ciclo I:

$$II-4 = 151.5 \text{ R} \begin{cases} H_2O = 126 \text{ R} \\ Et-OH = 31.5 \text{ R} \end{cases}$$

$$II-5 = 48.825 \text{ R}$$

$$II-6 = 908.7 \text{ R}$$

Porcentaje de etanol en II-6:

$$0.2 \times 700 \text{ R} + 0.2 \times 151.5 \text{ R} = 0.2 (48.825 - 31.5) \text{ R} + x \cdot 908.7 \text{ R}$$

$$x = 0.185 = 18.5 \%$$

Alcohol a añadir en el tanque para ajustar el Extracto II-6 al 20%:

$$0.185 \cdot 908.7 + a = 0.2 (908.7 + a)$$

$$a = 17 \text{ k}$$

Cantidad de vainas en el Extracto II (E II):

$$Mv = 100 \text{ k} + \frac{700 \times 100 \text{ k}}{925.7} = (100 + 75.6) \text{ k}$$

$$Mv = 175.6 \text{ k}$$

Concentración de vainas en E II :

$$Cv_{II} = \frac{175.6}{925.7} = 0.1897$$

Cantidad de extracto II :

$$E II = 925.7 \text{ k}$$

CICLO III

Los balances son los mismos que en los ciclos anteriores por lo que no se repetirán. Sólo cambia la cantidad de vainas en el extracto y por lo tanto su concentración.

Cantidad de vainas en el Extracto III :

$$Mv = (100 + \frac{700}{925.7} \cdot 175.6) \text{ k}$$

$$= (100 + 0.756 \times 175.6) \text{ k}$$

$$Mv = 232.75 \text{ k}$$

Concentración de vainas en Extracto III :

$$Cv_{III} = \frac{232.75}{925.7} \times 100$$

$$Cv_{III} = 25.14 \%$$

Aparentemente éste ciclo nos da la concentración suficiente de vainas en el extracto, pero tomando en cuenta que hay -- que subir la concentración de alcohol en el extracto al 43% en peso, para su añejamiento y bajar posteriormente ésta concentración al 36%, la concentración de vainas en el extracto final, ya no será la requerida, por lo que se seguirán efectuando Ciclos de enriquecimiento.

CICLO IV

Cantidad de vainas en el extracto E_{IV}

$$M_V = (100 + 0.756 \times 232.75) \text{ k}$$

$$M_V = 275.98 \text{ k}$$

Concentración de vainas en Extracto IV:

$$Cv_{IV} = \frac{275.98}{925.7} \times 100$$

$$Cv_{IV} = 29.81 \%$$

Subiendo la concentración de alcohol etílico de este extracto al 43% para pasarlo a añejamiento tendremos:

Alcohol a añadir:

$$0.2 (925.7) + a_F = 0.43 (925.7 + a_F)$$

$$185.14 + a_F = 398.05 + 0.43 a_F$$

$$a_F = \frac{212.91}{0.57} = 373.5 \text{ k}$$

Extracto total a añejar:

$$E_{IV'} = (925.7 + 373.5) \text{ k} = 1299.2 \text{ k}$$

Concentración de vainas en éste extracto:

$$Cv_{IV'} = \frac{275.98}{1299.2} \times 100 = 21.24 \%$$

No es la requerida, por lo que se necesitan más extracciones de enriquecimiento.

CICLO V

Cantidad de vainas en el Extracto E_V :

$$M_V = (100 + 0.756 \times 275.98) \text{ k}$$

$$M_V = 308.64 \text{ k}$$

Concentración de vainas en el Extracto E_V :

$$Cv_V = \frac{308.64}{925.7} \times 100 = 33.33 \%$$

Subiendo la concentración de etanol en el Extracto E_V para el añejamiento, se tendrán los siguientes datos:

Extracto total a añejar:

$$E_v = 1299.2 \text{ k}$$

Concentración de vainas en éste extracto:

$$C_{v'} = \frac{308.64}{1299.2} \times 100 = 23.76 \%$$

Esta concentración o Rendimiento de vainas en el extracto, esta muy cercana a la concentración que nos hemos fijado y puesto que da cada Ciclo quedan acumulados 225.7 k de extracto a una concentración de alcohol del 20%, se verá la posibilidad de usar el extracto acumulado de uno de los Ciclos en lugar de agua, para bajar la concentración de alcohol al Extracto Final para su venta y mantener el rendimiento o concentración de vainas en 24%.

Usando la acumulación del Ciclo I, la concentración final de alcohol sería:

$$0.2 \times 225.7 \text{ k} + 0.43 \times 1299.2 \text{ k} = x(225.7 + 1299.2) \text{ k}$$

$$x = \frac{(45.14 + 558.66)}{1524.9} = \frac{599.8}{1524.9} = 0.393$$

$$x = 39.4 \%$$

Y la concentración de vainas en el Extracto Final reducido en ésta forma sería:

$$0.108 (225.7) \text{ k} + 308.64 \text{ k} = C_v (225.7 + 1299.2) \text{ k}$$

$$C_v = \frac{333.02 \text{ k}}{1524.9 \text{ k}} = 0.218$$

$$C_v = 21.8 \%$$

El rendimiento o concentración de vainas en éste caso - resultado bajo. Si hacemos la reducción con el extracto acumulado del Ciclo IV tendremos:

$$\text{Concentración de alcohol en el Extracto Final} = 39.4 \%$$

Concentración de vainas:

$$0.2981 (225.7) \text{ k} + 308.64 \text{ k} = C_v (1524.9) \text{ k}$$

$$C_v = \frac{377.92 \text{ k}}{1524.9 \text{ k}} = 0.248$$

$$C_v = 24.8 \%$$

En éste caso la concentración de vainas en el Extracto final ya resultó un poco mayor del 24%.
Haciendo la reducción con la acumulación del Ciclo III:
Concentración de alcohol en el Extracto Final = 39.4 %

Concentración de vainas en éste extracto:

$$0.2514 (225.7)k + 308.64k = C_v (1524.9)k$$

$$C_v = \frac{365.98}{1524.9} = 0.24$$

$$\underline{C_v = 24 \%}$$

Esta es la concentración de vainas en el Extracto final que se buscaba. O sea que el extracto acumulado del Tercer - Ciclo, puede usarse para hacer reducción en alcohol y mantener la concentración de vainas en el Extracto Final de 24% - en peso. Este tipo de reducción de alcohol es conveniente -- porque nos evita un ciclo más de enriquecimiento del extracto, puede usarse el extracto acumulado de uno de los ciclos anteriores y porque evita que la reducción se haga directamente con agua, operación que es delicada, ya que si no se hace lentamente la adición y con agitación continua, puede causar enturbiamiento del extracto ya añejado. La concentración de alcohol en el Extracto Final, aunque no es del 36% - según especificaciones comerciales, puede quedar del 39.3% - en nuestro extracto, ya que las especificaciones comerciales fijan el 36% como mínimo para mantener las materias solubles del extracto en disolución.

Por lo tanto, como resultado de éstos balances, sacamos como conclusión que para alcanzar la concentración de 24% en peso de vainas en el Extracto Final y la concentración de alcohol de 39.3%, es necesario efectuar cinco ciclos de enriquecimiento y usar el extracto acumulado del Tercer Ciclo para bajar la concentración de alcohol del extracto que sale de añejamiento antes de envasarlo para su venta.

BALANCE GENERAL

Después de los Balances Parciales, podemos hacer un Balance General de Materiales para conocer los consumos de --- vainilla, agua y alcohol etílico necesarios para obtener la producción anual de extracto.

DATOS.- BASE: 100 k de vainilla por Ciclo.

1.- Peso específico del extracto: 1 ± 0.01 g/ml

2.- Concentración de vainilla en el extracto final: -----
240 g. de vainas
1. de extracto.

3.- Concentración de alcohol etílico (de 96%) en el extracto final: 39.3% en peso.

4.- Número de Ciclos de enriquecimiento: cinco.

5.- De cada Ciclo se consumen 700 k del extracto respectivo

- como medio de extracción para el posterior.
- 6.- De cada Ciclo se acumulan 225.7 k de extracto.
 - 7.- Del Tercer Ciclo, se consume todo el extracto.
 - 8.- Extracto Final obtenido: $E_f = 1524.9$ k

Con estos datos y los de los Balances Parciales, podemos ya desarrollar el Diagrama de Flujo (fig.No.I)

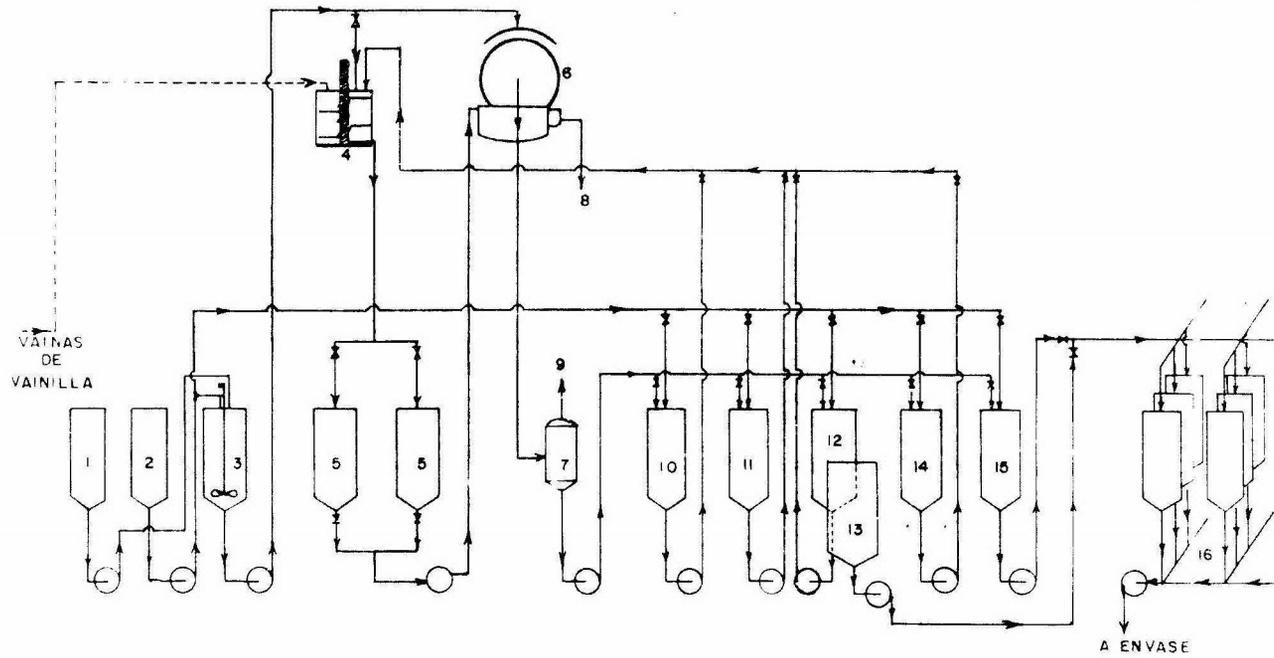


DIAGRAMA DE FLUJO

- 1 = Tanque de agua
- 2 = Tanque de alcohol etílico
- 3 = Tanque de mezcla etanol-agua
- 4 = Extractor
- 5 = Tanques de lodos
- 6 = Filtro continuo al vacío
- 7 = Tanque de vacío
- 8 = Descarga de torta
- 9 = Conexión a bomba de vacío

- 10 = Tanque de almacenamiento del ciclo I
- 11 = Tanque de almacenamiento del ciclo II
- 12 = Tanque de almacenamiento del ciclo III
- 13 = Tanques auxiliares del ciclo III
- 14 = Tanque de almacenamiento del ciclo IV
- 15 = Tanque de almacenamiento del ciclo V
- 16 = Batería de tanques de añejamiento

CALCULOS PARA LOS CINCO CICLOS:

Vainilla procesada:

$$V_t = 5 \times 100 \text{ k}$$

$$V_t = 500 \text{ k}$$

Mezcla inicial de extracción en el primer ciclo:

$$M_I = 700 \text{ k} \quad \begin{cases} \text{H}_2\text{O} = 560 \text{ k} \\ \text{Et-OH} = 140 \text{ K} \end{cases}$$

Alcohol usado para ajuste de concentración al 20% en el extracto de ciclos:

$$a_c = 5 \times 17 \text{ k}$$

$$a_c = 85 \text{ k}$$

Alcohol usado para ajuste de concentración al 43% del extracto de añejamiento:

$$a_f = 373.5 \text{ k}$$

Mezcla de lavado en el filtro:

$$L_t = 5 \times 157.5 \text{ k}$$

$$L_t = 787.5 \text{ k} \quad \begin{cases} \text{H}_2\text{O} = 630 \text{ k} \\ \text{Et-OH} = 157.5 \text{ k} \end{cases}$$

Residuos húmedos obtenidos:

$$R_h = 5 \times 48.825 \text{ k}$$

$$R_h = 244.125 \text{ k}$$

Residuos secos obtenidos:

$$R_s = 500 \times 0.315 \text{ k}$$

$$R_s = 157.5 \text{ k}$$

Humedad de los residuos:

$$H_r = 157.5 \times 0.55 \text{ k}$$

$$H_r = 86.625 \text{ k} \quad \begin{cases} H_2O = 69.3 \text{ k} \\ Et-OH = 17.325 \text{ k} \end{cases}$$

Extracto acumulado en tres ciclos (I, II, IV):

$$A_t = 3 \times 225.7 \text{ k}$$

$$A_t = 677.1 \text{ k}$$

Concentración de vainas en el extracto de cada uno de los ciclos de acumulación:

$$\text{en } A_I = 10.8 \%$$

$$\text{en } A_{II} = 18.97 \%$$

$$\text{en } A_{IV} = 28.91 \%$$

Extracto Final obtenido:

$$E_f = 1524.9 \text{ k}$$

BALANCE GENERAL:

$$V_t + M_I + L_t + a_c + a_f = E_f + R_h + A_t$$

$$(500+700 + 787.5 + 85 + 373.5)k = (1524.9 + 244.125 + 677.1)k$$

$$\underline{2446 \text{ k} = 2446.125 \text{ k}}$$

Relacionando estas cantidades a mil kilos de extracto final obtenido tendremos:

RELACION DE DATOS PARA PROCESO.

$$\begin{aligned}
 V_t &= 327.9 \text{ k} ; V_c = 65.58 \text{ k} \\
 M_I &= 459.06 \text{ k} \\
 a_c &= 55.74 \text{ k} \\
 a_f &= 244.93 \text{ k} \\
 L_t &= 516.44 \text{ k} \\
 R_h &= 160.29 \text{ k} \\
 R_s &= 103.29 \text{ k} \\
 H_r &= 56.810 \text{ k} \\
 A_t &= 444.03 \text{ k} ; A_c = 148.01 \\
 E_f &= 1000 \text{ k} ; p.\text{esp.} = 10 \pm .01 \text{ g/ml} \\
 E_f &= 1000 \text{ l}
 \end{aligned}$$

Finalmente para conocer los consumos reales de materiales y la cantidad de residuos obtenidos por cada mil litros de --- Extracto Final, hay que eliminar del balance las cantidades -- correspondientes a los extractos acumulados en los ciclos I, - II y IV, ya que ducha acumulación, despues de tres enriqueci-- mientos por ciclo se hace suficiente para usarla como medio de extracción para el ciclo inmediato posterior, desapareciendo - así lo acumulado en el ciclo correspondiente.

Calculando así la cantidad de vainilla y mezcla inicial - de extracción usadas para obtener 1000 litros de Extracto Fi-- nal, tendremos:

$$\begin{aligned}
 \text{Vainilla acumulada} &= (0.108 \times 148.01 + 0.1897 \times 148.01 + \\
 &\quad 0.2891 \times 148.01) \text{ k} \\
 &= 148.01 (0.108 + 0.1897 + 0.2891) \text{ k} \\
 &= 148.01 \times 0.5868 \text{ k} \\
 \text{Vainilla acumulada} &= 86.85 \text{ k}
 \end{aligned}$$

Vainilla usada por cada 1000 litros de Extracto Final:

$$V = (327.9 - 86.85) \text{ k}$$

$$V = 240.25 \text{ k}$$

dato que concuerda con la concentración de vainas en el Extracto Final.

Mezcla inicial de Extracción acumulada (M_T):

En el Ciclo I:

$$M_a = \frac{148.01}{607.07} \times 459.06 \text{ k}$$

$$= 0.2438 \times 459.06 \text{ k}$$

$$M_a = 111.92 \text{ k}$$

Pasan al Ciclo II: 459.06 - 111.92

$$M_{II} = 347.14 \text{ k}$$

Acumulación de mezcla inicial en el Ciclo II:

$$M_a = 0.2438 \times 347.14$$

$$M_a = 84.63$$

Pasan al Ciclo III: 347.14 - 84.63 k

$$M_{III} = 262.51 \text{ k}$$

De M_{III} se usan para el Ciclo IV:

$$0.7562 \times 262.51 = 198.51 \text{ k}$$

De esta cantidad se acumula en el Ciclo IV:

$$M_a = 0.2438 \times 198.51 \text{ k}$$

$$M_a = 48.40 \text{ k}$$

La acumulación total de la mezcla de Extracción inicial es de:

$$M_a = 244.95 \text{ k}$$

Y la cantidad de mezcla Inicial usada es de:

$$M = (459.06 - 244.95) \text{ k}$$

$$M = 215.11 \text{ k}$$

El alcohol de ajuste en los ciclos (a_c) usado, se calculará al final con un balance de alcohol y con los datos anteriores y las relaciones entre las corrientes, tendremos los datos finales de consumo de materiales, así como el residuo obtenido por cada 1000 litros de Extracto Final. Estos datos son los siguientes:

RELACION DE DATOS PARA PRODUCTO FINAL

$$V = 240 \text{ k}$$

$$M = 215.11 \text{ k} ; (H_2O = 172.088\text{k}, Et - OH = 43.022 \text{ k})$$

$$a_c = 37.76 \text{ k}$$

$$a_f = 244.93 \text{ k}$$

$$L_c = 378 \text{ k} ; (H_2O = 302.4 \text{ k}, Et-OH = 75.6 \text{ k})$$

$$R_h = 117.18 \text{ k}$$

$$R_s = 75.6 \text{ k}$$

$$H_r = 41.58 \text{ k}$$

$$E_f = 1000 \text{ k}$$

Balance de alcohol:

$$0.2 \times 215.11 + a_c + 244.93 + 0.2 \times 378 = 0.393 \times 1000 + 0.2 \times 41.58$$

$$a_c + 363.552 = 393 + 8.316$$

$$a_c = 37.76 \text{ k}$$

Para comprobar estos datos se hará un Balance General:

$$V + M + a_c + a_f + L_c = E_f + R_h$$

$$240 + 215.11 + 37.76 + 244.93 + 378 = 1000 + 117.18$$

$$1115.8 \doteq 1117.18$$

De acuerdo a la producción anual de extracto natural de vainilla, en los primeros cinco años de trabajo de la planta, se tendrán los siguientes consumos de materiales y a partir del quinto año en que se alcanza la capacidad de 50,000 litros, los consumos de la planta serán los correspondientes a éste último año; estos datos aparecen en la siguiente tabla:

PRODUCCION DE EXTRACTO Y CONSUMO DE MATERIALES.

AÑO	EXTRACTO Litros	VAINILLA Kilos	ALCOHOL Kilos	ETILICO (96°) litros	AGUA	RESIDUOS	
					DESTILADA litros	OBTENIDOS (kilos) hmedos	secos
1973	14,200	3408	5698	7110	6738	1664	1074
1974	19,200	4608	7705	9615	9110	2250	1452
1975	25,900	6216	10394	12970	12290	3035	1958
1976	35,200	8448	14126	17626	16702	4125	2661
1977	47,400	11376	19022	23736	22491	5555	3583

Los datos de consumo de alcohol corresponden a Alcohol Etílico de 96° con peso específico de 0.8014 g/ml a 20° C.

PROPIEDADES.

Las principales propiedades físicas del extracto son las siguientes:

- 1.- Contenido de vainas por litro: $240 \frac{g}{l}$
- 2.- Densidad: $1 \pm 0.01 \frac{g}{ml}$
- 3.- Viscosidad: 2.3 - 2.4 cps
- 4.- Sólidos en peso: 9.6 % \pm 0.2
- 5.- Índice de plomo > 0.8
- 6.- Color (Colorímetro visual de Gardner-Holdt) > 18

Con éstos datos, terminamos el balance de materia y puesto que el proceso de extracción es esencialmente mecánico a presión y temperatura ambiente en donde se efectúan reacciones químicas ni hay transferencia de calor, el Balance de Energía no se calculará.

g).- Cálculo de equipo.

El equipo necesario para la Planta de Obtención de Esencia Natural de Vainilla, consiste de un Extractor rotatorio de cuchillas horizontales, movidas a 8,000 Rpm; un filtro al vacío continuo del Tipo Oliver-Campbell; tanques de almacenamiento y distribución de materiales; tanques de añejamiento y bombas para el flujo de líquidos.

EXTRACTOR.- Como máquina de extracción se escogió una Dispersadora con las siguientes características:

- 1.- La parte superior de la máquina es elevada hidráulicamente y puede girarse los 360° alrededor de la columna.
- 2.- Velocidad variable hasta 8000 Rpm en el eje de cuchillas.
- 3.- Motor Trifásico de 3 HP., 2500 Rpm a 50 ciclos y 3500 Rpm. a 60 ciclos.
- 4.- Todo el equipo eléctrico a prueba de explosión.
- 5.- Eje de cuchillas y cuchillas horizontales de acero inoxidable Tipo 304.
- 6.- Recipiente de extracción con tapas y con capacidad de -- 300 litros, de acero inoxidable. Tipo 304

7.- Después de efectuada la extracción, la descarga de lodos del recipiente se efectúa por medio de válvula trabajando el eje de cuchillas a velocidad mínima.

(Extractor Fig 2)

La operación del extractor se hará en forma intermitente y cada carga consistirá de las siguientes cantidades:

CARGA

Vainas de vainilla: 25 k

Medio de extracción:

Para el primer ciclo: 175 k = 180 l

Para ciclos de enriquecimientos: 175 k ± 175 l

DESCARGA

Densidad de los lodos, aproximada: 0.975 g/ml

Volumen de descarga: 205 l por lote

TANQUES DE RECEPCION DE LODOS.- Antes de pasar los lodos del extractor al filtro, pasarán a tanques de acero inoxidable con capacidad suficiente para almacenar cada uno de los lodos en cuatro extracciones del mismo ciclo, con objeto de mantener la operación del filtro lo más continua posible.

Serán dos tanques para poder usarlos alternadamente con capacidades respectivas de 1000 litros, ya que cada descarga del extractor es de 205 litros.

Las características de estos tanques son las siguientes:

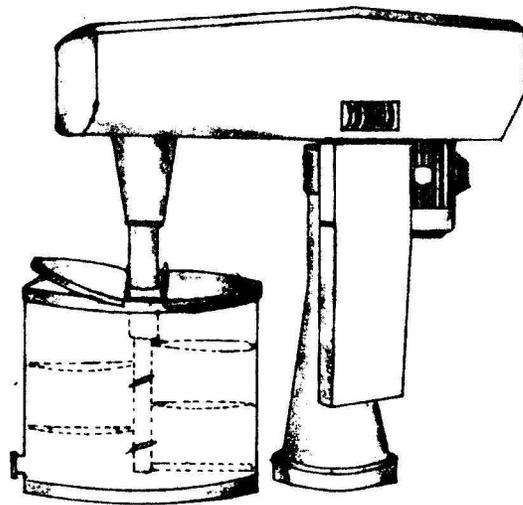
(Fig. 3)

Acero inoxidable TIPO 304, Calibre No. I2(2.66 mm)	
Capacidad nominal	1000 l
Long. parte recta	1060 mm
Long. parte recta	1220 mm
Capacidad real ($\pi r^2 h$) =	1076.6 l
Espesor de cilindro	2.6 mm
Espesor del fondo	2.6 mm
Espesor de la tapa	2.6 mm
Tipo de Fondo	Cónico
Tipo de Tapa	Plana de bisagras
Patas ajustables	Acero al carbón
Niple de salida	51 mm ϕ (2" ϕ)

Acabado sanitario interior y exterior. Construido con - Lámina de (4' x 12') y peso de 21.3605 k/m².

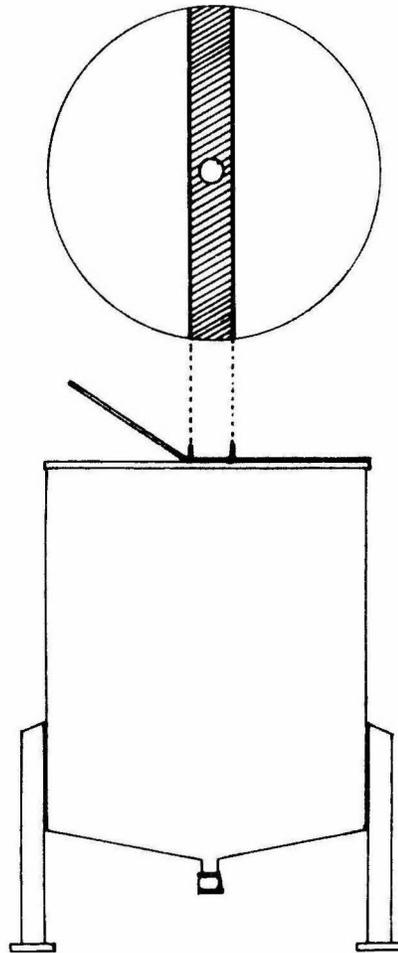
LÁMINA 1.219 m x 3.658 m

Fig. N°2



EXTRACTOR

Fig. N°3



TANQUES DE RECEPCION DE
LIDOS

La conexión al filtro se hará por tubería de 51 mm de diámetro (2" \varnothing) debido a los sólidos en suspensión de los lodos y para evitar taponamiento en la tubería que seguramente se presentaría si usamos una de menor diámetro.

FILTRO.- Para el cálculo del área de filtración necesaria - en nuestro proceso, tomaremos como "Patrón" un fieltro azucarero para cachazas, considerando que el tipo de lodos o sólidos en suspensión por filtrar del extracto de vainilla así como el líquido filtrado, tienen propiedades muy similares a los de la cachaza (18)

Los datos con que contamos del filtro azucarero son -- los siguientes:

Tipo de filtro: Continuo al vacío de tambor rotatorio.

Area de filtración: $A_I = 46.729 \text{ m}^2 = (503 \text{ ft}^2)$

Dimensiones del tambor:

Diámetro = 0.929 m = (10 ft)

Cara = 1.492 m = (16 ft)

Material que filtra:

Suspensión: $S_I = 512 \frac{\text{l}}{\text{min}} = 548 \frac{\text{k}}{\text{min}}$

$S_I = 133 \frac{\text{Gal}}{\text{min}} = 17.8 \frac{\text{ft}^3}{\text{min}} = 1210 \frac{\text{I6}}{\text{min}}$

Densidad de la suspensión:

= $1.085 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$

= $67.8 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$

Sólidos en suspensión: 7.2 % en peso

Humedad final de la torta: 75% (base húmeda)

Densidad del filtrado:

= $1.03 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$

= $64.6 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$

Sólido no retenido:

$$M_s = 23.22 \frac{k}{\text{min}}$$

$$M_s = 51.2 \frac{\text{lb}}{\text{min}}$$

Sólido retenido:

$$M_s = 39.46 \frac{k}{\text{min}}$$

$$M_s = 87.12 \frac{\text{lb}}{\text{min}}$$

Líquido no filtrado:

$$L_f = 113.5 \frac{\text{l}}{\text{min}} = 113.5 \frac{k}{\text{min}}$$

$$L_f = 30 \frac{\text{gal}}{\text{min}} = 4.1 \frac{\text{ft}^3}{\text{min}} = 251 \frac{\text{lb}}{\text{min}}$$

Líquido filtrado:

$$L_f = 628 \frac{\text{l}}{\text{min}} = 645 \frac{k}{\text{min}}$$

$$L_f = 165 \frac{\text{gal}}{\text{min}} = 22.1 \frac{\text{ft}^3}{\text{min}} = 1420 \frac{\text{lb}}{\text{min}}$$

Agua de lavado: (corresponde a una relación de 6.4 partes en peso de sólido retenido.)

$$a_{L1} = 253 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

$$a_{L1} = 67 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$$

BALANCE EN EL FILTRO:

Para checar los datos anteriores, haremos un balance - General:

$$S_1 + A_{L1} = L_f + L_f + M_s$$

$$(548 + 253) \frac{k}{\text{min}} = (645 + 113.5 + 39.46) \frac{k}{\text{min}}$$

$$801 \frac{k}{\text{min}} \approx 797.76 \frac{k}{\text{min}}$$

El balance cierra por lo que los datos anteriores son correctos.

DATOS PARA EL FILTRO DE EXTRACTO DE VAINILLA.

Se calcula que el ciclo de cuatro extracciones, puede efectuarse en 45 minutos que comprenden tiempo efectivo de extracción de 3 a 3 minutos por carga, tiempo muerto para carga y descarga de 7 a 8 minutos, por lo que el volumen -- de cada tanque de almacenamiento de lodos, deberá vaciarse en este tiempo, el que tomaremos como base para calcular los datos necesarios para el área de filtración del extracto.-- El punto de ebullición del extracto de vainilla a 380 mm Hg. (a un vacío de 15" Hg) es de 50° - 54° C

MATERIAL A FILTRAR:

$$\text{Suspensión: } S_2 = \frac{800 \text{ k}}{45 \text{ min}} = 17.77 \frac{\text{k}}{\text{min}} = 18.25 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

$$S_2 = 4.8 \frac{\text{gal}}{\text{min}} = 0.64 \frac{\text{ft}^3}{\text{min}} = 36.47 \frac{\text{lb}}{\text{min}}$$

Densidad de la suspensión:

$$= 0.975 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

$$= 60.84 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

Sólidos en suspensión: 3.94 % en peso

Humedad final de la torta: 55 % (base seca)
35.4 % (base húmeda)

Densidad del filtrado:

$$= 1.01 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

$$= 63.02 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

Sólido retenido:

$$M_{s2} = 0.7 \frac{\text{k}}{\text{min}}$$

$$M_{s2} = 1.54 \frac{\text{lb}}{\text{min}}$$

Líquido no filtrado:

$$L_{F2} = 0.385 \frac{k}{\text{min}} = 0.398 \frac{l}{\text{min}}$$

$$L_{F2} = 0.105 \frac{\text{gal}}{\text{min}} = 0.014 \frac{\text{ft}^3}{\text{min}} = 0.85 \frac{\text{lb}}{\text{min}}$$

Líquido filtrado:

$$L_{F2} = 20.188 \frac{k}{\text{min}} = 20.188 \frac{l}{\text{min}}$$

$$L_{F2} = 5.35 \frac{\text{gal}}{\text{min}} = 0.715 \frac{\text{ft}^3}{\text{min}} = 44.51 \frac{\text{lb}}{\text{min}}$$

Solución de lavado:

$$A_{L2} = 3.498 \frac{k}{\text{min}} = 3.62 \frac{l}{\text{min}}$$

$$A_{L2} = 0.957 \frac{\text{gal}}{\text{min}} = 0.128 \frac{\text{ft}^3}{\text{min}} = 7.71 \frac{\text{lb}}{\text{min}}$$

Por la consideración que hicimos al principio, podemos hacer la siguiente relación para el cálculo del área de filtración necesaria en nuestro caso:

$$\frac{(\text{Sólido retenido})_1}{(\text{Área de Filtración})_1} = \frac{(\text{Sólido retenido})_2}{(\text{Área de filtración})_2}$$

$$\frac{M_1}{A_1} = \frac{M_2}{A_2}$$

de donde: $A_2 = M_2 / \frac{M_1}{A_1}$

$$y: \frac{M_1}{A_1} = \frac{39.46 \frac{k}{\text{min}}}{46.729 \text{ m}^2} = 0.844 \frac{k}{\text{min-m}^2}$$

$$M_2 = 0.7 \frac{k}{\text{min}}$$

$$A_2 = \frac{0.7 \frac{k}{\text{min}}}{k \frac{0.844}{\text{min-m}^2}} = 0.829 \text{ m}^2$$

Area de filtración para el extracto de vainilla en nuestro proceso:

$$A_2 = 0.829 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 8.92 \text{ ft}^2$$

Con ésta área de filtración calculada y según las dimensiones de los filtros comerciales, nuestro filtro tendrá las siguientes características:

Tipo de Filtro: Continuo al vacío de tambor rotatorio, -
construido de material anticorrosivo.

Dimensiones del Tambor:

Diámetro D = 0.9144 metros

D = 3 pies

Longitud: L = 0.3048 metros

Area de filtración: A = 0.836 m²

A = 9 pies²

El filtro que escogimos de las características y dimensiones calculadas, es un filtro de la Derr-Oliver construido de fibra de vidrio reforzada con plástico (FRP), que está recomendado para la filtración de alimentos y productos farmacéuticos por sus características de inoxidable y no contaminante. Su precio es 20% menor de los que son construidos de acero inoxidable o recubiertos con hule para los mismos fines de filtración.

Su cotización incluye también el siguiente equipo auxiliar:

- 1.- Espreas de lavado
- 2.- Bomba centrífuga para alimentación de solución de lavado, con gasto de $7.57 \frac{\text{l}}{\text{min}}$ (2 G.p.m.) y motor de 1/4 H.P.
- 3.- Motor de 1 HP. para comunicar movimiento al tambor de filtración.
- 4.- Tina receptora de suspensión y agitador con motor de 1HP
- 5.- Bomba Nash de vacío, húmeda. Desplazamiento de $2,250 \frac{\text{l}}{\text{min}}$ ($150 \frac{\text{ft}^3}{\text{min}}$); vacío de 381 mm Hg. (15" Hg) y motor de $2 \frac{1}{2}$ HP.

6.- Tanque separador de aire y solución de filtrado en plástico reforzado con fibra de vidrio (FRP)

Además del equipo incluido en el filtro, es necesario el uso de dos bombas adicionales, una para la alimentación de la suspensión al filtro y la otra para el bombeo del filtrado o extracto. La primera de las bombas anteriores es de las siguientes características:

Marca: Feirbanck Morse

Tipo: Turbina

Modelo: 1032-6 de acero inoxidable

Succión y descarga: 31.750 mm (1 1/4")

Carga: 3 metros

Gasto: $37.85 \frac{1}{\text{min}}$ (10 $\frac{\text{gal}}{\text{min}}$)

Velocidad: 1750 R p m

Motor: 1/3 H.P.

La segunda de las bombas se describe con las BOMBAS AUXILIARES.

Recipiente para la descarga de la torta del filtro con transportador de gusano movido por motor de 1 H.P.

Transportador de banda de hule para el manejo del bagazo de la torta hacia su lugar de almacenamiento, movido por motor de 2 H.P. y motoreductor.

(10) El diagrama del sistema de filtración está representado en la fig. 4

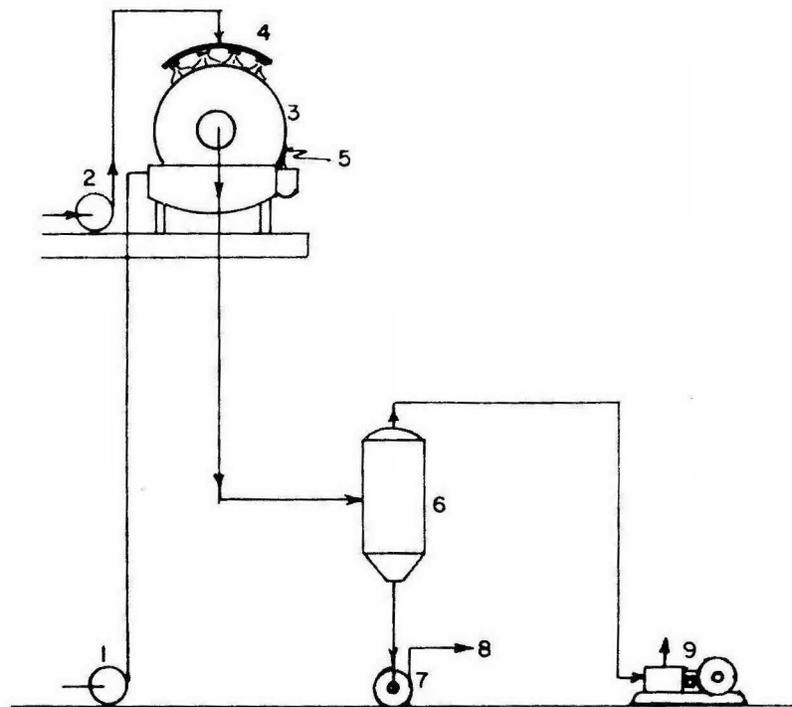
TANQUES DE ALMACENAMIENTO DEL EXTRACTO POR CICLO.

Después de la filtración, el extracto de cada Ciclo pasa a Tanques de Almacenamiento para ser recirculado posteriormente al Extracto para su enriquecimiento.

El material de estos tanques será también el Acero inoxidable tipo 304, y del mismo diseño de los tanques de recepción de lodos.

Los tanques de los Ciclos I, II y IV tendrán volumen para almacenar 1600 litros, los que comprenden la acumulación -

SISTEMA DE FILTRACION



- 1 = Bomba para alimentación de suspensión
- 2 = Bomba de solución de lavado
- 3 = Filtro continuo al vacío
- 4 = Espreas de lavado
- 5 = Descarga de torta
- 6 = Tanque de vacío
- 7 = Bomba de filtrado
- 8 = Filtrado
- 9 = Bomba de vacío

del extracto de 300 kilos de vainas, además del extracto total de 100 kilos de vainas, en el ciclo correspondiente. La acumulación de extracto por los 300 kilos es de 678 litros - y el extracto total por cada 100 kilos es de 926 litros que juntos suman 1604 litros.

Las dimensiones y características de estos 3 tanques -- son las siguientes:

Acero inoxidable, Tipo 304, Calibre No.12 (2.66 mm)	
Capacidad:	1620 l
Diámetro:	1162 mm
Long. parte recta:	1524 mm
Espesor del cilindro:	2.6 mm
Espesor del fondo:	2.6 mm
Espesor de la tapa:	2.6 mm
Tipo de fondo:	Cónico
Tipo de tapa:	Plana con bisagras
Patas ajustables:	Acero al carbón
Niple de salida:	38.1 mm (1 1/2")
Acabado:	Sanitario interior y exterior.
Construido con lámina de 1524 mm x 3658 mm (5' x 12') y - peso de 21.3605 k/m ²	

El volumen de los tanques de los Ciclos III y V será de - 1000 litros ya que no se tiene acumulación de extracto que necesite enriquecimiento, sin embargo, el tanque del Ciclo III - necesita de unos auxiliares para almacenar su acumulación que es la que se usará en la reducción de la fuerza alcoholica del extracto final. El extracto del Ciclo V pasa íntegro a la fase de añejamiento por lo que el tanque no necesita volumen mayor de 1000 litros y por éstas razones los de los Ciclos III y V - serán del mismo diseño y dimensiones que los Tanques de recepción de lodos con la única diferencia de que el niple de salida no será de 51 mm ϕ (2" ϕ) sino de 38.1 mm ϕ (1 1/2" ϕ)

TANQUES AUXILIARES DEL CICLO III.

Como ya se dijo anteriormente, éstos son los tanques de almacenamiento de la acumulación respectiva del extracto del Ciclo III para usarla como medio de reducción de la fuerza -alcohólica en el extracto final y al mismo tiempo para obtener la concentración del 24% de vainas de vainilla en el extracto.

Como todos los tanques a usar, estos serán también de acero inoxidable Tipo 304 y del mismo diseño que los anteriores.

Para obtener mil litros de extracto final en las condiciones dadas anteriormente, se usan 148 l. del extracto acumulado en el Ciclo III por lo que los volúmenes anuales del extracto de ajuste serán los siguientes:

AÑO	LITROS DE EXTRACTO FINAL	LITROS DE EXTRACTO CICLO III
1973	14,200	2100
1974	19,200	2840
1975	25,900	3835
1976	35,200	5210
1977	47,400	7015

Considerando que se acumulan totalmente las cantidades calculadas de extracto del Ciclo III, para el primer año de trabajo a partir de 1973, necesitaremos un tanque auxiliar de almacenamiento de 2100 litros y según las cantidades calculadas de extracto del Ciclo III y con objeto de uniformizar el tamaño de los tanques durante los cinco primeros años de trabajo, se usarán tres tanques de 2500 litros cada uno, los que tendrán las siguientes características y dimensiones:

Acero Inoxidable, Tipo 304, Calibre No.II (3.04 mm)	
Capacidad	2500 l
Diámetro	1454 mm
Long. parte recta	1524 mm
Espe Espesor de cilindro	3.0 mm
Espesor del fondo	3.0 mm
Espesor de la tapa	3.0 mm
Tipo de fondo	Cónico
Tipo de tapa	Plana con bisagras
Patas ajustables	Acero al carbón
Niple de salida	38.1 mm ϕ , (1 1/2" ϕ)
Acabado sanitario interior y exterior. Construidos con - lámina de 1524 mm x 4572 mm, (5' x 15') y peso de ----- 24.412 $\frac{k}{m^2}$	

TANQUES DE AÑEJAMIENTO.- Después de que el extracto ha alcanzado la concentración de vainas suficiente en el Ciclo V, se pasa a la fase de añejamiento el que se efectúa en tanques de añejamiento en donde permanece durante un tiempo mínimo de seis meses. Si el proceso de extracción lo estamos efectuando con 100 k. de vainas en cada ciclo, el volumen de cada uno de los tanques de añejamiento lo ajustaremos a los 1525 l. de extracto final que se obtienen con los 100 k. de vainas referidos.

El tanque de 1500 l. de capacidad ya lo hemos calculado para los TANQUES DE ALMACENAMIENTO por CICLO por lo que los de AÑEJAMIENTO tendrán las mismas características de construcción que los anteriores.

El número de tanques de añejamiento para cada uno de los cinco primeros años de producción variará de la siguiente manera:

AÑO	EXTRACTO PRODUCIDO	No. TANQUES DE AÑEJAMIENTO	INCREMENTO ANUAL
1973	14200	10	
1974	19200	13	3
1975	25900	17	4
1976	35200	23	6
1977	47400	31	8

ENVASADORA.-Ya que el extracto ha cumplido su periodo de --
añejamiento, se reduce a especificaciones comerciales para-
su venta, con el residuo del extracto del Ciclo III, Al ha-
cer la reducción, ésta se efectúa con agitación continua y-
ya hecha la mezcla, el extracto final se envasa en botellas
de vidrio color ámbar.

El envase en las botellas se hara con una llenadora de
las siguientes características:

Llenadora de gravedad COMTESA

Construcción: acero inoxidable, Tipo 304

Mangueras de permatrón neutro de la bomba a la boquilla

Semiautomática

Ocho boquillas de llenado

Capacidad de envase: 30 botellas por minuto con volúmen
de 500 cm3 cada una.

Para tapar las botellas se usará:

Taponadora semiautomática COMTESA

Capacidad: 30 botellas por minuto.

BOMBAS AUXILIARES:

Para efectuar el flujo de las corrientes de etanol, agua, extractos intermedios y final, necesitaremos de las siguientes bombas:

- 1.- Bomba para la alimentación del etanol y del agua a su tanque de mezclado.
- 2.- Bomba para la alimentación de la mezcla etanol-agua - hacia el extractor como medio inicial de extracción.
- 3.- Cuatro bombas de recirculación de los extractos de -- los Ciclos I, II, III y IV hacia el extractor para su enriquecimiento.
- 4.- Bomba para el flujo desde los tanques auxiliares del-Ciclo III hacia los tanques de añejamiento para el -- ajuste en concentración de alcohol y vainilla del extractor final a especificaciones comerciales.
- 5.- Bomba para llevar el extraco del Ciclo V a los tan--ques de añejamiento.
- 6.- Bomba para el extracto obtenido del filtro.

Las nueve bombas anteriores serán de las siguientes características:

Marca: SETHCO
 Tipo: Centrífuga
 Modelo: S-3010
 Carcaza: Plástico fenólico
 Impulsor: Teflón sólido
 Eje: Acero inoxidable, Tipo 316
 Succión y descarga: 31.75 mm ϕ , (1 1/4" ϕ)
 Carga: 6.5 m
 Gasto: $31.85 \frac{1}{\text{min}}$ (10 $\frac{\text{gal}}{\text{min}}$)
 Velocidad: 1500 R.p.m.
 Motor: General Electric con potencia de 1/4 H.P.

- 7.- Bomba para ajustar la concentración de etanol al 20% - del extracto de cada ciclo en su respectivo tanque y el ajuste de etanol al 43% en el extracto del Ciclo V para su añejamiento en dichos tanques.
- 8.- Bomba para la alimentación del extracto final a la máquina envasadora.

Las dos bombas anteriores tendrán las siguientes características:

Marca: SETHCO
 Tipo: Centrífuga
 Modelo: S-3012
 Carcaza: Plástico fenólico
 Impulsor: Teflón sólido
 Eje: Acero inoxidable, Tipo 316
 Succión y descarga: 31.75 mm ϕ , (1 1/4" ϕ)
 Carga: 4.5 m
 Gasto: 15.9 $\frac{1}{\text{min}}$, (5 $\frac{\text{gal}}{\text{min}}$)
 Velocidad: 1500 R.p.m.
 Motor: General Electric con potencia de 1/4 H.P.

TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE ALCOHOL ETILICO Y DE AGUA DESTILADA PARA EL PROCESO.-

A partir de los datos de proceso que hemos fijado en el extractor y en el filtro, que son además, los equipos de menor capacidad en estos tipos y con los datos de producción - de extracto y consumo de materiales ya calculados, tanto el extractor como el filtro trabajarán durante el periodo de -- los cinco primeros años, únicamente los siguientes días por-año:

DATOS:

Vainilla procesada en cada ciclo en el extractor: 25 kilos.

Materiales procesados en el extractor y en el filtro por ciclo de 45 minutos: 205 litros de lodos.

Peso específico de los lodos: $0.975 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$

Tiempo de trabajo al día: 8 hrs.

Número de cargas al día:

$$\text{cargas} = 8 \text{ hrs.} \times \frac{60 \text{ min.}}{1 \text{ hr.}} \times \frac{1 \text{ carga}}{45 \text{ min.}} = 10.67 \text{ cargas/día.}$$

Debido a la cantidad relativamente pequeña de vainilla procesada en cada año y para evitar en lo posible que tanto el extractor como el filtro se usen muy pocos días al año, el número de cargas al día para éstos equipos, las reduciremos a 5, con lo que la vainilla procesada por día será la siguiente:

$$\text{Vainilla procesada/ día} = 25 \frac{\text{kilos}}{\text{carga}} \times \frac{5 \text{ cargas}}{\text{día}} = 125 \frac{\text{kilos}}{\text{día}}$$

y los días hábiles de trabajo por año serán = $\frac{\text{kilos vainilla/año}}{\text{kilos vainilla/día}}$

AÑO	DIAS DE PROCESO:
1973	$3408/125 = 24 \text{ días}$
1974	$4608/125 = 37 \text{ días}$
1975	$6216/125 = 50 \text{ días}$
1976	$8448/125 = 68 \text{ días}$
1977	$11376/125 = 91 \text{ días}$

Los consumos de alcohol etílico y de agua destilada durante los días de proceso, serán los siguientes:

CONSUMO POR DIA DE PROCESO

AÑO	Alcohol etílico, (1)	Agua destilada, (1)
1973	296	281
1974	260	246
1975	260	246
1976	259	246
1977	261	247

Con los datos anteriores y asegurando una entrega de 2000 litros programado, tanto de alcohol etílico como de agua destilada, se considera que un sólo tanque de almacenamiento de alcohol y otro para el agua destilada, con capacidades de 2500 l. cada uno, serán suficientes para el proceso.

TANQUE PARA ALCOHOL.- Debido al grado de humedad que contiene el etanol y buscando tener oportunidad de almacenar alcohol para posibles ajustes de concentración en el extracto de añejamiento, así como para evitar contaminaciones por oxidación en el extracto, el tanque de almacenamiento de alcohol se hará de acero inoxidable con las siguientes características y dimensiones:

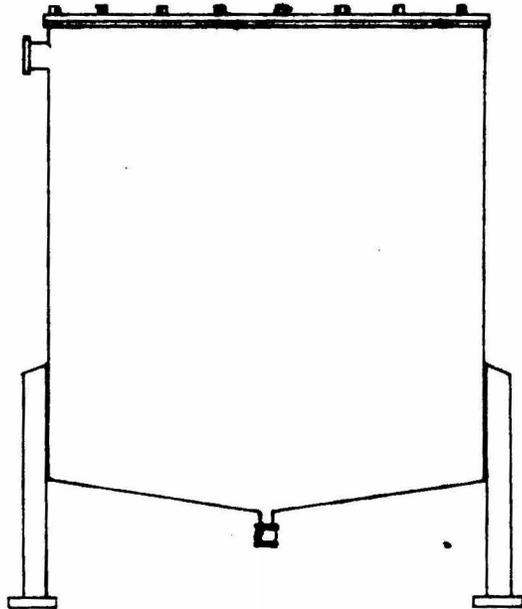
Construcción de:	Acero inoxidable, Tipo 304
Calibre:	No. I2 (2.66 mm)
Capacidad:	2500 l
Diámetro:	1454 mm
Long. parte recta:	1524 mm
Espesor del cilindro:	2.64 mm
Espesor del fondo:	2.64 mm
Espesor de la tapa:	2.64 mm
Tipo de fondo:	Cónico
Tipo de tapa:	Plana y fija con tornillos
Patas ajustables de:	Acero al carbón
Niple de carga:	50.8 mm ϕ , (2" ϕ)
Niple de salida:	31.75 mm ϕ , (1 1/4" ϕ)
Construido con lámina de	1524 x 4572 mm, (5' x 15') y -
peso de	$21.36 \frac{k}{m^2}$

El diseño de éste tanque se muestra en la fig. 5

TANQUE PARA AGUA.- El agua que contenga éste tanque será la destilada que se usará en el proceso junto con el etanol, - como mezcla de extracción en el primer ciclo y el tiempo que durará almacenada será corto por lo que se considera que un tanque construido con lámina de acero al carbón y protegida esta con un recubrimiento para evitar su oxidación, será su ficiente para obtener del tanque el servicio que de el se requiere.

Las dimensiones y características de este tanque serán las siguientes:

Fig. N° 5



TANQUE PARA ALMACENAMIENTO
DE ALCOHOL

Construcción de: Lámina de acero al carbón A-285-C
Calibre: II, (3.04 mm)
Capacidad: 2500 l
Diámetro: 1454 mm
Longitud parte recta: 1524 mm
Espesor del cilindro: 3.036 mm
Espesor del fondo: 3.036 mm
Espesor de la tapa: 3.036 mm
Tipo de fondo: Cónico
Tipo de tapa: Plana con bizagras
Patas ajustables de: Acero al carbón
Niple de salida: 31.75 mm ϕ , (1 1/4" ϕ)
Pintura interior y exterior: Recubrimiento para tanques de agua potable.

Construido con lámina de 1524 mm x 4572 mm., (5' x 15') y-
 peso de $24.4 \frac{k}{m^2}$

El diseño de este tanque será el mismo del tanque para alcohol-

TANQUE DE MEZCLA ALCOHOL-AGUA.- Este será el tanque que sirva -
 para hacer la mezcla etanol/agua en la proporción de 20%/80% en
 peso y que se usará como medio de extracción en el primero ciclo.

Por las propiedades oxidantes de la mezcla, el tanque será
 construido con lámina de acero inoxidable tipo 304.

El volumen del tanque será el siguiente:

Si en el extractor y el filtro se procesan al día 1000 k.-
 de vainilla, corresponderán 200 k. de vainilla para cada uno de
 los cinco ciclos de extracción y sólo en el primero se usa la -
 mezcla de etanol/agua como medio de extracción.

La carga en el extractor se hace con la siguiente relación:

Vainilla: 100 k.

Mezcla de extracción: 100 k.

Para el primer ciclo, el medio de extracción -----
 etanol/agua al 20%/80% en peso), tiene un peso específico---
 de 0.9686 g/cm³ y si al día se usarán de esta mezcla 1400k.-
 1445.4 l., el volúmen del tanque correspondiente, será de --
 1500 l.

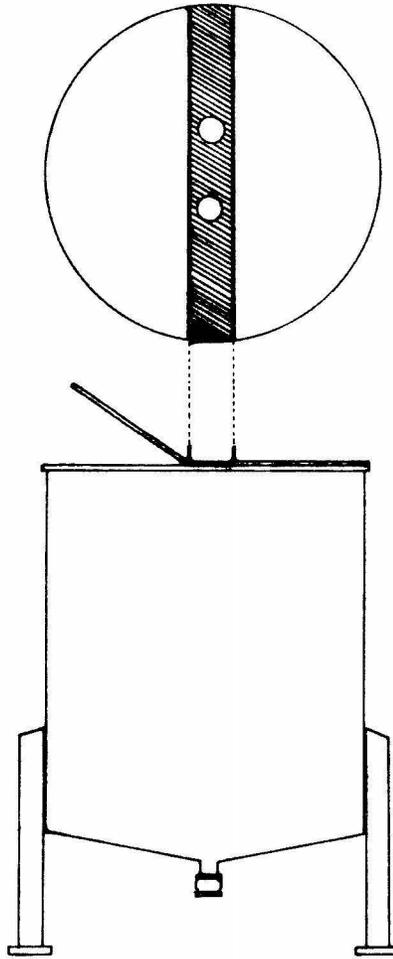
El diseño y características de este tanque se detallan
 a continuación:

Construcción de:	Acero Inoxidable
Tipo:	304
Calibre:	12, (2.66 mm)
Capacidad real:	1620 l
Diámetro del cilindro:	1162 mm
Longitud parte recta:	1524 mm
Espesor del cilindro:	2.6 mm
Espesor del fondo:	2.6 mm
Espesor de la tapa:	2.6 mm
Tipo de fondo:	Cónico
Tipo de tapa:	Plana con bisagras
Patas ajustables:	Acero al carbón
Niple de salida:	31.75 mm ϕ , (1 1/4" ϕ)
Acabado:	Sanitario interior y exterior
Construido con lámina de	1524 mm x 3658 mm, (5' x 12')-
y peso de	21.36 k/m ²

Este tanque está representado en la fig. 6

AGITADORES.- Estos no son necesarios para homogeneizar los -
 materiales de cada uno de los tanques, ya sea por agitación-
 continúa o intermitente.

Fig. N° 6



TANQUE DE MEZCLA ALCOHOL-AGUA

Los tanques que requieren de agitación continua son los de almacenamiento de lodos y para cada uno de ellos se ha escogido un agitador fijo Binks, Modelo 37-261 con motor de aire, flecha y propelas de acero inoxidable.

Para los tanques de la mezcla etanol-agua, los cinco de almacenamiento de extracto por ciclo y los auxiliares del Ciclo III, consideramos que es suficiente con un agitador móvil, que presenta la característica de poder fijarse a la pared del tanque en su parte superior, por medio de un tornillo y quitarse de ese lugar cuando ya no sea necesario. Este corresponde al agitador Binks, Modelo 31-101, Tipo Tornillo, con flecha y propelas de acero inoxidable, el cuál está representado en la fig. 7

En los tanques de añejamiento para homogeneizar el extracto cuando se ajuste al 43% de alcohol antes de añejado y cuando se le añada el extracto acumulado del Ciclo III antes de envasarse, se usará también un sólo agitador del mismo modelo y tipo que el anterior.

MEDIDORES.- Para poder medir los volúmenes de mezcla de extracción, ajuste de alcohol en los tanques donde se requiera y además el ajuste final de concentración de vainas de vainilla en los tanques de añejamiento, se instalara un medidor de nivel del tipo de flotador acoplado a una válvula de control, los cuales se encuentran disponibles en acero inoxidable.

Los tanques que requieren del medidor son:

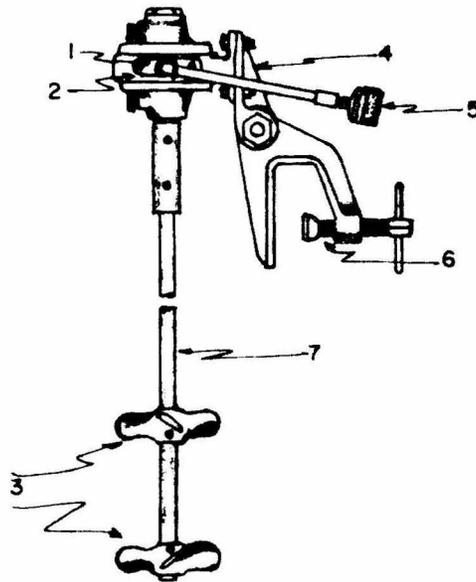
- Tanque de almacenamiento de alcohol
- Tanque de mezcla etanol-agua
- Los cinco tanques de extracto por ciclo
- Los dos tanques auxiliares del Ciclo III

Con los nueve medidores anteriores puede controlarse el volumen a usar de cada uno de los fluidos en nuestro proceso.

COMPRESORA.- Los servicios de que se requiere en la Planta de Obtención del Extracto Natural de Vainilla, son la electricidad y el aire que servira para subir o bajar la parte superior del extractor y para mover los agitadores neumáticos; para suministrarlo se usará una compresora marca Wayne ITSA, con entrega de 42.5 l/min (1.5 pie³/min) de aire, a una presión de 8.8 k/cm² (125 lb/pg²); con motor de 1/2 H.P. y tanque con capacidad de 76 l. (20 gal.)

Fig. Nº7

AGITADOR NEUMÁTICO Binks Modelos 31-101 al 31-106



- 1.- Unión del filtro
- 2.- Motor de aire
- 3.- Propelas de acero inoxidable
- 4.- Base del motor de aire
- 5.- Filtro de aire
- 6.- Abrazadera
- 7.- Eje de propelas

TUBERIA.- Teniendo en cuenta la naturaleza corrosiva del -- extracto natural de vainilla, la selección de la tubería y conexiones apropiadas en nuestro proceso, sólo puede hacerse con dos tipos de materiales: Acero inoxidable ó plástico resistente a materiales corrosivos.

La temperatura de los fluidos en nuestro proceso nunca excede de 40°C y los gastos de materiales que se manejan -- son pequeños, comparando además los precios de la tubería y accesorios de acero inoxidable con los de plástico, resulta conveniente y mucho más económico usar tubería y accesorios de plástico. Esta tubería y accesorios son los fabricados -- por Plasto Técnica bajo la marca Vinidur y de acuerdo a sus catálogos, el plástico recomendado en nuestro proceso es el Cloruro de Polivinilo (PVC) rígido para líquidos industriales y corrosivos por lo que será este plástico el que se -- use.

SELECCION DEL DIAMETRO DE TUBERIA.- Al seleccionar el diámetro de tubería más apropiado en la conducción de nuestros -- materiales, usaremos la fórmula de Williams y Haysen ----- (Catálogos):

$$Q = 278.5 \text{ CD } 2.63 \left(\frac{H}{L}\right)^{0.54}$$

en donde:

$$Q = \text{Gasto en volúmen: } \frac{1}{\text{seg}}$$

$$C = \text{Constante} = 150$$

$$D = \text{Diámetro interno: m}$$

$$H = \text{Carga disponible: m}$$

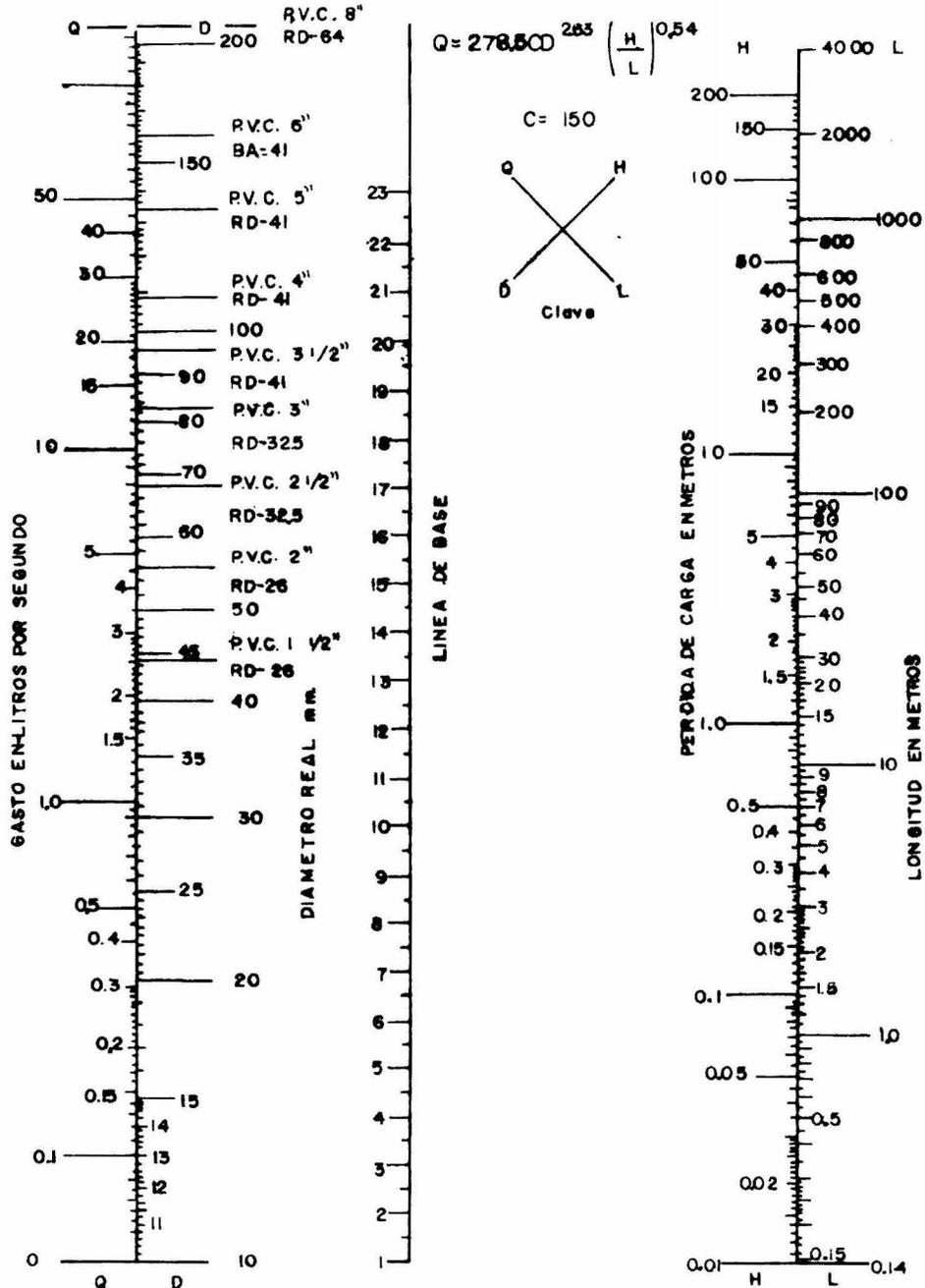
$$L = \text{Longitud del Tubo: m}$$

a).- En casi toda la tubería de nuestro proceso y según las -- bombas que estamos usando, tendremos un gasto en volúmen máximo de 32 l/mín. (Q = 0.533 l/seg.) con carga de: H = 5 m y -- considerando como longitud máxima en la tubería: L = 30 m., -- recurriendo al monograma de la ecuación anterior (adjunto), -- tendremos para las condiciones de trabajo anteriores el siguiente diámetro de tubería:

$$D = 0.020 \text{ m}$$

$$D = 20 \text{ mm.}$$

NOMOGRAMA DE LA FORMULA H. y W. PARA P. V. C.



Siendo el más cercano, el correspondiente a la tubería Vinidur - PVC: RD - I3.5 con las siguientes dimensiones:

Diámetro nominal: 13 mm (1/2 pulg.)
 Diámetro exterior: 21.3 mm (0.838 pulg.)
 Diámetro interior: 18.1 mm
 Espesor de pared: 1.6 mm
 Sección libre: 2.57 cm²
 Peso: 575 g/m

Con conexiones para roscar de la misma medida nominal.

b).- En la línea de ajuste de concentración de etanol en los tanques de cada ciclo y en la conexión de los tanques de añejamiento hacia la envasador, tendremos los siguientes datos:

$$Q = 16 \frac{1}{\text{min}} = 0.266 \frac{1}{\text{seg}}$$

$$H = 4 \text{ m}$$

$$L = 20 \text{ m}$$

Recurriendo al mismo monograma anterior, tendremos el siguiente diámetro de tubería:

$$D = 0.0152 \text{ m}$$

$$D = 15.2 \text{ mm}$$

Que corresponde a la tubería Vinidur-PVC: RD=I3.5 de las siguientes dimensiones:

Diámetro nominal: 10 mm (3/8 pulg.)
 Diámetro exterior: 17.1 mm (0.677 pulg.)
 Diámetro interior: 14.1 mm
 Espesor de pared: 1.5 mm
 Sección libre: 1.56 cm²
 Peso: 120 g/m

Las conexiones correspondientes a esta tubería son las de medida nominal de 13 mm ya que son las mínimas que se fabrican.

Longitud de tubería.- Con objeto de poder estimar la longitud de la tubería que necesitaremos en nuestro proceso, se recurrirá al plano de distribución de la planta que presentamos en páginas siguientes y se hará un cálculo aproximado:

De tanque de alcohol y el de agua al mezclador:	5 m
Del tanque de mezcla de etanol al extractor:	4 m
Del extractor a tanques de lodos:	6 m
De tanques de lodos a filtro:	6 m
Del filtro al tanque separador:	4 m
Del tanque separador al tanque del Ciclo I:	3 m
" " " " " " Ciclo II:	4 I/2 m
" " " " " " Ciclo III:	6 m
" " " " " " Ciclo IV:	7 I/2 m
" " " " " " Ciclo V:	9 m
Del tanque del Ciclo III a sus dos auxiliares:	6 m
Retorno del tanque del Ciclo I al extractor:	10 m
" " " " Ciclo II " "	11 I/2 m
" " " " Ciclo III " "	13 m
" " " " Ciclo IV " "	14 I/2 m
Del tanque del Ciclo V a las 4 hileras de tanques de añejamiento: 19.5 m x 4	87 m
De las cuatro hileras de tanques de añejamiento a la máquina envasadora: (24+22+20+18) m	84 m
TOTAL:	281 metros

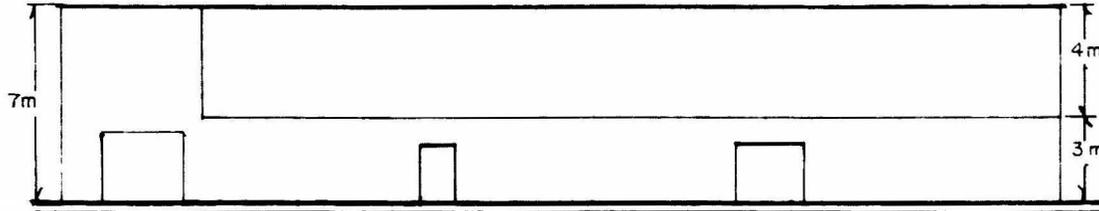
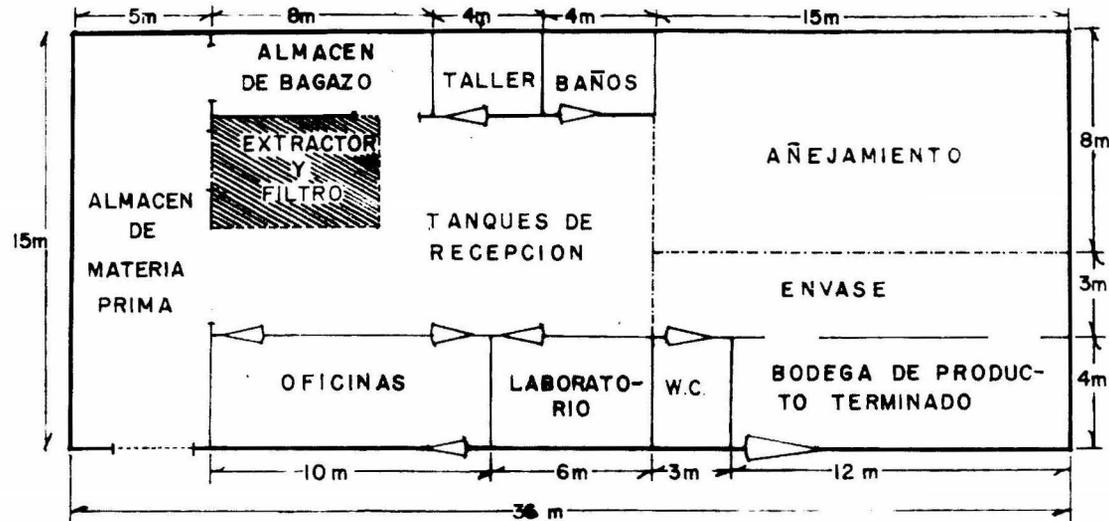
DISTRIBUCION DE LA PLANTA.- Para hacer la distribución de la planta de extracción y una estimación aproximada del área de terreno necesario para montarla se seguirá el diagrama de flujo separando las áreas que requiere cada paso del proceso.

Las áreas necesarias serán las siguientes:

- 1.- Almacén de materia prima.- Superficie donde se estibarán las cajas que contienen la vaina de vainilla.
- 2.- Area de proceso.- Ahí estarán montados el extractor y el filtro sobre una loza elevada, debajo de la cual, estarán los tanques de recepción de lodos; comprende también la superficie para los tanques de almacenamiento de extracto por ciclo y superficie para los tres tanques auxiliares del Ciclo III con espacio suficiente para maniobras.
- 3.- Almacén de bagazo.- Superficie suficiente para almacenar el bagazo que se obtiene del filtro en la separación de los lodos.
- 4.- Area de añejamiento.- Se calculará para colocar 40 tanques de añejamiento en planta, formando 4 hileras de --

- 10 tanques cada una, con espacio entre hileras de un metro.
- 5.- Envase.- Area en donde estará la envasadora con superficie suficiente para estibar provisionalmente los envases antes de pasar a bodega de producto terminado.
 - 6.- Bodega de producto terminado.- Aquí se almacenarán los envases, tanto el vacío como el de producto terminado antes de efectuarse su distribución.
 - 7.- Laboratorio.- Sera la superficie destinada al control de calidad del producto y a la investigación de nuevos extractos.
 - 8.- Taller.- Area destinada al mantenimiento interno de la planta.
 - 9.- Oficinas de Administración y Ventas.
 - 10.- Servicios sanitarios y de regaderas.
No se tomará en cuenta área de estacionamiento ni zonas verdes, aunque estas últimas podrían destinarse a posteriores ampliaciones de la planta, si es que se hacen necesarios.
- Según las áreas del proceso, mencionadas anteriormente se presenta una distribución de la planta que se considera funcional y que requiere de una superficie mínima de terreno de 540 m².





DISTRIBUCION DE LA PLANTA
 DE OBTENCION DE EXTRACTO
 NATURAL DE VAINILLA
 Sup. 540m²
 Escala: 1:20,000

h).- Localización de la planta. (14)

Los principales factores que influyen en la localización de una planta están, íntimamente relacionados con:

1.- Costos de producción.

En estos se incluyen los costos de construcción reflejados en los cargos anuales por depreciación y en el interés por la inversión, además requieren, consideración separada, principalmente de:

- a).- Materias primas
- b).- Combustible y servicios auxiliares
- c).- Mano de obra
- d).- Factores geográficos y
- e).- Fuentes de suministro de agua.

2.- Costos de transporte.

En los que se agrupan por conveniencia los costos de transporte de los materiales del proceso y los del producto terminado y considera:

- f).- Facilidades de transporte y tarifas
- g).- Mercados.

Afectando ambos costos de producción y de transporte, se encuentran los siguientes factores:

- h).- Leyes públicas establecidas
- i).- Pólizas o patentes especiales de compañías o industrias
- j).- Otras consideraciones posibles, tangibles o intangibles.

En la localización de la Planta de Obtención de Extracto Natural de Vainilla, se ha pensado en 2 posibles lugares: Papantla, por ser la región productora de vainilla y el Distrito Federal, por ser el principal mercado de consumo.

Tomando en cuenta la clasificación anterior de costos - podemos hacer el siguiente análisis:

I.- Costos de producción:

El terreno de costos de construcción del local, resultan más baratos en Papantla y los costos de instalación y transporte de equipo menores en el Distrito Federal.

- a).- Materias primas.- Papantla cuenta con la ventaja de ser la región productora de vainilla, pero carece de agua potable y destilada, lo que significa el gasto adicional de instalar una planta de tratamiento de agua o pagar un precio mayor por el agua destilada necesaria para el proceso que en el Distrito Federal.

b).- Combustible y servicios auxiliares.- La planta no requiere de combustible y los servicios auxiliares como gas o energía eléctrica están igualmente disponibles en las dos localidades, por lo que éste factor no tiene influencia.

c).- Mano de obra.- Disponible en los dos lugares; más barata en Papantla pero con la desventaja de ser menos especializada.

d).- Factores geográficos.- En éste aspecto, el Distrito Federal se encuentra mejor localizado, ya que su temperatura media anual es de 17-20°C y su humedad relativa promedio es menor del 50%, lo que significa condiciones óptimas para el almacenamiento de las vainas de vainilla, sin necesidad de instalar en la planta sistema de aire acondicionado; en cambio, Papantla tiene temperatura media anual de 22-23°C y su humedad relativa promedio de 55-56%. Condiciones no óptimas para el almacenamiento de vainas sin aire acondicionado.

e).- Fuentes de suministro de agua.- En éste caso, el agua es esencial en el proceso y Papantla no cuenta con suministro de agua potable o destilada.

2.- Costos de transporte.-

Si localizamos la planta en Papantla, se ahorraría el transporte de la vainilla para el proceso y se pagarían los transportes de alcohol etílico, de los envases para el producto terminado, principalmente, así como el traslado del producto terminado a los mercados de consumo nacionales. Si la planta se localiza en el Distrito Federal, se pagaría el transporte de las materias primas: Vainilla y alcohol y el de distribución del producto terminado a los otros mercados nacionales.

f).- Facilidades de transporte y tarifas.- Papantla cuenta con comunicación por carretera a una salida cercana al mar por Tecolutla, Veracruz para la exportación del producto destinado a éste renglón sin embargo, en éste aspecto el Distrito Federal cuenta con muchos más medios de comunicación con el resto del país que Papantla y con mayores facilidades de transporte para exportación.

g).- Mercados.- El Distrito Federal es el principal mercado de consumo del extracto natural de vainilla y por su situación geográfica y política cuenta con más medios de comunicación y transporte con el resto de los principales mercados de consumo que Papantla por lo que, en éste renglón representa una ventaja.

h).- Leyes públicas establecidas.- Por informes obtenidos en la Comisión Nacional de Arbitrios, el Estado de Veracruz crúz grava con el impuesto sobre producción agrícola la vainilla beneficiada entera con la cuota de \$ 2.25 por kilograma o fracción; la beneficiada en picadura \$ 1.75 y la verde con \$ 0.45.

La Ley de Ingresos para los Municipios, respecto de la producción agrícola previene la causación de un impuesto a favor de cada municipio con cuotas equivalentes al 100% a las que por el mismo concepto se causen a favor de la Hacienda Pública del Estado; sin embargo no se nos informó que se grave con algún impuesto adicional al Federal, al tipo de industria que estamos planificando, por lo que el renglón de impuestos no es factor determinante en la localización de la planta.

Por las consideraciones hechas en éste análisis consideramos que la localización de la planta, sería más ventajosa en el Distrito Federal que en Papantla, principalmente por los factores de: Mano de obra, geográficos, fuentes de suministro de agua y mercados, decidiéndose así localizar la planta en el Distrito Federal o sus alrededores.

V.- EVALUACION ECONOMICA

- a). Inversión fija requerida
- b). Costos de materia prima
- c). Servicios
- d). Requerimientos de mano de obra
- e). Estado de Costo de Producción
- f). Gastos de Administración y Ventas (G.A.V.)
- g). Subproductos

V.- EVALUACION ECONOMICA

Antes de empezar a desarrollar nuestro estudio económico, es importante hacer notar que el equipo que estamos usando en nuestro proceso de producción en su fase de extracción y filtración, esta demasiado sobrado en capacidad para las cantidades de materiales que estamos manejando, pero son los tamaños de equipo más pequeños con que podemos contar industrialmente, ya que el tamaño menor que le sigue, es el de laboratorio. Al observarse éste problema - que implica tiempos muertos demasiado grandes en equipo y mano de obra, se busco la posibilidad de tomar en alquiler tanto el extractor como el filtro para evitarnos la inversión que estos significan, sin encontrar alguna compañía - que los tuviera en arrendamiento.

Debido a lo anterior, la inversión fija requerida en nuestra plante se hara, tomando en cuenta el extractor y el filtro, además de que la mano de obra requerida no es conveniente tomarla con personal eventual ya que este personal, no es especializado en el manejo de equipo de proceso por lo que, se contratará de planta.

Sin embargo creemos que el tiempo muerto en equipo y mano de obra podría evitarse ya que por este mismo método de extracción, es decir, usando el mismo extractor y filtro y con previo estudio se podría efectuar, la extracción de los aceites o esencias de otras vainas, semillas, granos o cáscaras que contengan celdas vegetales lo que significaría la diversificación de la planta de obtención de extracto natural de vainilla, haciendola más completa en la obtención de extractos naturales.

a).- Inversión fija requerida.- El primer factor que consideraremos en el estudio económico de nuestra planta es la Inversión Fija requerida o Activo Fijo en cuya estimación seguiremos el Método Detallado ya que contamos con los suficientes datos para determinarlo de ésta manera.

Los conceptos que deben cubrirse son los siguientes--

(1):

- 1.- TERRENO
- 2.- EDIFICIO
- 3.- EQUIPO DE PROCESO Y SU INSTALACION
- 4.- EQUIPO DE LABORATORIO
- 5.- HERRAMIENTAS
- 6.- EQUIPO DE OFICINAS

1.- TERRENO.- Localizando la planta al sureste de la Ciudad de México, el terreno se cotiza a \$ 100.00 el metro cuadrado y si la superficie mínima calculada es de 540 m², el terreno tendrá una inversión mínima de:

TERRENO: \$ 54,000

2.- EDIFICIO.- Según cotizaciones tomadas el metro cuadrado de construcción para fábricas se valua en \$ 650.00. La -

superficie construída en la planta es de 540 m² y 40 m² de oficinas o sean, 580m² en total lo que nos da una inversión en el edificio de:

EDIFICIO: \$ 638,000.00

3.- EQUIPO DE PROCESO Y SU INSTALACION.- El equipo de proceso y su cotización en el año de 1973 es el siguiente:

3.1.- Extractor.- Dispersador DRAIS	\$ 80,000.00
3.2.- Dos tanques de recepción de lodos: \$ 7,700. c/u.	\$ 15,400.00
3.3.- Filtro al vacío Dorr-Oliver: \$ 95,000 + 20 % LAB en México	\$ 114,000.00
3.4.- Tres tanques de almacenamiento de extracto para los Ciclos I, II y IV: \$ 9,500 c/u	\$ 28,500.00
3.5.- Dos tanques de almacenamiento de extracto para los Ciclo III y V: \$ 7,700 c/u	\$ 15,400.00
3.6.- Un tanque auxiliar del Ciclo III	\$ 13,700.00
3.7.- Diez tanques de añejamientos: \$ 9,500 c/u	\$ 95,000.00
3.8.- Envasadora	\$ 16,000.00
3.9.- Taponadora	\$ 15,000.00
3.10.-Una bomba Fairbank Morse tipo Turbina	\$ 12,160.00
3.11.-Nueve bombas auxiliares con gasto de 31.85 l/min cada una: \$ 3,100.00 c/u	\$ 27,900.00
3.12.-Dos bombas auxiliares con gasto de 15.9 l/min cada una: \$ 2,750.00 c/u	\$ 5,500.00
3.13.-Tanque de almacenamiento de alcohol	\$ 12,000.00
3.14.-Tanque para agua	\$ 1,450.00
3.15.-Tanque para mezcla etanol-agua	\$ 9,500.00
3.16.-Dos agitadores Binks Mod.37-26I:\$2,800c/u	5,600.00
3.17.-Dos agitadores Binks Mod. 3I-10I: \$ 2,700. c/u	\$ 5,400.00
3.18.-Compresora	\$ 5,500.00
SUMA:	\$ 478,010.00

Sobre el precio total del equipo, consideraremos el 20% para su instalación incluyendo en este porcentaje la instalación y costo de la tubería y accesorios, (cuyo precio es bajo debido a que se están instalando de plástico) así como los nueve medidores necesarios y el transportador de banda para la

descarga del filtro. Este 20% arroja un costo adicional al precio del equipo de \$ 95,600.00 lo que sumado al precio anterior nos da:

INVERSION INICIAL EN EQUIPO DE PROCESO: \$ 573,610.00

Debido a que durante los primeros cinco años de trabajo de la planta su capacidad de producción es variable, en el segundo año de trabajo hay que añadir al equipo inicial el siguiente:

3.19.-Un tanque auxiliar del Ciclo III	\$ 13,700.00
3.20.-Tres tanques de añejamiento:	
\$ 9,500 c/u	\$ 28,500.00
	<u>\$ 42,200.00</u>
20% de instalación	\$ 8,840.00
SUMA:	<u>\$ 51,040.00</u>
INVERSION EN EQUIPO DE PROCESO AL SEGUNDO AÑO:	\$ 624,650.00

En el tercer año de trabajo hay que añadir al equipo anterior:

3.21.-Cuatro tanques de añejamiento:	\$ 9,500c/u \$ 38,000.00
20% de instalación	\$ 7,600.00
SUMA:	<u>\$ 45,600.00</u>
INVERSION EN EQUIPO DE PROCESO AL TERCER AÑO:	\$ 670,250.00

En el cuarto año el equipo a añadir es el siguiente:

3.22.-Un tanque auxiliar del Ciclo III	\$ 13,700.00
3.23.-Seis tanques de añejamiento: 9,500 c/u	\$ 57,000.00
	<u>\$ 70,700.00</u>
20% de instalación	\$ 14,140.00
SUMA:	<u>\$ 84,840.00</u>
INVERSION DE EQUIPO DE PROCESO AL CUARTO AÑO:	\$ 755,090.00

Y finalmente en el equipo de trabajo hay que añadir:

3.24.-Ocho tanques de añejamiento: \$ 9,500 c/u	\$ 76,000.00
20% de instalación	\$ 15,200.00
SUMA:	<u>\$ 91,200.00</u>
INVERSION EN EQUIPO DE PROCESO AL QUINTO AÑO:	\$ 846,290.00

4.- EQUIPO DE LABORATORIO.- Además del material de vidrio y reactivos necesarios para el control de calidad del extracto se necesitara una estufa para determinación de sólidos, un refractómetro y una dispersadora (extractor) de laboratorio para la investigación de nuevos extractos.

Se considera que tomando el 10% sobre la inversión en equipo de proceso para el primer año de trabajo, será, suficiente para cubrir el costo del equipo de laboratorio, - lo que significa como Inversión en equipo de laboratorio, - en números redondos:

EQUIPO DE LABORATORIO: \$ 57,500.00

5.- HERRAMIENTAS.- En este renglón será necesaria poca inversión ya que por el tipo de equipo de que está formada - la planta y sus condiciones de trabajo, requiera de poco mantenimiento por lo que se considera que con el 3% sobre la inversión inicial en equipo de proceso, quedaremos lo suficientemente cubiertos:

HERRAMIENTAS: \$ 17,200.00

6.- EQUIPO DE OFICINAS.- Dentro del equipo de oficinas, - se encuentran los escritorios, máquinas de escribir, máquinas calculadoras, gaveteros y teléfonos.

Para oficinas se considera que será necesaria una inversión de:

EQUIPO DE OFICINAS: \$ 80,000.00

Sumando los seis conceptos anteriores, tendremos como Inversión Fija o Activo Fijo, una cantidad variable durante los primeros cinco años de trabajo hasta llegar a la capacidad de 47,400 litros de producción de extracto natural de vainilla. Sin tomar en cuenta la depreciación, esta inversión será la siguiente:

AÑO	INVERSION FIJA
1973	\$ 1,420,310
1974	\$ 1,471,350
1975	\$ 1,516,950
1976	\$ 1,601,790
1977	\$ 1,692,990

b).- Costos de materia prima.

La materia prima usada en nuestro proceso consta de -
3 materiales:

Agua destilada
Alcohol etílico de 96°
Vainilla "Planifolia Andrews"

Sus respectivos precios son los siguientes:

Agua destilada.- Suministrada en garrafrones de vidrio
con capacidad de 20 litros: \$/l 0.225
Alcohol etílico de 96°: \$/l 9.50

Vainilla "Planifolia Andrews": Hasta 1971 e inclusive
em 1972, la vainilla tenía un precio promedio de \$ 100.65 -
por kilogramo, pero a la fecha, su precio varía desde -----
\$/k 160 en los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo;-
hasta \$/k 200 durante el resto del año. Con objeto de com-
prar la vainilla curada al precio más bajo, la compra se --
haría dentro de los meses de Diciembre o Marzo pudiéndose -
así hacer el cálculo sobre \$/k 160.00

El consumo de materiales se tabula a continuación y el
costo de materia prima con respecto a la producción de ex-
tracto es el siguiente:

AÑO	EXTRACTO VAINILLA		ETANOL 96 %		AGUA DEST.		COSTO M.PRIMA	
	litros	kilos	\$	litros	\$	litros	\$	\$
1973	14200	3408	545280	7110	67545	6738	1516.05	614341.05
1974	19200	4608	737280	9615	91342.50	9110	2049.75	830672.25
1975	25900	6216	994560	12970	121505	12290	2769.25	1118834.25
1976	35200	8448	1351680	17626	167447	16702	3757.95	1522884.95
1977	47400	11376	1820160	23736	225492	22491	5052.48	2050704.48

c).- Costo de servicios.-

Debido a las condiciones de temperatura y presión ----
ambientes en que se lleva a cabo nuestro proceso y puesto que
no se tiene consumo de gas, vapor o gases inertes, el único
servicio a considerar en nuestra planta es el de electrici-
dad. Su consumo y costo es el siguiente:

CORRIENTE MONOFASICA:

I Bomba del filtro con motor de 1/4 H.P.	0.25 H.P.
I Motor de 1 HP para el tambor del filtro	1.00 H.P.
I Bomba de vacío en filtro con motor de 2½ H.P.	2.50 H.P.
I Bomba auxiliar del filtro con motor de 1/3 H.P.	0.33 H.P.
I Bomba auxiliar del filtro con motor de 1/4 H.P.	0.25 H.P.
II Bombas auxiliares con motor de 1/4 HP.c/u	2.75 H.P.
I Motor para compresora, de 1/2 H.P.	0.50 H.P.
TOTAL:	7,58 H.P.

7.58 H.P. = 5.653 Kilowatts.

CORRIENTE TRIFASICA:

Motor de 3 H.P. para el extractor
3 H.P. = 2.237 Kilowatts.

Durante los pocos días en que trabaja la planta cada año, consideraremos que el consumo de esta potencia es continuo durante las ocho horas de trabajo por día, por lo que el consumo y costo de energía eléctrica será el siguiente:

DEMANDA CONTRATADA:

Tarifa No.2	General	Cargo Fijo Por Klo-hr consumido	Cargo Fijo Mensual I hilo	3 hilos
Demanda menor de 5Klo		\$ 0.50	\$ 3.00	\$ 14.00

COSTO DE ENERGIA ELECTRICA

AÑO	HORAS	CONSUMO Kw.-hr.		CARGO FIJO ANUAL		TOTAL Anual
		Monofásica	Trifásica	Monofásica	Trifásica	
1973	192	1085.38	429.50	578.70	382.75	961.45
1974	296	1673.29	662.15	872.65	499.10	1371.75
1975	400	2261.20	894.80	1166.60	615.40	1782.00
1976	544	3075.23	1216.93	1573.60	776.50	2350.10
1977	728	4115.38	1628.54	2093.70	982.30	3076.00

d).- Requerimientos de mano de obra.

Como se había mencionado anteriormente, la mano de obra directa se contratará de planta y no con personal eventual, - así mismo la mano de obra indirecta y la supervisión.

Los requerimientos de mano de obra directa son los siguientes:

CONCEPTO	SUELDO MENSUAL
I Almacenista y surtidor de materia prima	\$ 1,650.00
I Operador del extractor y filtro	\$ 2,400.00
I Operador de tanques de Ciclos	\$ 1,800.00
I Operador de Tanques de añejamiento	\$ 1,800.00
I Envasador	\$ 2,100.00
I Ayudante de envasador	\$ 1,650.00
I Operador de taponadora	\$ 2,100.00
I Ayudante de taponadora	\$ 1,650.00
I Surtidor de producto terminado	\$ 2,100.00
TOTAL	\$ 17,350.00

Mano de obra indirecta:

2 Veladores	\$ 3,600.00
I Mozo de limpieza	\$ 1,400.00
TOTAL	\$ 5,000.00

CONCEPTO	SUELDO MENSUAL
Supervisión	\$ 6,000.00
I Laboratorista	\$ 3,000.00
TOTAL	\$ 9,000.00

Prestaciones: 15% sobre sueldos.

Siguiendo la política de aumentar el 10% anual sobre sueldos, durante los primeros cinco años de trabajo de la planta tendremos los siguientes costos de mano de obra por concepto de sueldos y prestaciones:

AÑO	SUELDOS Y PRESTACIONES
1973	\$ 432,650.00
1974	\$ 475,893.00
1975	\$ 523,482.00
1976	\$ 575,830.00
1977	\$ 633,413.00

e).- Estado de Costo de Producción.

Con los conceptos anteriores estamos ya en posibilidades de desarrollar el Estado de Costo de Producción y para formularlo partiremos de los supuestos de que lo producido -

en un año de trabajo, se vende durante ése mismo año; la compra de materia prima se efectúa durante los tres primeros meses del año y por lo tanto no tendremos inventarios iniciales de materia prima, producto terminado o de productos en proceso, resultando así nuestro Estado de Costo de Producción en forma muy simplificada y el cual unclufra -- los siguientes factores:

- 1.- Materia prima utilizada
- 2.- Mano de obra (directa o indirecta)
- 3.- Gastos de producción.- Dentro de éstos se encuentran los siguientes:
 - 3.1.- Mano de obra indirecta que ya ha sido incluída dentro del renglón general de mano de obra.
 - 3.2.- Material indirecto.² Desperdicio o pérdida de materiales; en éste concepto incluiremos el rendimiento del proceso, considerando por la naturaleza del equipo, una pérdida de materia prima del 1.5%. Accesorios generales de producción o mantenimiento y en este caso se estiman los gastos en 0.5% del costo general del equipo. Reactivos y materiales de laboratorio estimados en \$ 10,000 anuales.
Sumando estos tres conceptos, los gastos por material indirecto dan los siguientes resultados anuales:

AÑO	MATERIAL INDIRECTO
1973	\$ 22083
1974	\$ 25583
1975	\$ 30134
1976	\$ 36619
1977	\$ 44992

- 3.3.- Consumo de energía eléctrica.- Este gasto ya lo hemos calculado con anterioridad en el renglón de Costo de Servicios.
- 3.4.- Gastos indirectos.- En estos se comprenden los servicios generales de gas, vapor, etc. y los gastos generales de la planta como son los seguros. Respecto a estos últimos no los consideraremos inicialmente por tratarse de un gasto opcional. Dentro de este factor se considera también la depreciación.

La depreciación anual se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Depreciación anual} = \frac{I-L}{n}$$

donde:

I = Valor inicial

L = Valor de rescate (en México L = 0)

n = Número de años de amortización.

Para edificios y construcciones: n = 20 años

Para maquinaria y equipo: n = 10 años

Los terrenos no están sujetos a depreciación.

La depreciación anual en nuestro caso será la siguiente:

Por concepto de construcción:

$$D = \frac{\$ 638000}{20 \text{ años}} = \frac{\$}{\text{año}} 31,900$$

Por concepto de maquinaria y equipo (incluyendo laboratorio, taller de mantenimiento y oficinas):

$$\text{El primer año: } D = \frac{\$ 728310}{10 \text{ años}} = \frac{\$}{\text{año}} 72,831$$

$$\text{El segundo año: } D = \frac{\$ 51040}{10 \text{ años}} + \frac{\$}{\text{año}} 72831 = \frac{\$}{\text{año}} 77935$$

$$\text{El tercer año: } D = \frac{\$ 45600}{10 \text{ años}} + \frac{\$}{\text{año}} 77935 = \frac{\$}{\text{año}} 82495$$

$$\text{El cuarto año: } D = \frac{\$ 84840}{10 \text{ años}} + \frac{\$}{\text{año}} 82495 = \frac{\$}{\text{año}} 90979$$

$$\text{El quinto año: } D = \frac{\$ 91200}{10 \text{ años}} + \frac{\$}{\text{año}} 90979 = \frac{\$}{\text{año}} 100,099$$

Por lo que la depreciación total acumulada al final de cada ejercicio y la correspondiente Inversión Fija Neta será la siguiente:

AÑO	DEPRECIACION ACUMULADA	INVERSION FIJA NETA
1973	\$ 104731	\$ 1315579
1974	\$ 214566	\$ 1256784
1975	\$ 328961	\$ 1187989
1976	\$ 450840	\$ 1150950
1977	\$ 582839	\$ 1110151

Con los datos anteriores el Estado de Costo de Producción, para cada uno de los cinco años estudiados en la planta presente, da los siguientes resultados:

ESTADO DE COSTO DE PRODUCCION

Del 1o. de Enero al 31 de Diciembre de: _____

AÑO	1973	1974	1975	1976	1977
MAT.PRIMA					
Comp.de.mat. en el año. \$	614341.05	830672.25	1118834.25	1522884.95	2050704.48
M.DE OBRA	432650.00	475893.00	523482.00	575830.00	633413.00
G.DE PROD.	127775.45	241520.75	360877.00	489809.10	630907.00
COSTO DE PRODUCCION.	1174766.50	1548086.00	2003193.25	2588524.05	3315024.48

Puesto que no hemos considerado inventario inicial o final, tanto de materia prima, productos en proceso o de productos terminados, en nuestro caso particular, el Estado de Costo de Producción corresponde al Estado de Costo de lo Vendido.

V f).- GASTOS DE ADMINISTRACION Y VENTAS.

Por la naturaleza y tamaño de la planta de extracto natural de vainilla, el Gerente General con la ayuda de un contador general y de una secretaria, podrá hacerse cargo del departamento de ventas, recibiendo como ingreso inicial: \$ 12,000.00 mensuales, 20% de prestaciones sobre sueldos (que incluyen gastos de representación) y una compensación anual del 1% sobre ventas netas.

Basandonos en el proceso de venta del producto y su tendencia, ya calculado anteriormente, los precios de venta por kilo o litro del producto y por lo tanto los sueldos anuales del Gerente General serán los siguientes:

AÑO	\$/Litro	Ventas, Litros	\$Ventas Netas	\$Sueldo Gerente
1973	174.42	14,200	2 476 764	197 568
1974	187.57	19,200	3 601 344	222 493
1975	201.71	25,900	5 224 289	257 371
1976	216.92	35,200	7 635 584	301 997
1977	233.28	47,400	11 057 472	358 779

El Contador General tendrá sueldo mensual inicial de \$ 6,000.00 y la secretaria de \$ 1,600.00, siguiendo la -- misma política de 15% de prestaciones sobre sueldos y --- aumento anual del 10%.

Los otros gastos generales de administración como -- son luz, teléfono, papelería y diversos, los consideraremos en \$ 2,500.00 mensuales.

Sumando los conceptos anteriores tendremos como gastos de administración los siguientes:

AÑO	GASTOS DE ADMINISTRACION
1973	\$ 332,448.00
1974	\$ 367,861.00
1975	\$ 414,276.00
1976	\$ 471,592.00
1977	\$ 542,334.00

GASTOS DE VENTAS.- Según la organización que hemos llevado, como gasto de ventas falta sólo considerar el envase. Este gasto lo calcularemos como el promedio del costo de los diferentes tamaños de envases de vidrio de color ambar que -- son susceptibles de usarse y estos son:

ENVASE	A ENVASAR	1000 ENVASES	\$/1 ENVASADO	AÑO	GASTOS DE VENTAS, \$
I35 ml	125 ml	\$ 533	4.26	1973	39 192
I65 ml	150 ml	\$ 562	3.75	1974	52 992
265 ml	250 ml	\$ 674	2.70	1975	71 484
522 ml	500 ml	\$ 880	1.76	1976	97 152
I025 ml	I000 ml	\$1340	1.34	1977	I30 824
PROMEDIO			2.76		

Sumando los gastos de administración y ventas tendremos los gastos totales por éstos conceptos:

GASTOS DE ADMINISTRACION Y VENTAS

AÑO	\$
1973	\$ 371,640.00
1974	\$ 420,853.00
1975	\$ 485,760.00
1976	\$ 568,744.00
1977	\$ 673,158.00

g).- Subproductos.-

Este renglón aunque no lo tomaremos en cuenta para el estudio económico, si es conveniente subrayar que puede -- convertirse en un ingreso extra debido a que el bagazo de vaina de vainilla que nos presenta un desperdicio, puede - dejar de serlo si se somete a análisis proteínico para ver si puede venderse como forraje o bien usarlo en la indus-- tria papelera por su alto contenido de celulosa. Este baga-- zo es el que consideramos como subproducto potencial.

VI. RESULTADOS

- a). Estado de Pérdidas y Ganancias o Estado de Resultados
- b). Rentabilidad
- c). Punto de Equilibrio
- d). Riesgos de obsolescencia

VI.- RESULTADOS.-

- a).- Estado de Pérdidas y Ganancias o Estado de Resultados.
Con los datos y estados a que hemos llegado anteriormente, para formular el Estado de Pérdidas y Ganancias o Estado de Resultados, los impuestos los calcularemos según el "Impuesto Sobre la Renta, Ley de Reglamento" con lo que los resultados que se obtienen son los siguientes:

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS O ESTADO DE RESULTADOS

AÑO	1973	1974	1975	1976	1977
Ventas Brutas	\$ 2579962.50	\$ 3751400.00	\$ 5441967.88	\$ 7953733.33	\$ 11518200.00
Menos I.S.I.M.*	103198.50	150056.00	217678.88	318149.33	460728.00
Ventas Netas	2476764.00	3601344.00	5224289.00	7635584.00	11057472.00
Menos Costo de lo Vendido	1174766.50	1548086.00	2003193.25	2588524.05	3315024.48
UTILIDAD BRUTA	1301997.50	2053258.00	3221095.75	5047059.95	7742447.52
Menos G.A.V.**	371640.00	420853.00	485760.00	568744.00	673158.00
UTILIDAD DE OPERACION	930357.50	1632405.00	2735335.75	4478315.95	7069289.52
Menos Impuesto Sobre la Renta(8)	390760.15	685610.10	1148841.02	1880892.70	2969101.60
UTILIDAD NETA (antes de Reparto de utilidades)	539597.35	946794.90	1586494.73	2597423.25	4100187.92

* Impuesto Sobre Ingresos Mercantiles (4%)

** Gastos de Administración y Ventas.

b).- Rentabilidad.

En éste inciso calcularemos algunas "razones o índices" que puedan darnos una idea clara de la eficiencia o conveniencia de invertir en una industria como la que estamos planteando; estos conceptos son los siguientes (calculados antes del reparto de utilidades) (I3):

CAPITAL DE TRABAJO.- Es el capital necesario para poner a funcionamiento una planta y los elementos que lo forman son los siguientes:

- Inventario de materia prima
- Inventario de producto terminado
- Inventario de productos en proceso
- Inventario de refacciones
- Cuentas por cobrar
- Cuentas por pagar y
- Efectivo.

En nuestro caso, hemos estado trabajando bajo la hipótesis de que nuestras operaciones las hacemos al contado y no mantenemos inventarios inicial ni final de materia prima o de productos en proceso por lo que nuestro Capital de Trabajo, calculándolo al final de cada ejercicio, estará compuesto únicamente por el Inventario de Producto Terminado que corresponde en capital al Estado del Costo de lo Vendido que ya ha sido calculado.

INVERSION FIJA NETA.- Esta resulta de restar a la Inversión Fija Bruta, la depreciación acumulada y estos datos ya han sido calculados dentro de los gastos Indirectos de Producción.

INVERSION NETA DE OPERACION.- Es el capital que se ocupa para obtener una Utilidad Neta, o sea, para establecer y operar una planta y es la suma de la inversión Fija Neta más el Capital de Trabajo, por lo que la Inversión Neta de Operación en los cinco años de estudio será la siguiente:

AÑO	INVERSION NETA DE OPERACION
1973	\$ 2,490,345.50
1974	\$ 2,804,870.00
1975	\$ 3,191,182.25
1976	\$ 3,739,474.05
1977	\$ 4,425,178.48

MARGEN DE UTILIDAD.- Este porcentaje mide el margen medio existente entre la utilidad obtenida por la mercancía vendida y el precio de venta; se calcula de la siguiente manera:

$$\text{MARGEN DE UTILIDAD} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Ventas Netas}}$$

y nuestros datos serán los siguientes:

AÑO.	MARGEN DE UTILIDAD
1973	$\$ \frac{539597.35}{2476764} = 0.2179 = 21.79\%$
1974	$\$ \frac{946794.90}{3601344} = 0.2629 = 26.29\%$
1975	$\$ \frac{1586494.73}{5224289} = 0.3037 = 30.37\%$
1976	$\$ \frac{2597423.25}{7635584} = 0.3402 = 34.02\%$
1977	$\$ \frac{4100187.92}{11057472} = 0.3708 = 37.08\%$

ROTACION DE CAPITAL.- Razón de Ventas Netas a Inversión Neta de operación e indica cuantos pesos se hacen mover en la industria o comercio por cada peso invertido:

$$\text{ROTACION DE CAPITAL} = \frac{\text{Ventas Netas}}{\text{Inversión Neta de Operación}}$$

AÑO	ROTACION DE CAPITAL
1973	$\$ \frac{2476764}{2490345.50} = 0.97$
1974	$\$ \frac{3601344}{2804870.00} = 1.28$
1975	$\$ \frac{5224289}{3191182.25} = 1.64$
1976	$\$ \frac{7635584}{3739474.05} = 2.04$
1977	$\$ \frac{11057472}{4425178.48} = 2.50$

RENTABILIDAD.- Finalmente, esta Razón nos dá una idea de la eficiencia de nuestra inversión; es un signo de la productividad económica del capital, o sea que es una medida de la fuerza productiva de un negocio. Según Dupont, se calcula - multiplicando el Margen de Utilidad por la Rotación de Capital;

RENTABILIDAD = Margen de Utilidad x Rotación de Capital

$$\text{RENTABILIDAD} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Ventas Netas}} \times \frac{\text{Ventas Netas}}{\text{Inv. Neta de Operación.}}$$

de lo que la rentabilidad resulta de la razón de dividir las Utilidades Netas entre la Inversión Neta de Operación, dado el resultado como un porcentaje:

AÑO	RENTABILIDAD
1973	$\frac{\$ 539597.35}{\$ 2\,490345.50} = 0.2167 = 21.67\%$
1974	$\frac{\$ 946\,794.90}{\$ 2\,804870.00} = 0.3376 = 33.76\%$
1975	$\frac{\$ 1586494.73}{\$ 3191182.25} = 0.4971 = 49.71\%$
1976	$\frac{\$ 2597423.25}{\$ 3739474.05} = 0.6946 = 69.46\%$
1977	$\frac{\$ 4100187.92}{\$ 4425178.48} = 0.9266 = 92.66\%$

Lo que significa que la planta tendría la capacidad de pagar los intereses calculados, al correspondiente capital - invertido, durante estos primeros cinco años de operación.

VI c).- PUNTO DE EQUILIBRIO.(15)

Los gastos de una empresa corresponden a dos grupos principales:

- I.- Gastos fijos.- Proviene de tres fuentes:
 - a).- Los ocasionados por la posesión de un negocio. Estos son por ejemplo: Intereses hipotecarios, impuestos prediales, seguros, rentas, etc.
 - b).- Los asignados con vistas a recuperar el capital - invertido en activo fijo: Depreciación.
 - c).- Los que se realizan en el curso de la operación - como son la calefacción, iluminación, parte de la energía, gastos de mantenimiento del edificio y de la maquinaria, gastos de publicidad, sueldos de funcionarios y sueldos fijos de mano de obra.

2.- Gastos Variables°- Dentro de éste grupo esta la materia prima, comisiones sobre venta, parte de los gastos de fábrica y mano de obra variable.

La forma en que éstas clases de gastos se relacionan con el volúmen de venta o con el volúmen de producción ---- puede representarse gráficamente y el resultado de ésta representación es la "Gráfica de Punto de Equilibrio".

Cuando se grafican los gastos anuales con ventas ----- anuales, se obtiene la Gráfica de Punto de Equilibrio en términos de Ventas y se usa principalmente para compañías que fabrican varios productos. Si se grafican los gastos -- anuales con producción anual, se obtiene la Gráfica de Punto de equilibrio en Términos de Producción y esta gráfica -- es usada en compañías donde se fabrica un solo producto como es nuestro caso, en donde el punto de equilibrio significa el volúmen de producción en el cuál no se obtienen ni -- pérdidas ni ganancias.

Para desarrollar la gráfica, resumiremos los gastos fijos y variables, tomando como primera referencia el volúmen de producción mínimo para el cuál fué planeada la planta -- con sus gastos respectivos y en segundo término tomando los datos al máximo volúmen de producción, después de los cinco primeros años en que se hacen las ampliaciones de equipo para alcanzar dicho volúmen con lo que, obtendremos dos puntos de equilibrio.

Al finalizar el primer ejercicio y al final del quinto ejercicio y posteriores, tendremos los siguientes gastos y datos:

En el primer año de trabajo:

Volumen de producción: 14,200 litros

Precio de venta del producto: \$ 174.42 por litro

Del Estado de Costo de Producción y del Estado de Pérdidas y Ganancias, tendremos, los siguientes datos:

		TIPO DE GASTO	
		FIJO	VARIABLE
Ventas Netas	\$ 2476764.00		
COSTO DE LO VENDIDO			
Mat. Prima	\$ 614341.05		\$ 614341.05
Mano de Obra	432650.00	\$ 432650.00	
Gastos de Producción	<u>127775.45</u>	<u>1174766.50</u>	10176.45
UTILIDAD BRUTA	\$ 1301997.50		
Gastos de Admón.	\$ 332448.00	307680.36	24767.64
Gastos de Venta	<u>39192.00</u>		<u>39192.00</u>
UTILIDAD DE OPERACION	\$ 930357.50	\$ 857929.36	\$ 688477.14

Al final del quinto periodo de trabajo tenemos los siguientes datos:

Volúmen de producción: 47,400 litros
 Precio de venta del producto: \$ 233.28 por litro

		TIPO DE GASTO	
		FIJO	VARIABLE
Ventas Netas	\$ 11057472.00		
COSTO DE LO VENDIDO			
Mat. Prima	\$ 2050704.48		\$ 2050704.48
Mano de Obra	633413.00	\$ 633413.00	
Gastos de Producción	<u>630907.00</u>	<u>3315024.48</u>	33836.57
UTILIDAD BRUTA	\$ 7742447.52		
Gastos de Admón.	\$ 542334.00	431759.28	110574.72
Gastos de Venta	<u>130824.00</u>	<u>673158.00</u>	<u>130824.00</u>
UTILIDAD DE OPERACION	\$ 7069289.52	\$ 1662242.71	\$ 2325939.77

Con estos datos estamos en posibilidades de construir nuevas gráficas de Punto de Equilibrio para éstos dos ciclos (Gráfica No. 5)

En la gráfica de punto de equilibrio, las rectas \overline{MA} y \overline{NB} corresponden a la siguiente forma de ecuación:

$$y = a + bx \dots\dots (1)$$

donde:

$$y = \text{Gastos} : \frac{\$}{\overline{I}}$$

$$a = \text{Gastos fijos} : \frac{\$}{\overline{I}}$$

$$b = \text{Relación entre los gastos variables y el volumen de producción} :$$

$$\frac{\$}{\overline{I}^2}$$

$$x = \text{Volumen de producción} : \overline{I}$$

En el primer periodo de trabajo correspondiente a la recta \overline{MA} , de la ecuación (1) tendremos:

$$a_1 = 857929.36$$

$$b_1 = \frac{688447.14}{14200}$$

$$b_1 = 48.4822$$

Cuando el volumen de producción sea cero, tendremos:

$$y_1 = a_1$$

$$y = 857929.36$$

Y en el volumen de producción máximo tendremos:

$$y = 857929.36 + 48.4822 \times 14200$$

$$y = (857929.36 + 688477.14)$$

$$y = 1546406.50$$

En el quinto periodo de trabajo, correspondiente a la recta \overline{NB} , de la misma ecuación (1) tendremos:

$$a_5 = 1662242.71$$

$$b_5 = \frac{2325939.77}{47400}$$

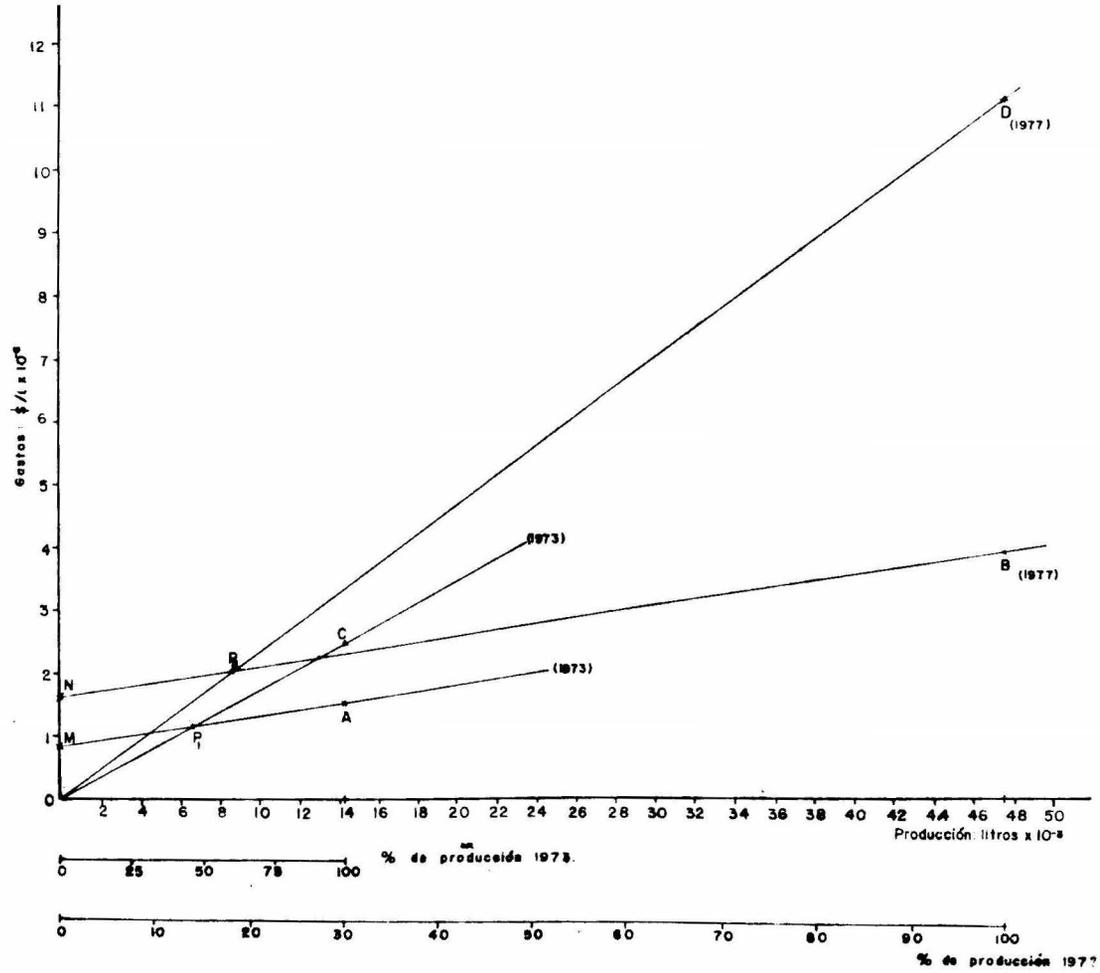
$$b_5 = 49.0704$$

Cuando el volumen de producción sea cero, tendremos:

$$y = a_5$$

$$y = 1662242.71$$

PUNTO DE EQUILIBRIO



En el volúmen máximo de producción tendremos:

$$y = 1662242.71 + 49.0704 \times 47400$$

$$y = 1662242.71 + 2325939.77$$

$$y = 3988182.48$$

Las rectas \overline{OC} y \overline{OD} corresponden a la siguiente forma de ecuación :

$$y = cx \dots\dots (2)$$

donde:

$$c = \text{precio de venta del producto: } \frac{\$}{l}$$

$$x = \text{volúmen de producción: } l$$

$$y = \text{gastos : } \$$$

Para la recta \overline{OC} en el volúmen máximo de producción; de la ecuación (2)

$$y = 174.42 \times 14200$$

$$y = 2476764$$

Para la recta \overline{OD} en el volúmen máximo de producción; de la ecuación (2)

$$y = 233.28 \times 47400$$

$$y = 11057472$$

En el punto de equilibrio, o sea en donde la rentabilidad es cero, relacionando las ecuaciones (1) y (2) tendremos:

$$cx = a + bx \dots\dots (3)$$

$$(c-b)x = a \dots\dots (4)$$

$$x = \frac{a}{c-b} \dots\dots (5)$$

Por lo que en el primer ciclo de trabajo tendremos como punto de equilibrio P_1 ; de la ecuación (5):

$$x_1 = \frac{857929.36}{174.42 - 48.48}$$

$$x_1 = \frac{857929.36}{125.94}$$

$$x_1 = 6812.21$$

De la ecuación número (2):

$$y_1 = (c \cdot x)_1$$

$$y_1 = 174.42 \times 6812.21$$

$$y_1 = 1188085.67$$

por lo que P_1 tendrá como coordenadas:

$$P_1 = (x_1, y_1)$$

$$P_1 = (6812.21, 1188085.67)$$

En el quinto ciclo de trabajo, tendremos como punto de equilibrio P_5 ; de la ecuación (5):

$$x_5 = \frac{1662242.71}{233.28 - 49.07}$$

$$x_5 = 9023.63$$

De la ecuación (2):

$$y_5 = (cx)_5$$

$$y_5 = 233.28 \times 9023.63$$

$$y_5 = 2105032.41$$

Por lo que P_5 tendrá como coordenadas:

$$P_5 = (x_5, y_5)$$

$$P_5 = (9023.63, 2105032.41)$$

Estos puntos de equilibrio nos indican que durante el primer ciclo de trabajo, necesitamos tener una producción de 6812 litros en lugar de los 14200 litros programados para que la rentabilidad de la planta sea cero y en el caso del quinto ciclo, éste volúmen es de 9024 litros de producción en lugar de 47400 litros que deben producirse. En ambos casos, se tiene un amplio margen de variación en la producción para alcanzar este punto de equilibrio lo que significa que la planta es de buenas perspectivas.

d).- Riesgos de obsolescencia.

Al término obsolescencia se le da normalmente una connotación suficientemente amplia que le permite abarcar todos los efectos del progreso, de los inventos y de las mejores técnicas. El comité de valuación de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles ha definido éste término como "la condición o proceso por el que las unidades cesan gradualmente de ser útiles o productivas como parte de la propiedad, a cauda de un cambio de circunstancias".

Se considera que hay dos tipos de obsolescencia: ---- a).-la que representa "la pérdida normal en el valor" causada por el progreso normal en la industria, la inadecuación; cambios de la demanda en los productos o en la ubicación, o alguna otra causa semejante; y b).-la que representa "perdida no prevista en el valor" e inesperada, ocasionada por algún invento, por la suspensión rápida e imprevista de la demanda, o por alguna otra causa que sea una mera contingencia.

Analizando los dos tipos de obsolescencia en que se puede incurrir, no observamos ningún riesgo en que nuestro proceso llegue a ser obsoleto, ya que por el primer tipo, nuestro proceso más bien puede llegar a ramificarse obteniendo otros tipos de extracto usando el mismo equipo que en la obtención del aceite esencial de vainilla; en cuanto a la obsolescencia por "perdida no prevista en el valor" nuestro producto cuenta con la ventaja de consumirse en industrias que difícilmente podran prescindir de él ya que aunque a la fecha se fabrica el producto sintético; la vainillina, crece anualmente la demanda del extracto natural y además, en México, contamos con la materia prima de mejor calidad que existe.

VII.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

VII.- RESUMEN Y CONCLUSIONES.

Considerando que la Esencia Natural de Vainilla no es producida en México a escala industrial y obteniéndose esta de la vaina de vainilla, siendo nuestro país el que la cosecha de mejor calidad, se desarrolló ésta tesis con el fin de estudiar el aprovechamiento de ésta riqueza, haciéndose un anteproyecto de planta.

1.- En primer término se hizo una descripción del producto con su análisis de mercado arrojando este resultado positivo para la instalación de la planta.

2.- Tras breve descripción de la materia prima a usar, se analizaron los diferentes métodos de obtención de la esencia natural de vainilla, escogiéndose para desarrollar el método de Agitación por ser el que presenta mayor capacidad y rapidez de extracción.

3.- Para hacer el cálculo del equipo, se estudiaron las condiciones de extracción y propiedades de las corrientes que se manejan por medio de muestras hechas a escala de laboratorio, llegándose a la necesidad de hacer variaciones al método de extracción de L.M. Romagnam, cuya patente habíamos escogido.

4.- Por medio de un estudio económico, se analizaron las condiciones y riesgos a que puede estar sometido el capital que se invierte en una planta como la que se propone.

Como resultado del anteproyecto realizado, consideramos que la instalación de la Planta para la obtención de Esencia Natural de Vainilla, significa el estar en condiciones de satisfacer la demanda nacional para un bien de consumo y la exportación del mismo, creándose de esta manera la utilización de un producto natural.

Pudiendo ser un serio inconveniente el tiempo muerto en equipo a que da lugar la planeación que se a hecho se propone usar esta misma planta en la obtención de otros extractos o esencias naturales, ya que se piensa que no habría necesidad de añadir gran parte en equipo y si se lograría una planta de extracción más completa.

Aunque aparentemente la inversión monetaria inicial es alta, esta se recupera en muy poco tiempo debido a la alta tasa de interés que pagaría la planta al capital invertido como lo muestran los datos obtenidos en el estudio económico, por lo que además de las razones ya mencionadas, la instalación de la planta resulta en una buena inversión de capital.

VIII. BIBLIOGRAFIA

VIII.- BIBLIOGRAFIA

- (1) Alatríste S. Técnica de los Costos. Ed. Porrúa, S.A. (1961)
- (2) Boyles F.M. Vanilla Extract. The Tea and Coffee Trade Journal. 1, 136-140 (1924)
- (3) Campbell C.P. Modern Chemical Process, 7, 76-82, Reinhold Publishing Co., N.Y. (1963)
- (4) Dean J.R. and Schlotterbeck J.D. Vanilla Extracts. Industrial Engineering Chemistry. 8, 607, (1916)
- (5) García A.H. Esencias Naturales. Aguilar, S.A. de Ediciones, Madrid (1953)
- (6) Gunther E. The Essential Oils, 1-4, D. Van Nostrand, Princeton, N.J., (1947-52)
- (7) Jacobs M.B. The Chemical Analysis of Foods and Food Products, 1, 502, D. Van Nostrand Co. Inc., N.Y. (1958)
- (8) Latre P.L. Impuesto Sobre la Renta, Ley y Reglamento Biblioteca Sistema, México D.F. (1972)
- (9) Marius R.L. Method of extracting the content of vegetable cells through mechanical means. U.S. Patent 2,819,597, Diciembre. 23 (1959)
- (10) McCabe W.L. and Smith J.C. Unit Operations of Chemical Engineering. McGraw-Hill Book Co., Inc., N.Y. (1956)
- (11) Merory J. Gets 40% more flavor in improved vanilla process. Food Engineering 5, 91-93 y 160, (1956)
- (12) Monografías Comerciales: Vainilla, 18, tomo 1, 372-390, Boletín mensual de la Dirección de Economía Rural, México D.F. (1943)
- (13) Paton W.A. Manual del Contador, Unión Tipográfica, Ed Hispano-Americana, México D.F. (1947)
- (14) Perry J.H. Chemical Engineers Handbook. McGraw-Hill Book Co., N.Y. (1950)
- (15) Rautenstrauch W. y Villerd R., Economía de las Empresas Industriales. Fondo de Cultura Económica. México D.F. (1969)
- (16) Rase H.F. and Barrow M.H., Project Engineering of Process Plants. John Wiley and sons, Inc., N.Y. (1967)

- (17) Specification and Standards of the Essential Oil Association of the U.S., Enero 10, (1947)
- (18) Spencer G.L. y Meade G.P., Manual del Azúcar de Caña Montaner y Simón, S.A., Barcelona Esp. (1967)
- (19) Smith D.M., Levi L. Essential Oils. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 9, 230 (1961)
- (20) Triebold H.O. Food Composition and Analysis D. Van Nostrand Co., Inc., Princeton. N.Y. (1963)
- (21) Winton A.L. Análisis de Alimentos, Cía. Editorial Continental, S.A., Barcelona Esp. (1957)
- (22) Winton A.L. and Winton K.B., The structure and composition of foods. 4, John Wiley and Sons, Inc., N.Y. (1939)
- (23) Winton A. and Berry C. Analysis of vanilla extracts. Industrial Engineering Chemistry 7, 516 (1915)