



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

PROYECTO PARA LA INDUSTRIALIZACION
DE LA TUNA.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

P R E S E N T A N

MARIA DE LOURDES AURORA ESCAMILLA HURTADO

ALBERTO REYES DORANTES

VERONICA ELODIA VARELA GUTIERREZ



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.

CLAS Revis ~~128~~ 130
ADD M. J.
FECHA 1977
PROB 3



JURADO ASIGNADO

ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA

PRESIDENTE: Q.F.B. NINFA GUERRERO DE CALLEJAS
VOCAL: Q. ENRIQUE GARCIA GALIANO PEREZ
SECRETARIO: M. en C. ANGELA SOTELO LOPEZ
1er. SUPLENTE: M. en C. RUBEN BERRA GARCIA COSS
2do. SUPLENTE: I. Q. ALEJANDRO GARDUÑO TORRES

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS DE LA FACULTAD DE
QUIMICA, U.N.A.M., CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO 20, D.F.

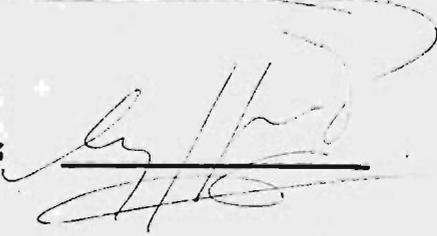
SUSTENTANTES:

MARIA DE LOURDES AURORA ESCAMILLA HURTADO 

ALBERTO REYES DORANTES 

VERONICA ELODIA VARELA GUTIERREZ 

ASESOR DEL TEMA:

Q. ENRIQUE GARCIA GALIANO PEREZ 

INDICE

CAPITULO No. 1

INTRODUCCION

- Objetivos (P. 7)
- Breve Historia de la Tuna (P. 7)
- Estudios Efectuados con Anterioridad Acerca de la Tuna (P.10)

CAPITULO No. 2

GENERALIDADES

- Zonas Productoras del Nopal (P. 17)
- Clasificación Taxonómica (P. 21)
- Características de la Tuna Cardona (P. 26)
- Características de la Tuna Xoconoztle (P. 28)

CAPITULO No. 3

MÉTODOS DE ANÁLISIS EMPLEADOS EN EL DESARROLLO DE ESTE TRABAJO

- Análisis Bromatológico (P. 31)
- Determinación del pH (P.37)
- Determinación de Gravedad Específica (P. 37)
- Técnicas para Conocer la Calidad de la Pectina (P. 38)
- Técnicas para la Determinación de la Calidad del Aguardiente (P. 40)

CAPITULO No. 4

ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS DE LAS TUNAS CARDONA Y XOCONOZTLE

- Indicaciones (P. 44)
- Análisis Bromatológico de la Tuna Cardona (P. 45)
- Análisis Bromatológico de la Tuna Xoconoztle (P. 46)
- Conclusiones (P.46)

CAPITULO No. 5

DETERMINACION DEL TIEMPO DE CONSERVACION DE LA TUNA CARDONA

- Generalidades (P. 49)
- Parte Experimental (P. 50)
- Conclusiones (P. 56)

CAPITULO No. 6

OBTENCION DE PECTINA A PARTIR DE LA CASCARA DE LA TUNA CARDONA
(OPUNTIA STREPTACANTHA)

- Generalidades (P.59)
- Técnicas para la Obtención de Pectina en el Laboratorio (P.61)
- Resultados (P.63)
- Conclusiones (P.66)

CAPITULO No. 7

OBTENCION DE JARABE DE TUNA CARDONA

- Generalidades (P.69)
- Obtención de Jarabe de Tuna Cardona en el Laboratorio (P.69)
- Conclusiones (P. 71)

CAPITULO No. 8

OBTENCION DE AGUARDIENTE DE LA TUNA CARDONA (OPUNTIA STREPTACANTHA)

- Generalidades (P.73)
- Obtención de Aguardiente en el Laboratorio (P. 81)
- Conclusiones (P. 84)

CAPITULO No. 9

OBTENCION DE MERMELADA DE TUNA XOCONOZTLE

- Generalidades (P. 87)
- Obtención de Mermelada de Tuna Xoconoztle en el Laboratorio (P. 87)
- Conclusiones (P. 91)

CAPITULO No. 10

OBTENCION DE XOCONOZTLES ENCURTIDOS CON CHILE

- Generalidades (P. 94)
- Parte Experimental (P.99)
- Conclusiones (P. 112)

CAPITULO No. 11

OBTENCION DE ENCURTIDOS DE XOCONOZTLE POR FERMENTACION LACTICA

- Generalidades (P. 114)
- Parte Experimental (P. 125)
- Conclusiones (P. 136)

CAPITULO No. 12

PROYECTO DE UNA PLANTA INDUSTRIALIZADORA DE LAS TUNAS CARDONA Y XOCONOZTLE

- Industrialización de la Tuna Cardona (P. 138)
- Industrialización de la Tuna Xococonoztle (P. 176)
- Diagrama de Recorrido y Tiempos de Operación (P. 223)
- Relación del Equipo Utilizado y Distribución del Mismo en la Planta (P. 228)

CAPITULO No. 13

ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD ECONOMICA

- Determinación del Activo Fijo (P. 240)
- Consideraciones Sobre el Mercado (P. 247)
- Explicación del Cuadro de Estudio de Prefactibilidad Económica (P. 250)
- Estado de Pérdidas y Ganancias (P. 261)

CAPITULO No. 14

CONCLUSIONES (P. 265)

CAPITULO No. 15

BIBLIOGRAFIA (P. 270)

CAPITULO No. 1

INTRODUCCION

- OBJETIVO
- BREVE HISTORIA DE LA TUNA
- ESTUDIOS EFECTUADOS CON ANTERIORIDAD ACERCA DE LA TUNA

Introducción

I.- Objetivos.

El objetivo de este trabajo es contribuir al estudio del aprovechamiento de dos variedades de tuna:

- 1.- Tuna cardona (Opuntia streptacantha) y
- 2.- Tuna xoconoztle (Opuntia imbricata) .

La *Opuntia streptacantha* es el nopal tunero más importante del país, debido a su gran abundancia. Sus frutos maduran en la temporada de lluvias en los estados del centro del país, los que se benefician con su explotación.

La *Opuntia imbricata* posee un fruto de gran calidad industrial por su textura, color, sabor y adecuado porcentaje de aprovechamiento para productos de consumo humano. Se pueden encontrar sus frutos maduros en todos los meses del año, en los estados del centro y norte del país. Sin embargo, debido a que es poco apreciada por la gente no se considera provechoso cultivarla y por lo tanto, solamente se desarrolla en zonas inexploradas o de desmonte.

La industrialización de estas dos variedades de tuna puede lograr un aumento en el ingreso per capita de los habitantes de las zonas tuneras, las que generalmente se localizan en regiones desérticas y, por lo tanto, con recursos naturales muy escasos.

II.- Breve Historia de la Tuna.

El nopal, el maíz y el maguey se han considerado como la base de una agricultura estable entre los antiguos mexicanos. Oviedo cita el caso de algunos nativos que aunque se alimentaban de pesca, al madurar los frutos del nopal, emigraban en su busca, recorriendo de uno a dos meses hasta que terminaba la

fructificación; por lo que no es raro que en estos recorridos se llegaran a fundar pueblos en donde abundaba el nopal, cuyos frutos eran muy solicitados (6).

Antes del descubrimiento de América, las cactáceas tenían un lugar preferente en la economía, principalmente entre los nahoas, pues una gran cantidad de productos alimenticios, medicinales e industriales provenían de ellos (8).

Los mexicas llamaron al nopal Nopalli o Nochtli, este último se utilizó más bien para denominar a la tuna. Nopalli deriva de Nochpalli, que significa planta de tallo aplanado que produce tunas, de Nochtli-tuna y Palli-cosa ancha, extendida, plana, según Robelo en su Diccionario de Aztequismos.

Mendoza cree que el término original fué Nopalli, que significa nuestra bandera, de No-nuestra, y Palli-bandera, lo que está relacionado con el símbolo de Tenochtitlan-lugar del nopal del pedregal. Por otro lado, Nochtli es el fruto; Nochenstl, cáscara de la tuna y Nohxochitl, la flor (15).

Algunas variedades eran clasificadas con nombres autóctonos, que aún se conservan entre la gente del campo. Diguet (1928) menciona las siguientes: Ixtacxoconochtli; de Ixtac-blanco y Xocotl-fruto ácido, nombre que en parte se conserva. Atlatonochtli; de Atl-agua y Tla-alimento. Azcatnochtli; de Azcatl-hormiga y Nochtli-nopal. Tlatocnochtli; de Tlactoctli-cosa aplanada y Nochtli-nopal, nombre que aparece en el Código Badianus, en donde se dice que los mexica lo usaron como medicamento para quemaduras y significa nopal cultivado (6, 15, 64)

A través de los códices y documentos se manifiesta la importancia que adquirieron, lo cual consta en la obra escrita por Francisco Hernández, botánico español, que vino a la nueva España con el objeto de hacer un inventario de las riquezas ---

turales.

La primera relación sobre las cactáceas se debe al Capitán González Fernández de Oviedo y Valdez, y la segunda es una obra de Mateo Lobel (1570), que además inserta el grabado de una Opuntia que fué llevada a España. (46).

Así mismo, Correa (1952), menciona que los españoles diseñaron el nopal en América, España, Francia e Italia; los morcos lo llevaron al norte de Africa y los portugueses lo trajeron al Brasil y a la India, conociéndose más tarde en Europa como "Higos Chumbos".

Moraes (1900), afirma que en esa época era muy común en Portugal, en donde se le conocía con el nombre de "tabaibo" que se refiere a una variedad sin espinas, que existe en Túnez, en donde se le cultivaba por su excelente forraje (6).

Francisco del Paso y Troncoso, atribuye el adelanto de los indígenas en las Ciencias Naturales (Botánica), como una necesidad de alimentarse y curarse con vegetales durante su vida errante.

Fray Bernardino de Sahagún se refiere al nopal diciendo: "Hay unos árboles en esta tierra que llaman nopalli, que quiere decir tuna, o árbol que lleva tunas; es monstruoso este árbol, su tronco se compone de unas hojas y las ramas se hacen de las mismas hojas; las hojas son anchas y gruesas, tienen mucho zumo y son viscosas; tienen espinas las mismas hojas. La fruta que se hace de estos árboles se llama tuna y son de buen comer".

De las tunas obtenían productos comestibles; fabricaban también colorantes con insectos que se desarrollaban en el Nocheztli, nombre que se le dió a la Opuntia Cochinerifera, y llegó a representar un renglón importante en la economía de las épocas (60).

En la época virreinal, algunos virreyes dictaron ciertas leyes para legislar la explotación de la grana. Después de la Independencia, la explotación era considerable, llegando a ser de 500 Tons. empezandose a usar el nopal como forraje, además de los usos que ya tenía (8).

Debido a la variabilidad genética del material, a la selección natural y artificial, así como a la reproducción sexual y asexual, es que existen varios tipos, que prosperan en diferentes condiciones ambientales (6).

III.- Estudios Efectuados con Anterioridad Acerca de la Tuna.

Las formas más comunes como ha sido consumida la tuna son las siguientes (1, 8, 23, 32):

Como tuna entera:

Tuna cristalizada, dulce de tuna, pasas de tuna,

La pulpa como:

Fruta de mesa, melcocha, queso de tuna, miel de tuna, jalea, colonche, curado de tuna, jugo natural, mermelada de tuna.

La cáscara como:

Salsas, encurtidos, forraje.

La semilla como:

Alimento para cerdos, alimento para aves del corral.

En 1920 se consideró (71) la posibilidad de obtener azúcares, etanol y vinagre a partir de la tuna.

En estudios efectuados en 1923 (71) se observó que algunas variedades de nopal estudiadas no tenían suficiente material fermentable para competir con otras fuentes de etanol.

En 1958 se sugiere la elaboración de una bebida gaseosa semipasterizada de jugo de tuna, así como la extracción de pectina a partir de los folículos que rodean a las semillas. También se informa el análisis del queso de tuna cardona (cuadro -

No. 1) y se indica además, que se ha extraído colorante de tuna roja para fines de repostería (32).

En 1970 se efectuó (55) un estudio económico de la tuna cuando es utilizada como fuente de azúcar (pulpa), forraje (cáscara) y aceite (semilla).

En la "Planta Beneficiadora de Tuna" localizada en Ojo Caliente, Zacatecas, única instalación de ese tipo, se llevó a cabo un estudio en 1971 para la industrialización de la tuna cardona (1). Ahí se desarrollaron tres productos: mermelada, miel y jugo. Los resultados de los análisis microbiológicos dieron a conocer que los productos eran adecuados para la alimentación humana y los de los análisis organolépticos indicaban que eran de calidad regular.

Cuadro No. 1 (32)

Análisis del Queso de la Tuna Cardona

Análisis	% B. H.
Agua	11.29
Grasa	0.23
Glucosa	73.53
Albuminoides	5.25
Celulosa y Otros Materiales	5.68
Cenizas	1.53
Goma	2.49

En 1973 se diseñaron dos procesos para el enlatado de jugo de tuna cardona (8,48), obteniéndose jugo de características organolépticas y microbiológicas adecuadas en ambos casos. También se extrajo aceite de las semillas.

Cuadro No. 2 (48)

Análisis Bromatológico del Jugo de Tuna

Análisis	% B. H.
Humedad	88.00
Proteína	0.5
Extracto Etéreo	0.5
Fibra Cruda	0.0
Cenizas	0.2
E. L. N.	10.8

Cuadro No. 3 (48)

Análisis Especiales del Jugo de Tuna Cardona

Análisis	mg/100 g
Tiamina	0.04
Rivoflavina	0.03
Acido Ascórbico	23.00
Niacina	0.21
Fósforo	20.55
Fierro	0.42
Calcio	18.00

Desde 1957 hasta la fecha, se han efectuado diversos estudios químicos en Alemania (48,73), Estados Unidos (33) e Italia (40,54) sobre los colorantes de algunas variedades de tuna roja. Se han encontrado únicamente la presencia de betanina, isobetana y betaxantina.

Se ha observado con ayuda de los análisis bromatológicos que la relación entre los componentes de la tuna cardona (Opun--

tia streptacantha), varía notablemente de acuerdo a la humedad del ambiente, edad de las plantas y de las pencas de donde proviene, la variedad, la época del año, etc (6,32).

La relación en peso de las distintas partes de la tuna cardona con respecto al fruto entero son (1,8,55):

La cáscara del 50 al 62.4 %, el jugo y la pulpa del 32.5 al 46.5 %, y la semilla del 3.5 al 7 %.

Como resumen de la revisión bibliográfica de los análisis químicos efectuados en la tuna cardona se presentan los cuadros No. 4, No. 5, No. 6 y No. 7

Cuadro No. 4 (1,8,22,32,55)

Análisis Bromatológico Promedio de las Partes Constitutivas de la Tuna Cardona (*Opuntia streptacantha*).

Análisis	Cáscara		Pulpa		Semilla
	% B.H.		% B.H.		% B.S.
Humedad	87	-88	85	-90	-----
Cenizas	0.40	- 1.91	0.20	- 0.3	1.8
Proteína Cruda	0.35	- 0.51	0.5	- 1.0	10.3
Grasa	0.39		0.0	- 0.53	11.5-20
Fibra Cruda	1.27		0.27		46.4
Azúcares Red.					
Tot.	4.15	- 4.99	8.7	-11.0	-----
Azúcares Red. Dir.	0.15		2.0	- 6.0	-----

Cuadro No. 5 (8,22)

Análisis Especiales de la Pulpa de la Tuna Cardona.

Análisis	Valores.
Calorías	42 Cal/g
Acidez (Ac. Cítrico)	0.63 g/ml
°Bx	13.7
Pectina	0.18 %
pH	
Viscosidad (30°)	1.37 cps
Triptofano	8 mg/100g Proteína
Calcio	49 ppm.
Fósforo	38 ppm.
Fierro	2.64 ppm.
Vitamina A	0.02 ppm.
Tiamina	0.02 ppm.
Riboflavina	0.02 ppm.
Niacina	0.2 ppm.
Ac. Ascórbico	15 - 45.3 ppm.

Cuadro No. 6 (48,55)

Análisis Químico del Aceite de la Semilla de la Tuna Cardona

Análisis	Valores
Índice de Yodo	118 - 122
Índice de Saponificación	190 - 196
Gravedad Específica a 15.5 °C.	0.910 - 0.917

Cuadro No. 7 (48)

Análisis por Cromatografía de Gases del Aceite de la Semilla
de la Tuna Cardona

Análisis	g/100 g.
Mirístico	0.11
Palmitico	13.64
Palmitoléico	0.75
Estéarico	4.56
Oléico	4.56
Linoléico	50.91

Según estos datos, el aceite de la semilla de la tuna cardona puede usarse en la alimentación humana.

En lo que se refiere a la tuna xoconoztle, no se han encontrado datos sobre su análisis bromatológico anteriores a este trabajo.

CAPITULO No. 2

GENERALIDADES

- ZONAS PRODUCTORAS DE NOPAL
- CLASIFICACION TAXONOMICA
- CARACTERISTICAS DE LA TUNA CAR
DONA
- CARACTERISTICAS DE LA TUNA XO-
CONOZTLE

Generalidades

La tuna es el fruto del nopal (*Opuntia* spp.), planta típicamente xerófila que crece en forma silvestre y, en muy contadas ocasiones semicultivada, en regiones de clima árido (ver cuadro No. 8).

El nopal se desarrolla generalmente en una latitud de no más de 40°, y una altitud entre 800 y 2500 m, por lo que pueden encontrarse miembros de este género desde Estados Unidos hasta Sud-América en el continente Americano (32), y también en algunas zonas de Europa, Australia y Sud-Africa. En este último se le considera la peor maleza (6,23).

Existen tres zonas nopaleras en el territorio centro-norte de México (34):

1.- Zona Nopalera Potosina-Zacatecana.

Con extensión a regiones de Aguascalientes, Jalisco, Durango, Hidalgo, Querétaro, Guanajuato y áreas cercanas al Valle de México.

Esta zona tiene sustratos de origen ígneo, sobre los cuales predominan matorrales compuestos principalmente por el género -- *Opuntia*.

Esta situación geográfica confiere un clima continental a la región, con temperaturas mínimas en enero y máximas en julio. La humedad atmosférica es precaria, ya que la precipitación pluvial es de 400 - 500 mm./año. Las temperaturas máximas y mínimas absolutas registradas en 1961 fueron 44° y - 9°C, respectivamente.

Las especies de *Opuntia* de esta región son tuneras principalmente. El cuadro No. 9 ilustra la distribución de una de las principales especies en esta región.

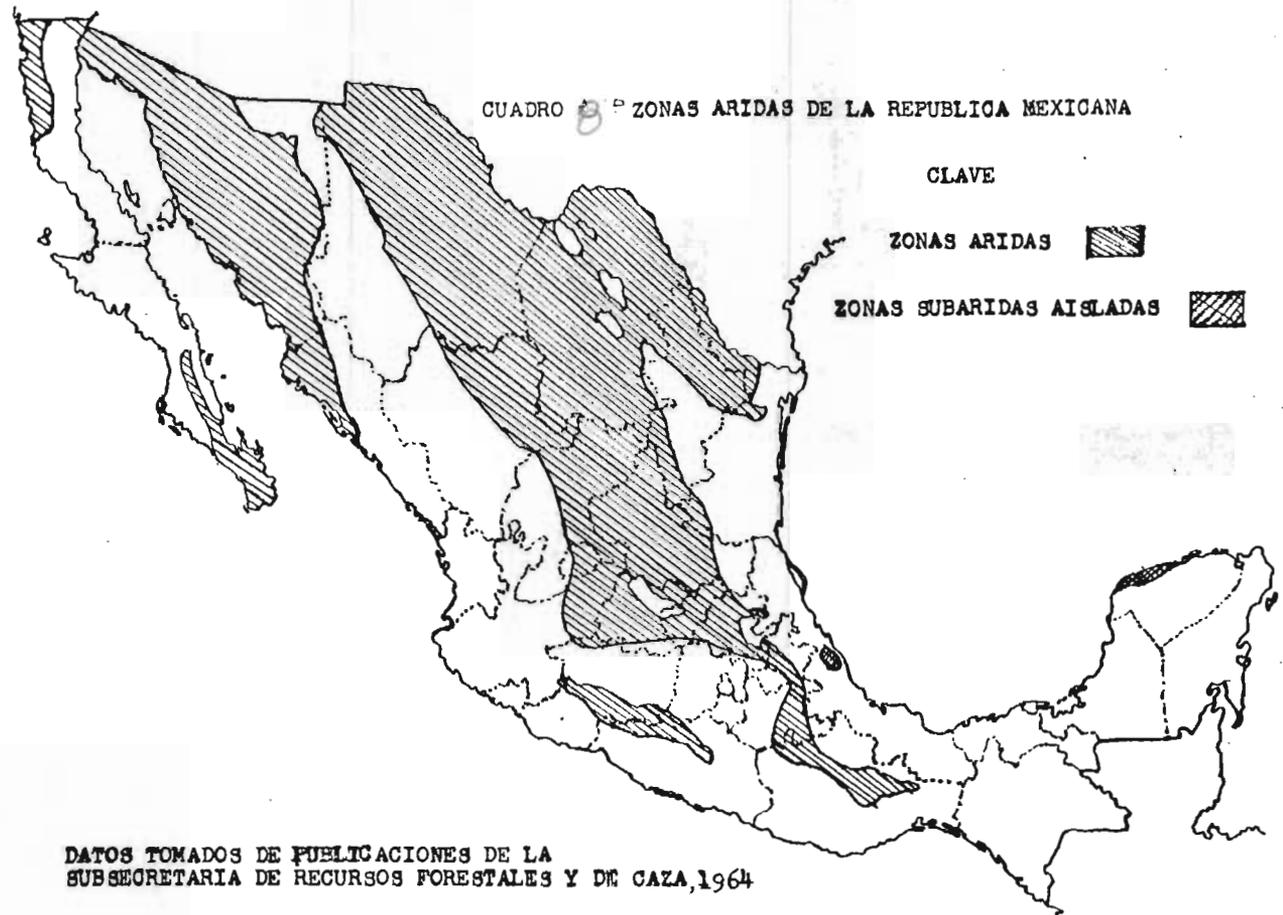
2.- Zona Nopalera del Norte de México.

CUADRO 8^o ZONAS ARIDAS DE LA REPUBLICA MEXICANA

CLAVE

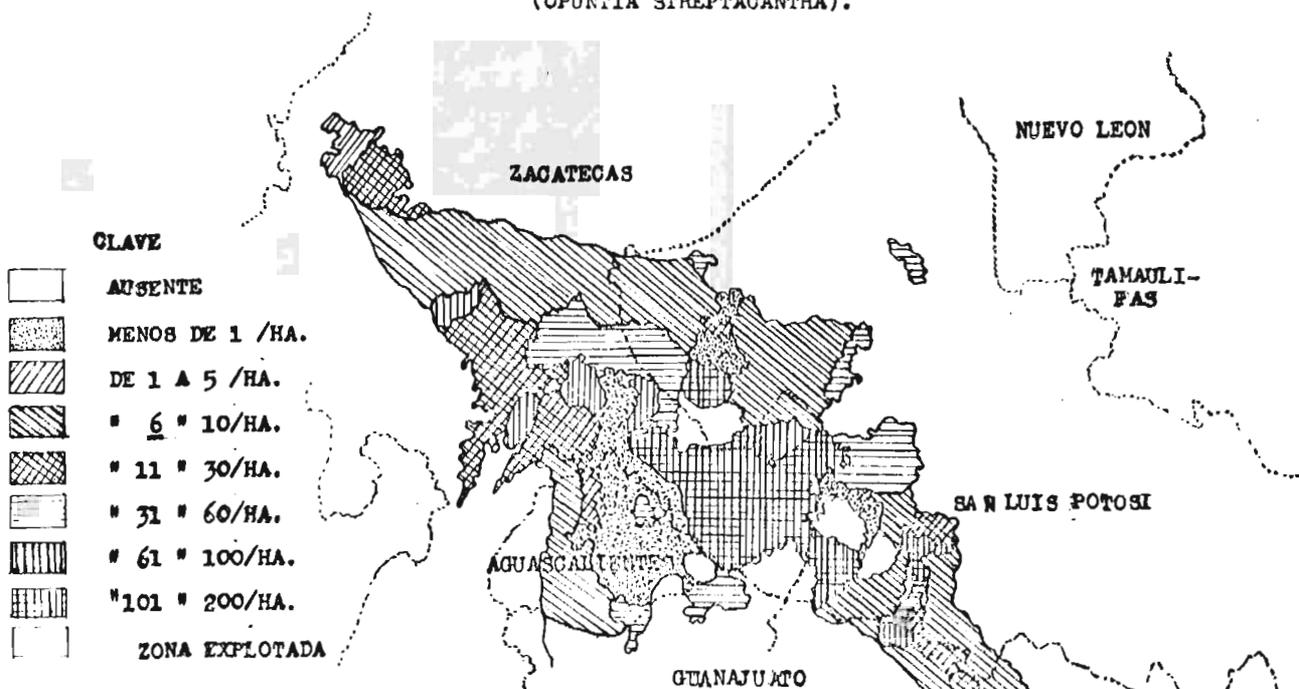
ZONAS ARIDAS 

ZONAS SUBARIDAS AISLADAS 



DATOS TOMADOS DE PUBLICACIONES DE LA
SUBSECRETARIA DE RECURSOS FORESTALES Y DE CAZA, 1964

CUADRO # 9
 DISTRIBUCION DE INDIVIDUOS POR HECTAREA EN LA ZONA ARIDA DEL NOPAL GARDON
 (OPUNTIA STREPTACANTHA).



CLAVE

-  AUSENTE
-  MENOS DE 1 /HA.
-  DE 1 A 5 /HA.
-  " 6 " 10/H.A.
-  " 11 " 30/H.A.
-  " 31 " 60/H.A.
-  " 61 " 100/H.A.
-  " 101 " 200/H.A.
-  ZONA EXPLOTADA

DATOS TOMADOS DE LA TESIS
 "ASPECTOS ECOLOGICOS DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA
 DE OPUNTIA STREPTACANTHA Y OPUNTIA LEUCOTRICHA EN LA REGION
 ARIDA DE ZACATECAS Y SAN LUIS POTOSI". DR. VELAZQUEZ C. ROBERTINO 1962

CUADRO # 10
DISTRIBUCION DE LOS NOPALES FORRAJEROS EN
LA REPUBLICA MEXICANA



DATOS TOMADOS DE PUBLICACIONES DE LA
SUBSECRETARIA DE RECURSOS FORESTALES Y DE CAZA
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES

Abarca la región norte de Tamaulipas, norte y oeste de Nuevo León, con prolongación al norte del estado de Coahuila. Esta zona abarca desde el estado de Texas en los Estados Unidos. Las especies de esta región son fundamentalmente forrajeras el cuadro No. 10 se ilustra su distribución.

3.- Zona Nopalera Difusa

Tiene menos densidad de plantas por hectáreas y es la más amplia. Se extiende por las regiones calizas de San Luis Potosí, Zacatecas y Nuevo León hasta Coahuila y zonas áridas de Durango. Se compone principalmente de nopales forrajeros.

El aprovechamiento de los nopales tuneros es estacional, abarca el verano y parte de otoño (8,69), cuando madura el fruto con excepción de pocas especies tempranas y tardías. La primera tuna comercial que madura es la tapona, en mayo, y la última es la chaveña, en octubre.

Clasificación Taxonómica (1,8,14,69) de las Especies Estudiadas

Reino	- vegetal
Sub-reino	- Embryophyta Siphonogama - (Phanerógamas).
División	- Angiospermae (Angiospermas)
Clase	- Dicotyledonese (Dicotiledóneas)
Sub-clase	- Dialipétalas
Orden	- Opuntiales
Familia	- Cactáceas
Sub-familias	- Opuntioideae
Tribu	- Opuntiae
Género	- Opuntia
Subgénero	- Platyopuntia
Especies	- Streptacantha e imbricata

Características del Género *Opuntia* (1,8,23,32,69).

Plantas leñosas, suculentas. Tronco bien definido, con ramas desde la base, postradas o extendidas, por segmentos separados por articulaciones, cilíndricos o aplanados, llevando pequeñas hojas escasiformes cilíndricas y caducas, dispuestas espiralmente; aréolas de pelos cortos, glóquidas, flores y a veces con espinas largas en sus axilas. Cada aréola florífera por lo común con una flor actinomorfa, hermafrodita, con el cáliz y la corola formados de múltiple piezas dispuestas en espiral extendidas; es tumbres más cortos que los pétalos, numerosos, estilo simple, terminado en varios lóbulos estigmáticos cortos. Gineceo ínfero, formado de varios carpelos, con aréolas, provisto de espinas y glóquidas, unilocular, con numerosos lóbulos de implantación parietal. El fruto es una baya carnosa, esférica, ovoide o globosa coloreada diversamente, umbilicada en el extremo superior o cicatriz floral. Pericarpio correoso, delgado, con numerosas aréolas de pequeñas espinas, distribuidas en hileras en forma equidistante. Mesocarpio de espesor variable según la especie. Endocarpio formado por los folículos alargados de los óvulos, que al llegar el fruto a su madurez, se llena de substancias azucaradas constituyendo la pulpa. Múltiples semillas aplanadas, duras, de color claro, las cuales contienen endosperma en cantidades variables. El embrión varía de recto a circular.

El género *Opuntia* se divide en tres subgéneros, dos de ellos representados en México, con veinticuatro series (6,23,32):

A.- *Cylindropuntia* - Artículos cilíndricos

B.- *Platyopuntia* - Artículos aplanados, "nopales".

Especies más comunes (6,8,15,23,32,69,71):

A.- *Cylindropuntia*

1.- *Opuntia tunicata*, "abrojo".

B.- *Platyopuntia*

1.- *Opuntia streptacantha* Lem., *Opuntia Cardona* Web.

Es: Nopal cardón (Méx), tuna cardona (Méx), nopal negro (Méx).

2.- *Opuntia ficus-indica* Mill. *Cactus ficus* Thumb. *Cactus ficus-indica* L. *Cactus Opuntia* Guss. *Opuntia ficus-barberica* Berg. *Opuntia gymnocarpa* Web. *Platyopuntia ficus-indica* Fliche. *Opuntia maxima*.

Es: Cardón de México (Es.), chumbo (Es.), higo chumbo (Es.), chumbus (Es.), chumbera (Col.), higo México (Col.), nopal (Méx., L., Ven.), higo de pala (Ven.), higuera de pala (Ven.), tuna de España (Ven.), tuna mansa (Ven., Méx), tuna de España (Ven., Par.), tuna mansa (Par., Pe), nopal de Castilla (Méx.), Tuna mansa (Méx.), nochtly (Méx.), nopal de San Gabriel (Méx.), tuna amarilla (Méx.), tuna amarilla-blanca (Méx.), nopal pelón (Méx.)

Po: Figo de India, figo de pitoira, figuera de India.

Fr: Chardon d'Inde, figue de barbarie, figuier à raquettes, figuier de barbarie, figuier d'Inde, opunce, raquette.

In: Barbary fig, Indian Fig, prickly-pear

Al: Frucht des feigenkactus, Indianisch feige.

3.- *Opuntia robusta* Wendl., *Opuntia camuesa* Web., *Opuntia levicans* Lem., *Opuntia gorga* Pfeiff. *Opuntia larreyi* Web., *Opuntia piccolomiana* Parl., *Opuntia duranguensis*.

Es: Nopal camueso (Méx.), tuna camuesa (Méx.), tuna colorada (Méx.), tuna tapona (Méx.), tuna bartolona (Méx.), nopal tapona (Méx.), nopal camueso (Méx.).

Fr: Opunce robuste.

4.- *Opuntia leucotricha* A., Dc., *Opuntia fulvispina* Salm --

ek.

Es: Duraznillo (Méx.), nopal duraznillo (Méx.), tuna duraz -

nillo (Méx.)

Fr: Opunce à poil blancs.

In: Aaronsbeard, prickly-pear.

5.- *Opuntia amyclae* Ten., *Opuntia alfaja-yucca* Salm-Dyck.

Es: Tuna de Alfajayuca (Méx.), blanca mexicana (Méx.). teca (Méx.).

6.- *Opuntia rastrera* Weber.

Es: Tuna rastrera (Méx.).

7.- *Opuntia megacantha* Salm Dyck. *Opuntia castillae* Griff.

Opuntia incarnadilla Griff.

8.- *Opuntia lindhelmeri* Engelmanii. *Opuntia Engelmanii* ----
Salm Dyck.

Es: Nopal cacanaco (Méx.).

9.- *Opuntia tuna* Mill. *Cactus humilis* Haw., *Cactus horridus*
Salisb *Cactus tuna* L. *Opuntia horrida* Salm-Dyck. *Opuntia humilis*
Haw. *Opuntia poliantha* Haw.

10.- *Opuntia hyptiacantha*.

Es: Nopal cascarón (Méx.). Nopal memelo (Méx.), tuna chavena (Méx.), nopal cadillo (Méx.).

11.- *Opuntia lasiacantha*

Es: Nopal (Méx.).

12.- *Opuntia stenopetala*

Es: Nopal serrano (Méx.), tuna de cerro (Méx.).

13.- *Opuntia cantabrigensis*

Es: Tuna cuija (Méx.).

14.- *Opuntia imbricata*

Es: Xoconoxtle (Méx.), xoconostli (Méx.), xoconoztle (Méx.)
joconoxtri (Méx.), cardón (Méx.), coyonostle (Méx.), nopal cardo
che (Méx.), tuna ácida (Méx.).

15.- *Opuntia azurea*.

Es: Nopal coyotillo.

16.- *Opuntia abomplandii*, Pfeiff.

17.- *Opuntia caribaea*, Griff.

18.- *Opuntia chata*, Griff.

19.- *Opuntia clavata*, Engelm.

20.- *Opuntia dillenii*, Haw.

21.- *Opuntia humifusa*, Rafin.

22.- *Opuntia macrocentra*, Engelm.

23.- *Opuntia monacantha*, Haw.

24.- *Opuntia phaeacantha*, Engelm.

25.- *Opuntia vulgaris*, Mill.

26.- *Opuntia vulpina*, Web.

27.- *Opuntia undulata*.

28.- *Opuntia tormentosa*, S. D.

29.- *Opuntia guerrera*.

30.- *Opuntia inermis*, D. C.

31.- *Opuntia crassa*, Haw.

32.- *Opuntia inamra*, K. Sk.

33.- *Opuntia tuberculata*.

34.- *Opuntia pseudotura*, S. D.

35.- *Opuntia lanceolata*, S.D.

37.- *Opuntia* sp.

Es: Nopal salinero (Méx.).

38.- *Opuntia* sp.

Es: Tuna ranchera (Méx.).

39.- *Opuntia* sp.

Es: Tuna palmita

40.- *Opuntia* sp.

Es: Tuna leonera (Méx.).

41.- *Opuntia* sp.

Es: Tuna naranjón (Méx.).

42.- *Opuntia* sp.

Es: Tuna pechona (Méx.).

43.- *Opuntia* sp.

Es: Tuna unalera (Méx.).

Se han descrito más de 300 especies, y alrededor de 1200 a 1800 variedades de *Opuntia*. La clasificación de este género se ha basado principalmente en características vegetativas y no en diferencias citológicas, florales y reproductivas. Esto ha ocasionado que no exista una diferencia claramente establecida entre las diversas especies, y en muchos casos, se reportan las mismas variedades con diversos nombres científicos (23,32,64).

Sólo unas pocas variedades tienen cualidades comerciales (32): Planta grande, precoz, con resistencia a las enfermedades, sequías y heladas, crecimiento profuso pero no erecto ~~o~~ al facilita la recolección de los frutos.

Describiremos brevemente las características generales de las dos especies que se estudian en el presente trabajo: tuna cardona y tuna xoconoztle.

Tuna Cardona (*Opuntia streptacantha*). (6,23,34,69).

Tuvo su origen en el altiplano meridional de México.

Planta xerófita arborecente, que puede alcanzar cinco metros de altura y cuarenta y cinco centímetros de diámetro, muy ramificado, raíces primaria y secundarias como igual desarrollo, tronco ligero que se vuelve leñoso con el tiempo. Cladodios o artículos ovoides u orbiculares de veinticinco a treinta centímetros de longitud, con cutícula gruesa de color verde oscuro, aréolas pequeñas, con numerosas espinas, un poco aplanadas, blancas y glóquidas color café rojizo claro.

Flores diurnas de siete a nueve centímetros de diámetro, villas o aparanjadas, de ocho a diez lóbulos libres y estigma le. Florecen de marzo a abril.

Fruto basiforme, globoso y de aproximadamente de cinco centímetros de diámetro, rojo y a veces amarillo, aréolas con gló-- las, pulpa carnosa, semillas aplanadas. La época de fructifi-- ón es de tres meses: julio, agosto y septiembre. Soporta tés sequías y heladas. Se multiplica por siembra de artícu--

El nopal cardón se encuentra en la zona Potosina-Zacatecana . Con nopaleras extensas en San Luis Potosí, con altas densi-- es en Zaragoza, Norte de Santa María del Río, llanuras de Vi-- de Arriaga, al norte de la capital del estado, al noreste-- ocas y sureste de Moctezuma. En esta región, el número de viduos/Ha. es de 200, pudiendo llegar a 600 entre los lími-- del estado de San Luis Potosí y Zacatecas.

En el estado de Zacatecas encontramos nopaleras en San Mar-- Villa de Arriaga, Noria de los Angeles, Ojo caliente, Tron-- y Guadalupe. La densidad es de más de 200 individuos por área, al igual que en Zacatecas, Villanueva, Ciudad García y ra. Luego se interrumpe por áreas de cultivo y se vuelve a entrar otra zona de alta densidad en Sain Alto y Sombrerete.

El nopal cardón también se puede encontrar formando matorra-- en los estados de México e Hidalgo (34).

La mayor densidad de esta especie aparece entre los 22°30' 0 30' latitud norte, y 102° a 103° longitud oeste de Green--

Cuadro No. 11 (69)

Superficie Ocupada por *Opuntia streptacantha* con Datos de Densidades.

Densidades	Hectáreas
1 individuo/Ha.	417,500
de 1 a 5 individuos/Ha.	45,000
" 6 a 10 " "	1,475,000
" 11 a 30 " "	467,000
" 31 a 60 " "	470,000
" 61 a 100 " "	190,000
"101 a 200 " "	768,000
Superficie Explotada	1,890,000
Superficie total	3,832,500

En 1962 se explotaba el 49.3% de la superficie ocupada por esta especie. El resto incluye no explotadas o parcialmente explotadas.

De acuerdo a estos datos se tiene una densidad promedio de 45.45 individuos/Ha. ; considerando que la superficie total cubierta por el nopal cardón es de 3,832,500 Ha. en la zona Potosina-Zacatecana, y que cada nopal produce (55) 10 Kg. de tuna al año, tenemos una producción anual de 1.74 millones de toneladas de tuna cardona/año.

Tuna Xoconoztle (*Opuntia imbricata*), (34).

Se localiza principalmente en la zona nopalera Potosino-Zacatecana, también en Coahuila y Nuevo León. Aparece en áreas de desmonte, como consecuencia de disturbios humanos con fines agrícolas o ganaderos.

La *Opuntia imbricata* se desarrolla en sustratos de diversos

os: riolíticos, derivados, calizos o sueltos; y a veces en la
iferia de los suelos salitrosos como el sureste de Nuevo Lare
Galeana y Doctor Arroyo.

El fruto es cilíndrico, de aproximadamente 5 cm de diámetro
color amarillo-rosáceo. Aréolas con glóquidas muy pequeñas y
asas. Mesocarpio carnoso, de sabor ácido; pulpa escasa; semi-
s aplanadas. Se reproduce en todas las épocas del año princi-
mente de diciembre a junio.

CAPITULO No. 3

METODOS DE ANALISIS EMPLEADOS EN
EL DESARROLLO DE ESTE TRABAJO.

- ANALISIS BROMATOLOGICO
- DETERMINACION DEL pH
- DETERMINACION DE GRAVEDAD ESPE
CIFICA
- TECNICAS PARA CONOCER LA CALI-
DAD DE LA PECTINA
- TECNICAS PARA LA DETERMINACION
DE LA CALIDAD DEL AGUARDIENTE

Métodos de Análisis Empleados en el Desarrollo de este Trabajo.

I.- Análisis Bromatológico.

Cada análisis se efectuó en muestras preparadas a partir de tres frutos por lo menos, y se realizó por duplicado para comprobar su exactitud.

1.- Determinación de Humedad (44).-

Se pesan exactamente de dos a tres gramos de muestra homogeneizada (macerada o licuada) en una cápsula de níquel previamente tarada. Se coloca en baño maría hasta que la muestra forme una capa uniforme y seca. Se introduce en una estufa de vacío a 60°C y 600 pulgadas de vacío durante cuatro horas.

Los cálculos se realizan de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Humedad} = \frac{\text{Peso de muestra húmeda} - \text{peso materia seca}}{\text{Peso de muestra húmeda.}} \times 100$$

2.- Determinación de Ceniza (44).-

Se pesan exactamente de 2 a 5 g. de muestra homogénea en un crisol de porcelana previamente tarado. Se evapora a sequedad en baño maría. Se carboniza con un mechero. Posteriormente se incinera en una mufla a 550°C. Se enfría en un desecador y se pesa. Se vuelve a meter a la mufla hasta obtener un peso constante. Para fines de cálculos, se utiliza la fórmula siguiente:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{Peso de las cenizas}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

3.- Determinación de Proteína Cruda (44).-

Se lleva a cabo utilizando la técnica de micro-Kjeldhal. Como el contenido de nitrógeno es muy bajo en la mayoría de las muestras, se toma un gramo para cada una de las determinaciones, con excepción de las semillas, de donde se toman 300 mg.

Las muestras se colocan en matraces micro-Kjeldhal. La digestión se lleva a cabo calentando en una parrilla durante dos horas aproximadamente, habiendo agregado a la muestra 2 g. de Na_2SO_4 , 100 mg de $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ y 4 ml. de H_2SO_4 Conc. La muestra digerida se vacía en el destilador en micro-Kjeldhal, se agregan 15 ml. de una solución de NaOH al 50% y se destiló. El destilado se recibe en 25 ml. de una solución acuosa de ácido bórico al 4%, con tres gotas de indicador compuesto de rojo de metilo al 2% y azul de metileno al 0.2% en una solución etanólica al 50%.

Se titula con una solución de ácido clorhídrico 0.012 N. Los mismos pasos se llevan a cabo con una muestra testigo. Los cálculos se efectúan con la fórmula siguiente:

$$\% \text{ Proteína Cruda} = \frac{(\text{ml. HCl muestra} - \text{ml HCl blanco}) \times N_{\text{HCl}} \times \text{meq N}_2 \times 6.25}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

4.- Determinación de Grasa (44).-

Se pesan exactamente de 3 a 5 g. de muestra seca en un cartucho que se coloca en el extractor del aparato Soxhlet. Se adapta éste a un matraz redondo de 250 ml. previamente tarado a 100°C y a un refrigerante de agua.

Se llevan a cabo las extracciones con eter durante 8 horas. Al final de este tiempo se saca el cartucho del extractor y se evapora el eter recuperándolo en el mismo sistema. Luego se seca el matraz en una estufa a 100°C hasta peso constante.

Cálculos:

$$\% \text{ Grasa Cruda (B.S.)} = \frac{\text{Peso del matraz con extracto} - \text{peso del matraz}}{\text{Peso de la muestra seca}} \times 100$$

5.- Determinación de Fibra Cruda (44).-

Se pesan exactamente alrededor de 2 g. de la muestra prepa

mente seca y desengrasada en un vaso de 600 ml. Se adicionan 200 ml. de ácido sulfúrico 0.255 N y se digiere a reflujo durante treinta minutos, contados a partir del inicio de la ebullición. Se filtra a través de un filtro de lino por decantación tomando de que pase lo menos posible de materia sólida al filtro, y se lava varias veces con aproximadamente 200 ml. de agua caliente cada vez hasta que desaparece la reacción ácida en el agua de lavado (comprobando con anaranjado de metilo).

El residuo que pasa al lino se regresa al vaso con el resto del material sólido y se agrega en seguida 200 ml. de NaOH 0.313 N. Se digiere a reflujo durante 30 min., contados a partir del inicio de la ebullición.

Se filtra nuevamente en el mismo lino, tomando las precauciones del caso anterior, y se lava varias veces con aproximadamente 200 ml. de agua caliente hasta la eliminación de la reacción alcalina (comprobando con fenolftaleína).

Se pasa cuantitativamente todo el contenido del vaso al filtro con ayuda del agitador y se lava con 40 ml. de alcohol etílico repartido en pequeñas porciones por toda la superficie.

A un crisol, tarado previamente, se pasa cuantitativamente el contenido del filtro, añadiendo alcohol si es necesario, y se seca en baño maría y luego en la estufa a 130°C hasta peso constante.

Se enfría en un desecador y se pesa, (valor A). Se calcina en un mechero con llama pequeña hasta eliminación de humos. Se introduce a la mufla a 550°C hasta peso constante. Se enfría en un desecador y se pesa (valor B).

Cálculos:

$$\% \text{ Fibra Cruda} = \frac{(A - B) \times 100}{\text{Peso de la Muestra}} \text{ (B.S.-grasa)}$$

6.- Determinación de Reductores. Método de Soxhlet, Modificación de Fehling (32,67).-

Se pesan exactamente de 5 a 10 g. de muestra homogeneizada. Se colocan en un matraz volumétrico de 100 ml. y se afora, se agrega sub-acetato de plomo para defecar hasta que queda una solución clara. Posteriormente se agrega oxalato de potasio para eliminar el plomo, de acuerdo a la siguiente reacción:



Los reductores directos se determinaron con esta solución.

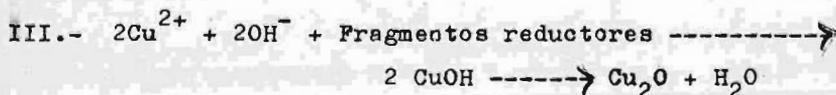
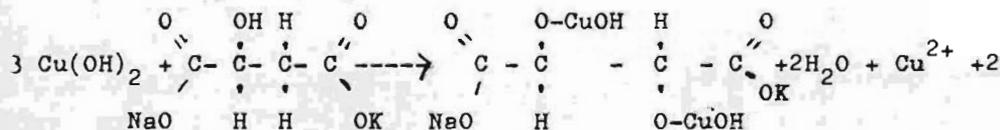
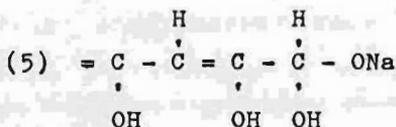
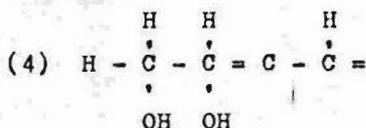
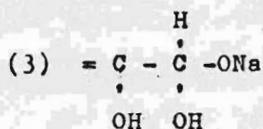
Solución de Fehling:

Es una mezcla de volúmenes equivalentes de: (a) solución sulfato de cobre al 7.5% y (b) solución alcalina de tartrato de sodio y potasio (35% de tartrato de sodio y potasio en una solución de NaOH al 10%).

Se mezclan 5 ml. de cada una de las soluciones en un matraz erlenmeyer, se adicionan 75 ml. de agua, y esta mezcla se titula en caliente con la solución problema, añadiendo como indicador azul de metileno. Esto mismo se repite una o dos veces más.

Los reductores totales se determinan tomando una parte alcuota de la solución problema en un matraz volumétrico de 100 ml. se agrega agua destilada hasta completar 5 ml. de HCl. concentrado. Esta mezcla se calienta en baño maría a 63°C. durante 3 minutos, e inmediatamente se enfría al chorro del agua. Se neutraliza con una solución concentrada de NaOH y se afora. Con esta solución se hace la titulación de acuerdo a la técnica descrita anteriormente.

Para calcular el factor de la solución de Fehling se pesa 475 mg. de sacarosa Q.P. seca. Se colocan en un matraz volumétrico de 100 ml. con 50 ml. de agua destilada y se procede del mismo modo que para reductores totales.



Los cálculos se efectúan con las siguientes fórmulas:

$$\% \text{ RD} = F \times \frac{\text{Vol. Tot. de Sol.}}{\text{Vol. gastado}} \times \frac{100}{\text{Muestra en mg.}}$$

$$\% \text{ RT} = F \times \frac{100}{\text{Alfucota}} \times \frac{\text{Vol. Tot. de Sol.}}{\text{Vol. gastado}} \times \frac{100}{\text{Muestra en mg.}}$$

7.- Determinación de Acidez (44)

Se pesan exactamente de 3 a 10 g. de muestra, se agregan 1. de agua destilada y se titula con una solución de NaOH -- 4 N usando como indicador azul de timol (cuando la muestra a un color rosa, como en el caso del xoconoztle o la salmuele los encurtidos), o fenolftaleína (en el caso del aguardien

Como el color rojo de la tuna cardona encubre el vire del cador, la acidez se valora con un potenciómetro "Analytical urements, modelo 707-B pH meter", con el cual se determinó punto de equivalencia.

culos:

$$\text{Acidez} = \frac{(\text{Vol. gastado} \times \text{N}_{\text{NaOH}}) \times \text{meq. del ácido principal} \times 100}{\text{Peso de la muestra en gramos.}}$$

La acidez de la tuna se reporta como porcentaje de ácido cí o de acuerdo a los informes anteriores.

Para el análisis de los encurtidos, la acidez se reporta co porcentaje de ácido láctico.

La acidez en el aguardiente se reporta como ácido acético.

II.- Determinación del pH.

Se determinó directamente con un potenciómetro "Analytical urements, modelo 707-B pH meter".

III.- Determinación de Gravedad Específica.

1.- En Líquidos (44).-

Se determina con ayuda de un picnómetro. Se pesa un picnóme seco de 50 ml., luego se llena con la muestra a 20°C y se -- . Posteriormente se llena con agua destilada a 20°C y se pe-

Los cálculos se hacen con la siguiente fórmula:

Grav. Esp = $\frac{\text{Peso del picnómetro con muestra-peso del picnómetro}}{\text{Peso del picnómetro con agua- peso del picnómetro.}}$

2.- En Sólidos.-

Se pesó una cantidad determinada de muestra y luego se midió el volumen de agua desplazada en una probeta.

Cálculos:

$$\text{Gravedad Especifica} = \frac{\text{Peso de la muestra}}{\text{Vol. de agua desplazada}}$$

IV.- Técnicas para Conocer la Calidad de la Pectina

1.- Determinación del Índice de Metoxilo (27).-

Se determinó de acuerdo a la técnica de Hilton modificada

En un matraz volumétrico de 100 ml. se colocan 0.2g. de muestra, se adicionan 40 ml. de agua destilada y se neutraliza por adición cuidadosa de NaOH 0.109 N. Luego se añaden 5 ml. de NaOH 0.4604 N. Se tapa el matraz, se agita y se deja reposar durante treinta minutos a temperatura ambiente. Luego se titula el exceso de álcali con HCl 0.1029 N. Se lleva a cabo el mismo procedimiento con un blanco. La diferencia de ambos indica la cantidad de álcali usada para la saponificación de acuerdo a la siguiente reacción:



Un mililitro de una solución 0.4604 N de NaOH contiene 0.0184 g. de sosa; por lo tanto, un ml. de NaOH 0.4604 N equivale a 14.26 mg. de metoxilo hidrolizado.

2.- Técnica para la Determinación de la Fuerza de Gelificación de la Pectina.

Preparación de la Curva Estándar (16).-

Se preparan geles con una pectina de manzana de 170° 190° US-SAG, de 70-76 % de esterificación y de gelificación rápida.

La fórmula básica para la preparación del gel es la -----
siguiente:

Agua destilada	-	45 ml.
Pectina (180°)	-	0.4333 g.
Azúcar (sacarosa)	-	77.567 g.
Peso final	-	120.0 g.

Si se usa otra pectina que no sea la de grado 180, se pesa una cantidad igual a 78 g. dividiendo entre el grado considerado. El peso del azúcar se altera para que el total de pectina y azúcar sea 78 g. El gel final contiene 65 % de sólidos solubles.

Se preparan tres geles con las cantidades antes mencionadas, y se combinan las proporciones de pectina y azúcar en los diferentes grupos de geles, suponiendo grados de gelificación menores y mayores al real. De ese se obtienen geles de distinta fuerza que sirven para definir un patrón de comportamiento.

Operatoria.

La pectina se mezcla con la tercera parte del azúcar. Esta mezcla se dispersa en el agua que estaba en un recipiente previamente tarado.

Se calienta agitando hasta ebullición y se adiciona el resto del azúcar calentando de nuevo hasta que volvió a hervir. Se pesa para verificar si tiene el peso adecuado. Si le falta peso se adiciona agua en exceso y se vuelve a consumir hasta alcanzar el peso deseado. Cuando se logra el peso adecuado la mezcla se vierte en moldes de 25 ml. de capacidad que contienen 0.4 ml. de una solución de ácido tartárico al 4.88 %. Se deja gelificar a temperatura ambiente y posteriormente se guarda a 10°C durante 4 Hrs. La fuerza de gelificación se mide con un penetrómetro que tiene las siguientes características:

Consta de una aguja de 4.08 cm. de longitud y 0.1254 g. de

peso que pende de un hilo y que puede deslizarse a voluntad a través de un tubo de vidrio.

Funcionamiento: Se sitúa el molde con el gel debajo de la aguja. Se coloca la aguja de tal forma que la aguja toque la parte superior del gel. Se deja que la aguja penetre libremente a través del gel durante diez segundos y se seca para medir la longitud de penetración. Se tabulan los promedios de los datos obtenidos y se construye una gráfica de grado real/grado supuesto vs. penetración en mm.

Para la determinación de la fuerza de gelificación de la pectina problema se usa la obtenida con un 20% de ácido sulfuroso. Los grados supuestos son de 30 y 60. Se prepara muestra suficiente para un solo molde en cada caso debido a que la cantidad de pectina disponible era escasa. Se le adicionó además un 0.06 % de cloruro de calcio monohidratado en relación al peso final.

V.- Técnicas para la Determinación de la Calidad del Aguardiente.

1.- Determinación del Contenido Alcohólico del Aguardiente.

Se determina en tablas (65) a partir de la gravedad específica.

2.- Determinación del Contenido de Esteres del Aguardiente (44).

Se transfieren 25 ml. del destilado a un matraz de 250 ml., se neutraliza la acidez libre y se añade un exceso de NaOH 0.1 N. El matraz se conecta con un condensador de agua, para reflujo. Se calienta una hora en baño maría. Se deja enfriar y se titula el exceso de álcali. La reacción que se lleva a cabo es la siguiente:



álculos:

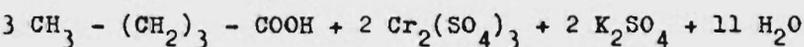
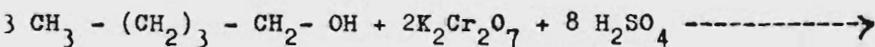
1 ml. de HCl 0.1 N equivale a 8.1 mg. de acetato de etilo.

3.- Determinación del Contenido de Aceite de Fusel en el licuado (Mezcla de Alcoholes Superiores Conocida como Alcohol Superior), (44).-

Después de titular el exceso de álcali en la determinación anterior, se transfiere la solución a un embudo de separación y se extrae cuatro veces con CCl_4 , usando porciones de 20, 15, - 5 ml. Se lavan las extracciones combinadas de CCl_4 con tres porciones de 25 ml. de solución de NaCl saturada y con dos porciones de 25 ml. de solución saturada de sulfato de sodio. La mezcla se agita durante un minuto. Se transfiere la capa de CCl_4 a un matraz conteniendo 25 ml. de solución oxidante (se prepara poniendo 10 g. de dicromato de potasio en 30 ml. de agua y se añaden 10 ml. de ácido sulfúrico); y se hierve a reflujo durante una hora. Pasado este tiempo se deja enfriar, se añaden 25 ml. de agua a través del refrigerante y se destila hasta que quedan 25 ml. en el matraz de destilación; se añadieron 25 ml. de agua y se vuelve a destilar hasta que quedan de 15 a 25 ml. en el matraz de destilación (hasta que la solución no presente color).

El destilado se titula con NaOH 0.1 N usando fenolftaleína como indicador.

Reacción (53):-



Un ml. de NaOH 0.1N equivale a 8.8 mg. de alcohol amílico.

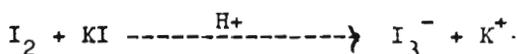
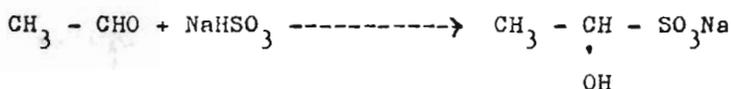
4.- Determinación del Contenido de Aldehídos en el Aguardiente (30,44).-

En un matraz con tapón estancado se miden 100 ml. de agua

destilada recientemente hervida y fría. Se añaden 10 ml. del destilado y en seguida 25 ml. de una solución de bisulfito de sodio 0.05 N. Se tapa el matraz y se deja en reposo durante treinta minutos, agitando de vez en cuando.

Pasado ese tiempo se añaden 25 ml. de solución valorada de tiosulfato de sodio 0.05 N. Cuando la solución presenta un color amarillo paja se agregan de 5 a 10 gotas de solución de almidón al 1% y se puso azul. Se agrega solución de tiosulfato hasta coloración completa. Se efectúan las mismas determinaciones con una prueba en blanco, conteniendo las mismas cantidades de yodo y bisulfito de sodio que la muestra.

Las reacciones que se llevan a cabo son las siguientes (23):



Los cálculos se efectúan con ayuda de la siguiente fórmula

$$\text{Acetaldehído} = \frac{(\text{ml. Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ muestra} - \text{ml. Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ Blanco}) \times N_{\text{Tios.}} \times E}{\text{Vol. de la muestra.}}$$

CAPITULO No.- 4

**ANALISIS BROMATOLOGICO DE LAS TU
NAS CARDONA Y XOCONOZTLE**

- INDICACIONES**
- ANALISIS BROMATOLOGICO DE LA TU
NA CARDONA**
- ANALISIS BROMATOLOGICO DE LA TU
NA XOCONOZTLE**
- CONCLUSIONES**

Análisis Bromatológico de las Tunas Cardona y Xoconoztle.

Se efectuaron análisis en cada una de las partes en que se divide normalmente a las tunas para su consumo, la tuna cardona se dividió en tres parte: cáscara (pericarpio y mesocarpio) pulpa (endocarpio) y semilla. La tuna xoconoztle se dividió en cuatro partes: pericarpio, mesocarpio, endocarpio y semilla. En este caso la parte que se aprovecha es el mesocarpio, pues está en mayor proporción con respecto a las otras.

Los análisis se efectuaron en frutos maduros y por duplicado. Los resultados se muestran en los cuadros No. 12 y 13.

El peso promedio calculado experimentalmente para la tuna cardona es de 75.00 g/tuna. La relación en peso de sus distintas partes es la siguiente: cáscara: 49.8 %, pulpa 44.9 % y semilla 5.3 %.

La tuna xoconoztle tiene un peso promedio de 55.13 g/tuna. Sus partes tienen la siguiente relación en peso: Pericarpio 5.11 %, mesocarpio 81.77 %, endocarpio 10.35 %, y semilla 2.77 %

Cuadro No. 12

Análisis Bromatológico de la Tuna Cerdona (*Opuntia streptacantha*)

Análisis	Cáscara		Pulpa		Semilla	
	% B.H.	%B.S.	%B.H.	%B.S.	%B.H.	%B.S.
Humedad	85.470	-----	86.60	-----	60.992	-----
Cenizas	2.420	16.655	0.260	1.940	0.182	00.466
Proteína Cruda	0.550	3.785	0.722	5.388	8.780	22.500
Grasa	0.066	0.460	0.172	1.230	3.260	8.380
Fibra Cruda	2.234	15.370	0.223	1.664	21.089	54.063
Acidez como Ac. Cítrico	0.729	5.017	0.052	0.388	0.033	0.084
R.T.	8.490	58.430	11.970	89.328	-----	-----
R.D.	2.648	18.220	10.420	77.760	-----	-----
R.I.	5.842	40.200	1.550	11.560	-----	-----
E.L.N.	0.041	0.283	0.001	0.001	5.664	14.507
pH	4.7		5.35			

Cuadro No. 13

Análisis Bromatológico de la Tuna Xoconoztle (*Opuntia imbricata*)

	Pericarpio		Mesocarpio		Endocarpio		Semilla	
	%B.H.	%B.S.	%B.H.	%B.S.	%B.H.	%B.S.	%B.H.	%B.S.
Madura	90.640	----	90.580	----	92.300	----	46.700	---
Verde	5.670	60.576	1.220	10.615	0.420	5.454	1.000	1.876
Grasa Cruda	0.475	5.074	0.092	0.985	0.186	2.415	7.475	14.024
	0.069	0.740	0.049	0.530	0.021	0.280	4.679	8.778
Proteína Cruda	1.613	17.232	0.824	8.747	0.201	2.610	40.113	75.258
Ascarbato como Cítrico	---	----	2.270	24.090	0.613	4.720	0.008	0.015
	---	----	2.070	22.185	6.251	81.181	----	----
	---	----	1.830	19.420	6.167	80.090	----	----
	---	----	0.240	2.547	0.084	1.090	----	----
	1.533	16.378	2.895	32.848	0.008	3.340	0.025	0.049
	5.11		3.45		3.95			

Conclusiones

- 1.- Es necesario hacer notar que las proporciones de los dis componentes de las tunas varía de acuerdo con el grado de madurez, edad del nopal, condiciones climatológicas, época del año, etc.
- 2.- El componente mayoritario de ambas variedades de tuna es el agua.
- 3.- El componente de proteína cruda es sumamente bajo en ambas variedades, lo que hace que se considere a la tuna como un alimento de bajo valor nutritivo desde ese punto de vista.
- 4.- En los análisis efectuados en este trabajo se encontró una proporción menor de grasa que la informada en análisis anteriores.

efectuados con anterioridad.

5.- Los componentes de mayor importancia para la industrialización de la tuna por su abundancia son los carbohidratos, se encuentran principalmente como reductores directos.

CAPITULO No. 5

DETERMINACION DEL TIEMPO DE CONSERVACION
DE LA TUNA CARDONA

- GENERALIDADES
- PARTE EXPERIMENTAL
- CONCLUSIONES

eterminación del Tiempo de Conservación de la Tuna Cardona
(Opuntia streptacantha) Relacionando a Distintas Temperaturas.
eneralidades.

El tiempo de conservación de un fruto se establece almace-
ándolo en condiciones determinadas y constantes hasta alcanzar
n grado de calidad deficiente.

Los factores que intervienen en la rapidez para que se deter-
ine la calidad puede dividirse en dos grupos de acuerdo a su
rígen (17,41):

1.- Los que corresponden al estado general de los frutos
ue se van a almacenar, como son:

a).- Hidrólisis de macromoléculas. Por lo que aumenta el --
contenido de mono y disacáridos, el de ácidos pécticos y dismi-
uye el de taninos.

b).- Descomposición de la clorofila

c).- Formación de nuevos pigmentos rojos y amarillos (En el
aso de la tuna se forman: betanina, isobetanina y betaxantina
54).

d).- Disminuye el contenido de algunos ácidos (en la tuna es
rincipalmente ácido cítrico).

e).- Aumenta el contenido de ésteres, aldehídos y cetonas.

Todas estas transformaciones determinan el color, consisten-
ia, sabor y aroma del fruto al maduras.

2. Los frutos que siguen un ciclo de maduración en el cual la *
ntensidad respiratoria disminuye hasta llegar a un mínimo, lue
o vuelve a subir hasta un máximo, para bajar por último hasta
esaparecer, reciben el nombre de "frutos climatéricos" (41).
este grupo se caracteriza por tener la facultad de madurar des-
ués de cosechados, lo que no ocurre con los frutos llamados
no climatéricos", que deben cortarse maduros.

En el cuadro No. 14 se ilustra el comportamiento de los frutos "climatéricos" y "no climatéricos".

Los frutos y legumbres pueden almacenarse sólo el tiempo que se conservan vivos y con capacidad para resistir al ataque de los microorganismos (17).

Parte Experimental.

En el presente trabajo, las variables que se manejaron fueron el grado de madurez de la tuna y la temperatura de almacenamiento. Se formaron siete grupos, cada uno estaba formado por cinco tunas, de las cuales cuatro tenían un grado de madurez óptima y una un grado de madurez incipiente. Las tunas se colocaron en recipientes de plástico, con una cubierta perforada para permitir el contacto con el medio ambiente. Cada grupo se mantuvo a una temperatura diferente pero constante, y se observaron diariamente para detectar los cambios posibles.

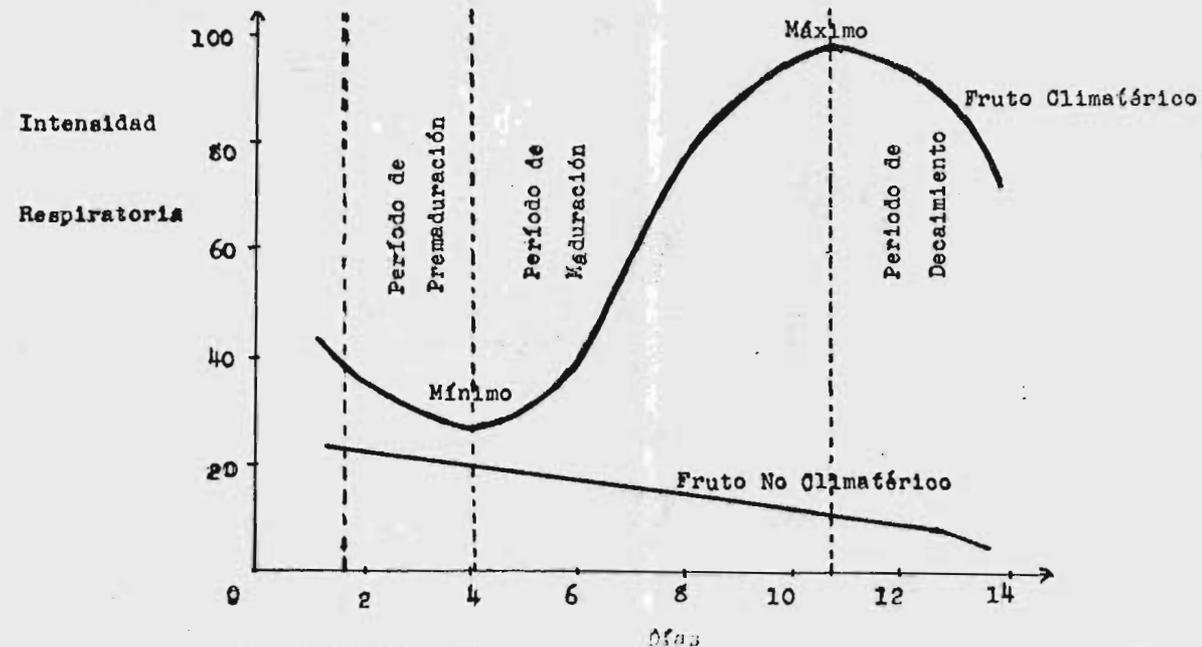
La escala que se usó para calificar el grado de calidad -- fué la siguiente (4):

- 9.- Excelente.- Fresca, sin defectos observables.
- 7.- Buena.- Sólo ligeros defectos.
- 5.- Regular.- Defectos presentes pero no objeccionable seriamente.
- 3.- Deficiente.- Defecto objeccionables.
- 2.- Inservible.- Por debajo de las condiciones usuales.

Las tunas con madurez óptima tenían inicialmente un grado de calidad 9. A las tunas con madurez incipiente se les atribuyó un grado de calidad 7, considerando su falta de madurez como un defecto ligero.

Las temperaturas correspondientes a cada grupo, así como el número de días necesarios para que el 50% de cada uno alcance un grado de calidad 3 se anotan en los cuadros No. 15, No. 16 y No. 17

No Climatéricos.



Datos tomados de: Molinas, M. "Fruto - conservación y Manejo". Ed. AEDOS, Barcelona, Esp. (1970)

Cuadro No. 15

Tiempo Necesario para que las Tunas Con Madurez Optima Alcanc
un Grado de Calidad Deficiente.

Grupo	Temperatura °C	Tiempo Días
1	-6	18
2	-3	5
3	-1	36
4	10	33
5	12	26
6	20	20
7	25	14

A/S {

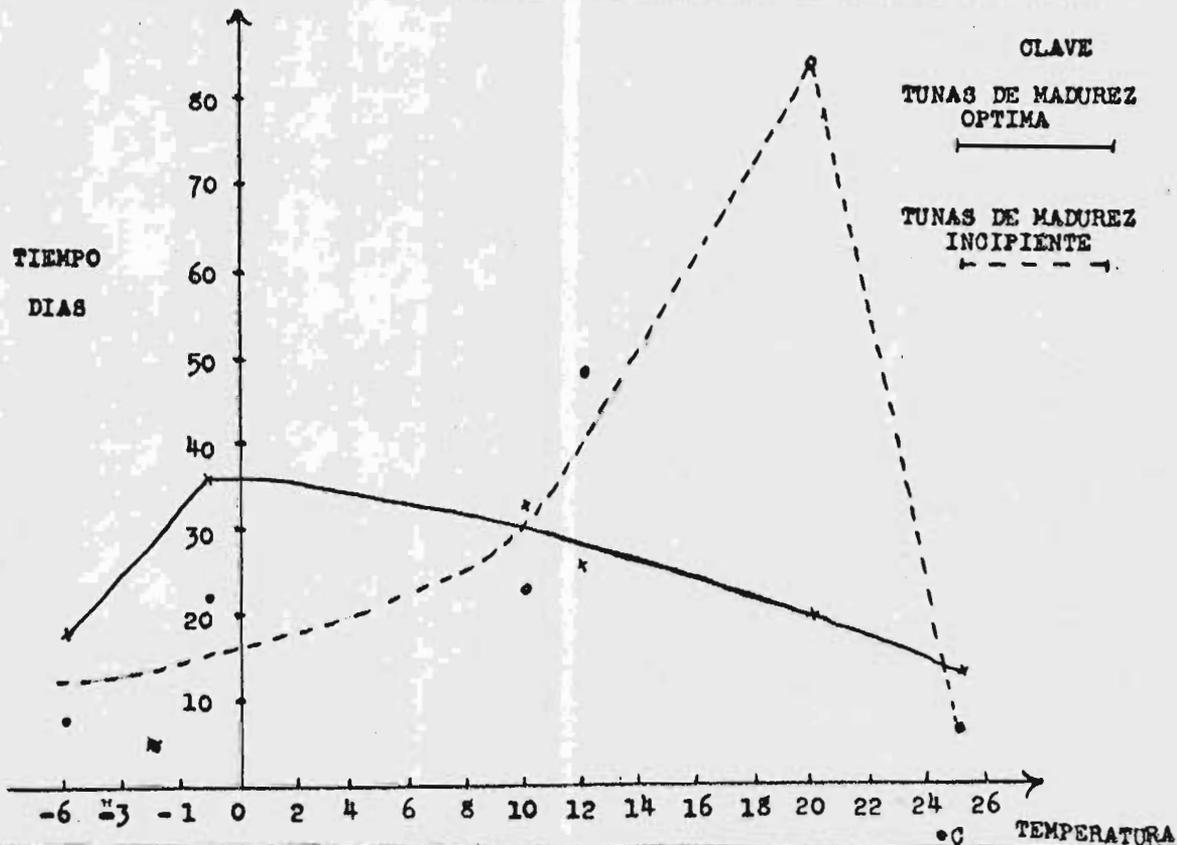
Cuadro No. 16

Tiempo Necesario para que las Tunas con Madurez Incipiente Alca
un Grado de Calidad Deficiente.

Grupo	Temperatura °C	Tiempo Días
1	-6	8
2	-3	5
3	-1	22
4	10	23
5	12	48
6	20	84
7	25	7

A/S

TIEMPO NECESARIO PARA QUE LAS TUNAS ALCANCEN UN GRADO DE CALIDAD DEFICIENTE



Determinación Química de la Maduración de la Tuna Cardona.

Los índices que se utilizaron para medir la Maduración de la tuna cardona fueron:

a) Contenido de Acidez.- Informado como porcentaje de ácido cítrico.

b) Contenido de Reductores Totales (R.T).- Informado como porcentaje de sacarosa invertida.

c) Contenido de Reductores Directos (R.D).- Informado, como glucosa.

d) Relación Reductores Directos/Reductores totales (R.D./R.T.).

Los resultados se informan en los cuadros No. 18 y No. 19.

Cuadro No. 18

Determinación Química de la Maduración de la Tuna Cardona.

(Opuntia streptocantha).

Grado de Madurez de la tuna	Acidez % B.H. como Ac. cítrico	R.T. % B.H.	R.D. % B.H.	R.D./ R.T.
1.- Madurez Incipiente	0.333	11.02	8.72	0.79
2.- Madurez Óptima.	0.052	11.97	10.42	0.87
3.- Sobremadurez	0.068	10.81	10.41	0.96
4.- Pudrición	2.914	4.04	4.00	0.99

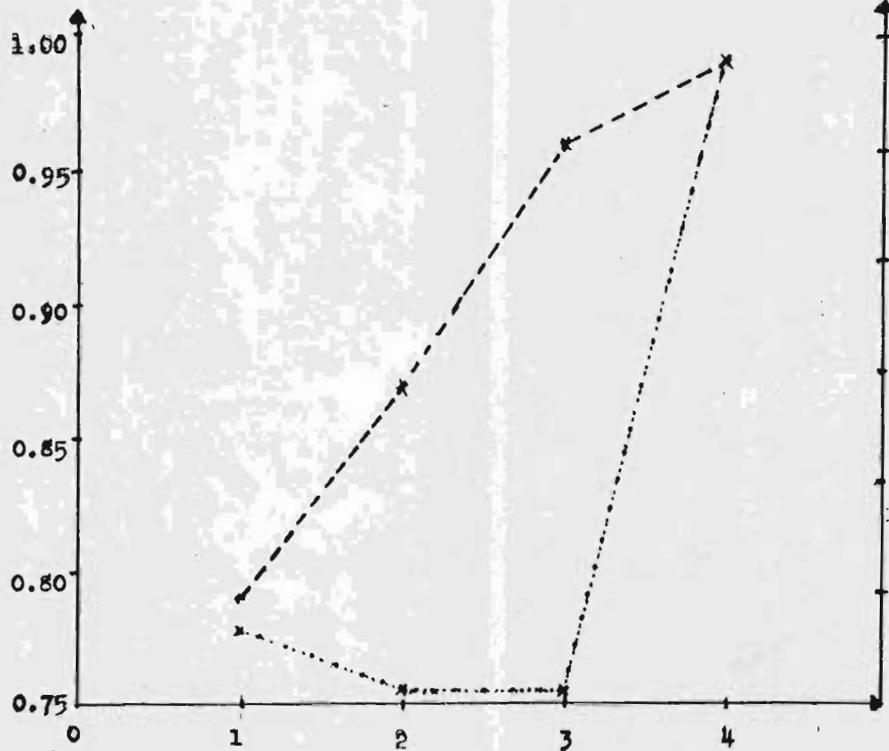
El contenido de **acidez** en la tuna podrida es principalmente de ácido acético (2.731 % B.H.). En la tabla No. 18 se informa como ácido cítrico para tener un resultado congruente con los demás datos.

(Opuntia streptacantha).

-5-

$\frac{R.D.}{R.T.}$

Clave
- - - -



Acidez
2.5 como
Ac. Cítrico
S.H.

Clave
.....

Grado de Madurez de la Tuna Cardona

Conclusiones

1.- Considerando como variable la temperatura de almacenamiento, se obtuvieron los datos siguientes:

a).- A -6°C . las tunas se mantuvieron congeladas.

El tiempo de conservación resultó ser de 16 días. El único inconveniente que se observó fué que al descongelarse las tunas perdieron consistencia, debido seguramente a que la congelación fué llevada a cabo lentamente, por lo que la formación de cristales grandes de hielo dañaron los tejidos de las frutas.

Esta temperatura de conservación será útil sólo cuando la textura del fruto no sea importante en el producto que se desea obtener.

b).- A -3°C los frutos presentaron una congelación muy débil, que desaparecía en pocos momentos cuando se efectuaban las observaciones diarias, debido a que se guardaban a una temperatura cercana al punto de congelación. A los pocos días, las tunas fueron adquiriendo una textura completamente aguda.

c).- Por lo que se observó a temperaturas superiores a -3°C , se deduce que la temperatura más adecuada de conservación para la tuna cardona es de -1°C cuando están en su grado óptimo de madurez, y de 20°C cuando la madurez es incipiente.

2.- En relación al grado de madurez se observó lo siguiente:

a).- Las tunas que se cortaron con madurez incipiente no maduraron posteriormente a ninguna temperatura por lo que se deduce que la tuna es un fruto No Climatérico.

b).- A temperaturas superiores a -1°C (temperatura a la cual no se han congelado) las tunas que han alcanzado su óptima madurez decaen rápidamente mientras que las tunas con madurez incipiente se conservan mejor a temperaturas superiores, hasta llegar a 20°C .

c).- Las temperaturas de almacenamiento a nivel rural
són siempre las que no requieran refrigeración, tanto con las
tunas maduras óptima, como con las tunas con madurez incipiente.

3.- Los defectos que las tunas van adquiriendo con el tiem
son:

a).- Aumento de las contaminaciones micológicas que
fruto ya traía inicialmente, así como la transmisión de las
asmas a los frutos vecinos.

b).- Deshidratación progresiva de los frutos, provocan
se arrugamiento de la cáscara, así como también la aparición
costras de tejido seco alrededor de las aréolas y en las ori
as.

c).- Las tunas van perdiendo consistencia con el tiem
. La aparición de ablandamiento severo de color café o negro
nota primero en el exterior del fruto y se va extendiendo ha
a el interior.

Tomando en cuenta estas observaciones, es recomendable no
mezclar los frutos sanos con los infectados, permitir que estén
en ventilados y no encimarlos demasiado cuando se almacenan.

4.- Como era de esperarse, el contenido de reductores di -
ctos (R.D.)² aumenta en relación a los reductores totales (R.T)
el proceso de maduración, debido a reacciones de hidrólisis.
contenido de acidez es mayor en el fruto con madurez incipien
, para bajar luego en el fruto maduro y subir drásticamente
el fruto podrido, debido a la formación de ácido acético a
rtir de los carbohidratos fermentescibles.

CAPITULO No. 6

OBTENCION DE PECTINA A PARTIR DE LA
CASCARA DE LA TUNA CARDONA (OPUNTIA
STREPTACANTHA).

- GENERALIDADES
- TECNICA PARA LA OBTENCION DE PEC-
TINA EN EL LABORATORIO
- RESULTADOS
- CONCLUSIONES

ción de Pectina a Partir de la Cáscara de la Tuna Cardona
(Opuntia streptacantha).

validades.-

Las sustancias pécticas se encuentran en las plantas su-
res formando parte de la caps intercelular denominada lame-
(5,27,36,38,42).

Son carbohidratos complejos que contienen una gran propor-
de ácido polianhidrogalacturónico. Los grupos carboxílicos
os ácidos se pueden encontrar libres, esterificados por gru-
metoxilos o neutralizados parcial o totalmente por una o más
s.

Protopectina.- Porción insoluble de las sustancias pécti-
que se encuentra asociada a la celulosa y que puede liberar-
por hidrólisis ácida o enzimática.

Acidos Pectínicos.- Son polímeros coloidales del ácido anhí-
galacturónico parcialmente esterificado y que se forman por
ólisis de la protopectina.

Pectina.- Son los ácidos pectínicos solubles en agua. Tienen
ecultad de formar geles en presencia de azúcar y ácido y en
tas condiciones, en presencia de cationes alcalinotérreos.

Acidos Pécticos.- Estan formados por cadenas de ácido polian-
ogalacturónico sin esterificar, aunque pueden estar parcial o
lmente neutralizados, formando los llamados pectatos. .

ema de Extracción.-

Consisten básicamente en dos pasos: Hidrólisis de la proto-
ina y separación de los demás componentes (25,42).

La hidrólisis se efectúa generalmente en medio ácido y calen-
o.

Para la separación de las sustancias pécticas se utilizan
os sistemas, como el tratamiento enzimático para solubilizar

el almidón y las proteínas, y una precipitación posterior con alcohol amílico, etílico, acetona o bien, una precipitación en trolítica, coloidal o por adición de sales. También se puede secar la solución pectínica por aspersión o con secadores de tambor.

Gelificación.-

Las sustancias pécticas pueden formar dos tipos principales de geles (25):

1.- Por adición de sales de calcio u otros cationes alcalinotérreos a las soluciones pectínicas ligeramente aciduladas, cuando el índice de esterificación es bajo.

2.- Por una alta concentración de azúcar (65%) en soluciones pectínicas que tengan un pH adecuado (menor de 3.5).

Las pectinas y ácidos pectínicos altamente esterificados no forman geles (38). Conforme baja el índice de esterificación la fuerza de gelificación es mayor hasta llegar a un máximo en el 8%; con valores más bajos, la fuerza del gel es menor.

El tamaño de las moléculas también influye en la gelificación; con moléculas pequeñas resultantes de una hidrólisis exclusiva, el gel resulta más débil (38).

Cuando decrece el pH, el cuajo es más rápido y más consistente hasta llegar a un máximo en 2.45 (42).

El gel puede verse como una forma de coagulación debido a la desionización de los grupos carboxilos en alta concentración de iones hidrógeno (42). La red de pectina ocluye la sacarosa y el agua, combinándose por puentes de hidrógeno.

A mayor concentración de pectina se requiere mayor concentración de ácido debido a la acción amortiguadora de las bases inorgánicas presentes en la pectina (42).

Las pectinas pueden dividirse en tres grupos de acuerdo al

rado de esterificación (36):

- a).- Pectinas gelificación rápida.
- b).- Pectinas de gelificación lenta.
- c).- Pectinas de bajo índice de metoxilo.

Dentro de las primeras se encuentran las que tienen un gra de esterificación mayor de 70% y gelifican en menor tiempo o mayor temperatura. Las segundas son las que tienen un 50 a - de esterificación y gelifican con mayor lentitud o a tempe ras más bajas. Las terceras son las que tienen menor de 50% esterificación, son de gelificación rápida y se usan más en formación de geles que no tengan un alto contenido de ----- dos.

La fuerza de gelificación la determinan los fabricantes métodos muy diversos, y por lo tanto, las unidades que re- an estan de acuerdo al método utilizado. Las unidades más cidas son:

1.- Grado de gelificación (38).- Se refiere a los gramos azúcar que puede gelificar un gramo de pectina en forma sa-- actoria.

2.- Grados US-SAG (16).- Cuando el gel se coloca invertido recipiente, el decremento en la altura se lee como % de sag ayuda de un micrómetro.

3.- Grados Blomm (9).- Se miden con un aparato, el cual -- ta de una plomada de peso determinado que se introduce en el a una distancia predeterminada y dentro de ciertos lími- de tiempo. La fuerza necesaria para introducir la plomada ide y nos da la lectura correspondiente a la fuerza de geli- ción, de acuerdo a las lecturas obtenidas con una serie de ones.

Técnica para la Obtención de Pectina en el Laboratorio.

I.- Preparación de la Muestra.

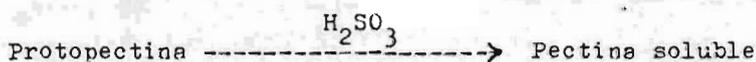
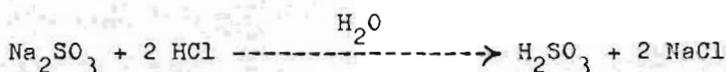
1.- Se corta la cáscara de la tuna y se separa manualmente de la pulpa.

2.- Se ponen las cáscaras en una coladera y se frotan hasta separar la cascarilla (pericarpio) de la parte blanda (mesocarpio).

II.- Hidrólisis de la Protepectina.

1.- Se pone la muestra ya pesada en un recipiente y se agrega su mismo volumen de agua llenando así hasta un tercio de la altura del recipiente. Se adicionan sulfito de sodio y ácido clorhídrico suficiente para obtener cantidades predeterminadas de ácido sulfuroso.

2.- Se calienta hasta alcanzar una temperatura por cinco minutos más. La hidrólisis se efectúa de acuerdo con las siguientes reacciones:



3.- Se filtra a través de una manta para eliminar los sólidos insolubles.

III.- Precipitación de la Pectina.

1.- Se adiciona etanol de 96° G.L. al filtrado hasta alcanzar el 66% en volumen.

2.- Se deja reposar 10 a 15 minutos y se filtra con papel filtro de poro abierto.

IV.- Secado.-

1.- Finalmente se seca con una lámpara a una temperatura no mayor de 35°C.

2.- Se redisuelve en la menor cantidad de agua posible, se precipita con etanol de 96° G.L. y se filtra.

Resultados.

efectuaron diversas pruebas para determinar cual era la
 d de ácidos sulfurosos conveniente para efectuar la hi -
 s. Tambien se determinaron los índices de metoxilo de
 a la técnica explicada en el capítulo No. 3
 s resultados se encuentran anotados en los cuadros 20 y

Cuadro No. 20

para la Obtención de Pectina de la Cáscara de la Tuna
 Cardona.

H ₂ SO ₃ , % p/p en relación a la muestra	Pectina Extraída % B.H.	Índice de Metoxilo	Color
13.5	0.1091	no se de- terminó	crema
17.0	0.3120	0.3520	café oscuro
19.8	0.3120	0.5330	crema
20.0	0.5080	0.5920	café claro
21.0	0.4405	0.9380	crema
26.0	0.7402	1.0820	crema

Cuadro No. 21

para la Obtención de Pectina de la Pulpa de la Tuna
 Cardona (Siguiendo la Misma Operación).

H ₂ SO ₃ , % p/p en relación a la muestra	Pectina Extraída % B.H.	Índice de Metoxilo	Color
15	0.0515	5.12	crema

Determinación de la Fuerza de Gelificación de la Pectina
Obtenida.

La técnica para su determinación se explica en el capítulo correspondiente, los resultados están anotados en los cuadros No. 22, No. 23 y No. 24. Para determinar la fuerza de gelificación se utilizó la pectina extraída con 20% de H_2SO_3 debido que tenía uno de los porcentajes más altos, además de que era la que consumía más ácido sulfuroso.

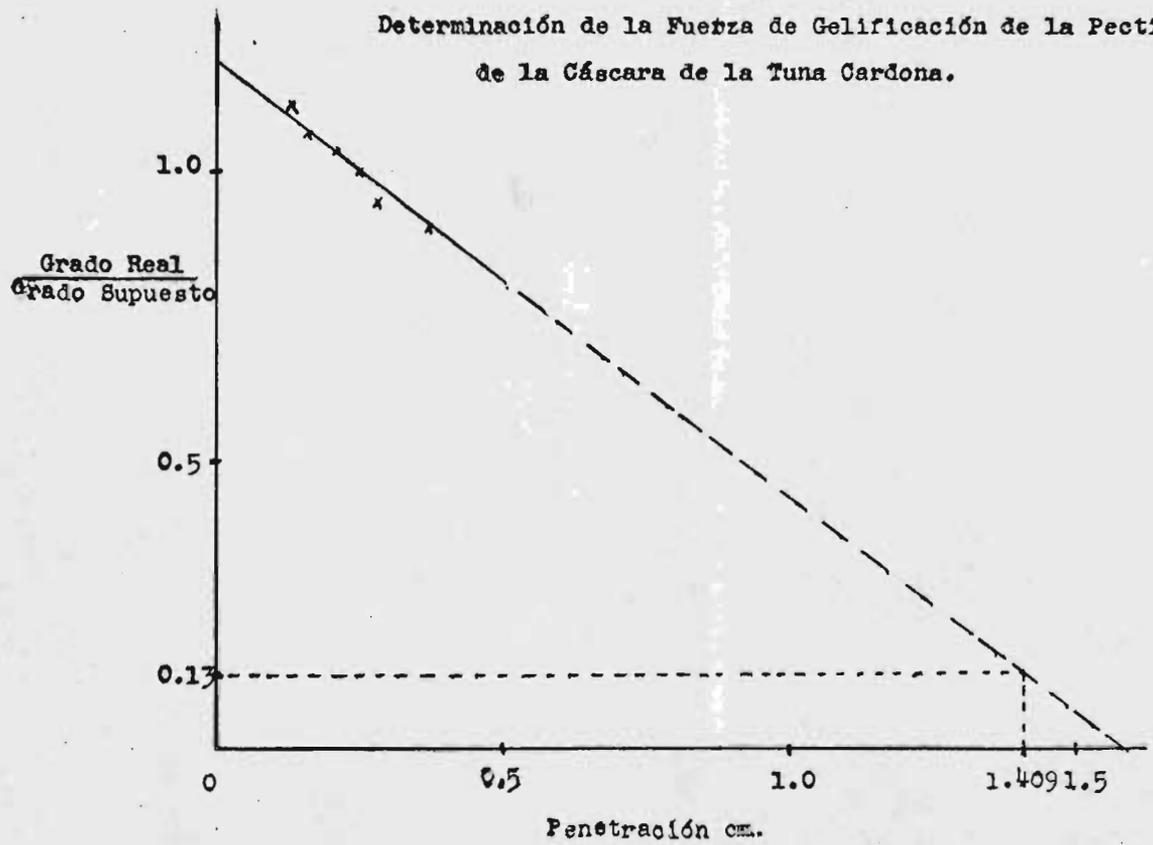
Cuadro No. 22

Curva Estandar de la Fuerza de Gelificación de la Pectina Pa

Lote No.	°US-SAG supuesto	Penetración mm.	Grado Real/Grado Supuesto	Tpo gel. caca a 23
1	160	1.35	1.125	20 m
2	170	1.60	1.058	"
3	175	2.10	1.028	"
4	180	2.50	1.000	"
5	190	2.85	0.947	"
6	200	3.70	0.900	"

Cuadro # 23

Determinación de la Fuerza de Gelificación de la Pectina
de la Cáscara de la Tuna Cardona.



-65-

Cuadro No. 24

Datos de la Determinación de la Fuerza de Gelificación de la Pectina de la Cáscara de la Tuna Cardona.

Muestra No.	°US-SAG supuesto	Penetración mm.	Grado Real/Grado Supuesto (de la gráfica).	Tiempo para Alcanzar la Consistencia final.	°US-SAG real.
1	30	14.09	0.13	25 min.	3.9
2	60	Completa, no se pudo medir.		" "	

Conclusiones.

El contenido de pectina en el endocarpio es extremadamente bajo; el del mesocarpio es algo superior. Podemos comparar estos resultados en el cuadro No. 25

Cuadro No. 25 (13,42)

Algunos Contenidos de Pectina como Pectato de Calcio Crudo/100g.

Origen	Pectina g/100g.
Cáscara de Tuna Cardona (<i>Opuntia streptacantha</i>).	0.508
Pulpa de Tuna Cardona (<i>Opuntia streptacantha</i>).	0.0515
Manzana (<i>Prunus malus</i> , L.)	0.75-3.18
Hueso de ciruela (<i>Prunus domestica</i> , L)	0.82-1.15
Cereza (<i>Prunus avius</i> , L.)	0.24-1.70
Membrillo (<i>Cydonia vulgaris</i>)	4.19
Peras (<i>Pyrus communis</i> , L.)	3.79
Grosella (<i>Ribes</i>)	1.47

El color era ligeramente más oscuro que el de las pectinas ciales, lo que indica que aun está impura.

Como el índice de metoxilo era muy bajo la pectina obteni- solubilizaba difícilmente en el agua. La fuerza de gelifi- n también resultó muy baja. Puede considerarse, por lo tan- ue no tiene calidad para aplicación industrial.

CAPITULO No. 7

OBTENCION DE JARABE DE TUNA CARDONA

- GENERALIDADES
- OBTENCION DE JARABE DE TUNA CARDONA EN EL LABORATORIO
- CONCLUSIONES

Obtención de Jarabe de Tuna Cardona en el
Laboratorio.

Para el desarrollo del jarabe de tuna cardona se pesó un kilo de tuna, que se lavó con agua y detergente para eliminar la tierra que estuviera adherida al pericarpio, enjuagando efectivamente con agua, con una concentración de seis p.p.m. de cloro, para evitar fuentes de contaminación microbiana. Para la extracción del jugo de la tuna se hizo manualmente. Se hicieron dos cortes transversales, uno de cada extremo del fruto y uno longitudinal, de esta manera se desprendió el pericarpio y quedando el mesocarpio y las semillas. La separación de las partes se efectuó con un colador manual, separándose efectivamente 0.502 Kg. de jugo de tuna.

Se efectuó el análisis bromatológico en la pulpa (Cuadro No. 24).

En el proceso de evaporación se efectuaron experimentos con los cuales se modificó la temperatura y el sistema de calentamiento. El jugo se evaporó en baño maría a una temperatura de 60°C, presión de 585 mm. Hg (presión de la ciudad de México) con un sistema de agitación. Con este método se concentró el jugo hasta 13° Brix hasta obtener la apariencia de un jugo con una concentración de 63° Brix.

Se efectuó el siguiente análisis bromatológico en el jarabe de tuna cardona (cuadro No. 25).

Cuadro No. 26

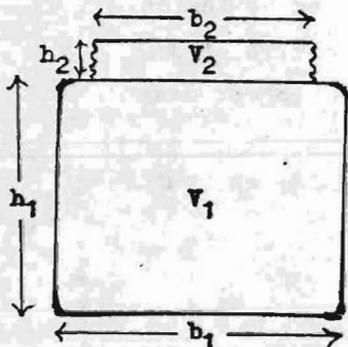
Análisis Bromatológico del Jarabe de Tuna Cardona.

Reductores totales	58 %
Fibra cruda	2.6 %
Acidez (ácido cítrico)	0.28%
pH	3.7 %
°Brix	63°
Humedad	37 %

El jarabe de tuna cardona se envasó a 70°C en frascos de 222 cm³. y se le adicionó 1 ml. de una solución de benzoato de sodio de 0.1 g/ml.

Cuadro No. 27

Dimensiones de los Frascos Empleados para Envasar los Productos de Tuna.



$$V = V_1 + V_2$$

$$V_1 = b_1 \times h_1 \qquad V_2 = b_2 \times h_2$$

$$b_1 = r_1^2 \qquad b_2 = r_2^2$$

$$r_1 = 3.45 \text{ cm} \qquad r_2 = 3.05 \text{ cm}$$

$$b_1 = 3.14 \times (3.45)^2 \qquad b_2 = 3.14 \times (3.05)^2$$

$$b_1 = 37.5 \text{ cm}^2 \qquad b_2 = 29.37 \text{ cm}^2$$

$$h_1 = 5.9 \text{ cm} \qquad h_2 = 0.7 \text{ cm}$$

$$V_1 = 37.5 \times 5.9 \qquad V_2 = 29.37 \times 0.7$$

$$V_1 = 222 \text{ cm}^3 \qquad V_2 = 20.559 \text{ cm}^3$$

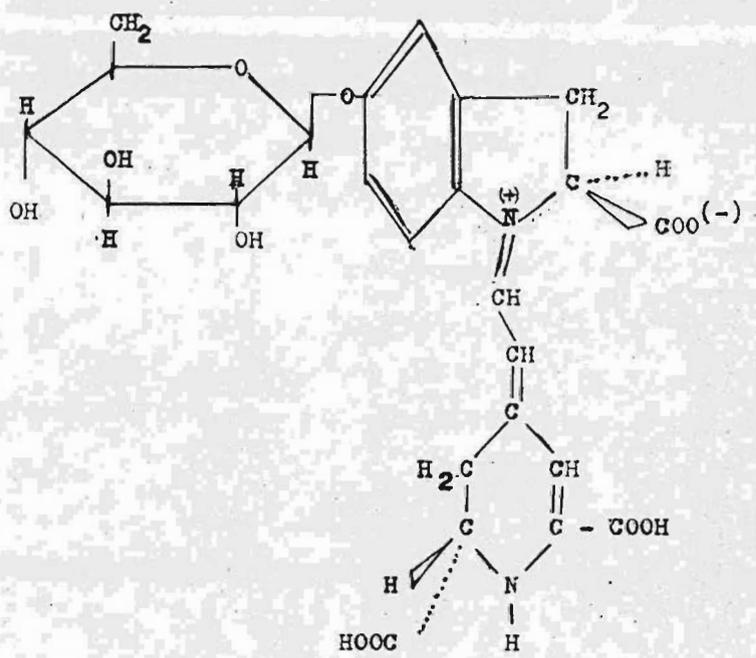
$$V = V_1 + V_2 = 222 + 20.559 = 242.559 \text{ cm}^3$$

$V =$ Volumen que se desea alcanzar a 90°C.

Conclusiones.

Al evaporar el jugo de la tuna cardona se encontró de 63° Brix a 63°, aumentando la concentración de azúcares reductores totales de 12 % a 58 %, por lo que se recomienda emplear en la fabricación de nectares y mermelada.

Durante el proceso de evaporación si la temperatura era mayor de 70°C, existía una decoloración por la descomposición de las betanidinas que son los pigmentos que se encuentran en el jarabe de la tuna cardona (33). Esta descomposición se evitó ralentando el jarabe en baño maría a temperatura menor de 70°C agitando constantemente hasta alcanzar la concentración en jarabe de 63° Brix.



5 - O - β - D glucopiranosido de betanidina.

CAPITULO No. 8

OBTENCION DE AGUARDIENTE DE LA TUNA
CARDONA (OPUNTIA STREPTACANTHA).

- GENERALIDADES
- OBTENCION DE AGUARDIENTE EN EL
LABORATORIO
- CONCLUSIONES.

Obtención de Aguardiente de la Tuna Cardona

(*Opuntia streptacantha*)

alidades.

La fermentación tiene su origen etimológico en la palabra "fervere", que significa ebullición (47). Esto se observa en la obtención del vino, donde se producía un burbujeo cuando ocurría la fermentación.

Las características de la fermentación alcohólica son (13, 47). La producción de etanol y bióxido de carbono como productos principales, a partir de carbohidratos fermentescibles en condiciones anaerobias ocasionada por algunas especies de levaduras.

Las características de la levadura con calidad industrial son las siguientes (47).

Gran actividad fermentativa, resistencia a concentraciones de alcohol hasta de 9 % ; rendimientos elevados, resistencia a la acidez normal de la fermentación, a una temperatura de 34°C y a algunos antisepticos como los sulfitos o los nitratos, con una concentración hasta de 150 ppm.

Las levaduras usadas en la producción industrial de alcohol representan la siguiente clasificación taxonómica (7, 13, 47)

Reino: Vegetal, subreino: Thallophyta, división: Eumycetes, clase: Ascomycetes, familia: Saccharomycetaceae, género: Saccharomycetoideae, tribu: Saccharomyceteae, especie: Saccharomyces cerevisiae.

A los líquidos destilados de fermentos alcohólicos se les llama genéricamente aguardientes (13). Tienen más de 30% de alcohol y un 2 % de azúcar como máximo.

Los pasos para obtener aguardiente son, en general (30, -

47, 57):

- 1.- Preparación del mosto
- 2.- Fermentación
- 3.- Destilación y
- 4.- Añejamiento o Maduración.

1.- Preparación del Mosto.

La concentración de azúcar recomienda (57) entre el 10 y el 18%, la gravedad específica entre 1.0000 y 1.1050. El pH óptimo para una fermentación industrial se encuentra (57) entre 3.5 y 5, y la temperatura óptima entre 25° y 30°C (57). La acidez expresada como ácido, tartárico, cítrico, málico, etc., estará en un rango de 0.5 a 2 g/l. Algunos autores la han informado de iones como (57): sulfato (400 - 500 ppm), fosfato (500 - 680 ppm), cloruro (120 ppm), calcio (30 ppm), magnesio (20 - 50 ppm), sodio (40 - 80 ppm) y potasio (300 ppm); oligoelementos como (47, 57): boro, cobre, talio, yodo, magnesio, fierro, cinc (en total 0.24 ppm); vitaminas como (57): biotina, pantotenato de calcio, inositol, niacina, ácido p-aminobenzoico, piridoxina, tiamina, riboflavina (aproximadamente 4000 g/l); compuestos nitrogenados como (57): sales inorgánicas de amonio (0.7 - 1.0 g/l), o aminoácidos, péptidos y peptonas (1.32 mg/l) principalmente.

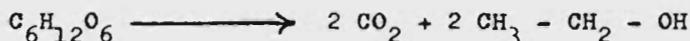
En el pie de cuba es recomendable (57) una aereación vigorosa ($2.2 \text{ m}^3/\text{min}$. para 3.8 Kg Kg de levadura) con el fin de -- ayudar a la propagación del inóculo, en tanto que durante la fermentación alcohólica conviene tener condiciones de anaerobiosis.

2.- Fermentación.

Comunmente se inocula el mosto con un pie de cuba que representa del 4 al 6% de su volumen inicial (57). Se usan tan--

es de fermentación (57) de 2000 a 4000 l. de capacidad, recuertos en su interior con acero inoxidable, esmalte vidriado algún otro material adecuado. Además tienen una chaqueta de enfriamiento.

El mecanismo de la fermentación alcohólica ha sido objeto de estudio desde 1692 (57), cuando Becher dió a conocer, como resultado de sus experiencias, que sólo en presencia de azúcares puede producirse alcohol por medio de una fermentación. Se ha considerado clásica la ecuación de Gay-Lussac (13, 57), en la que se establece que 45 partes de glucosa producen 23 partes de alcohol etílico y 22 de anhídrido carbónico:

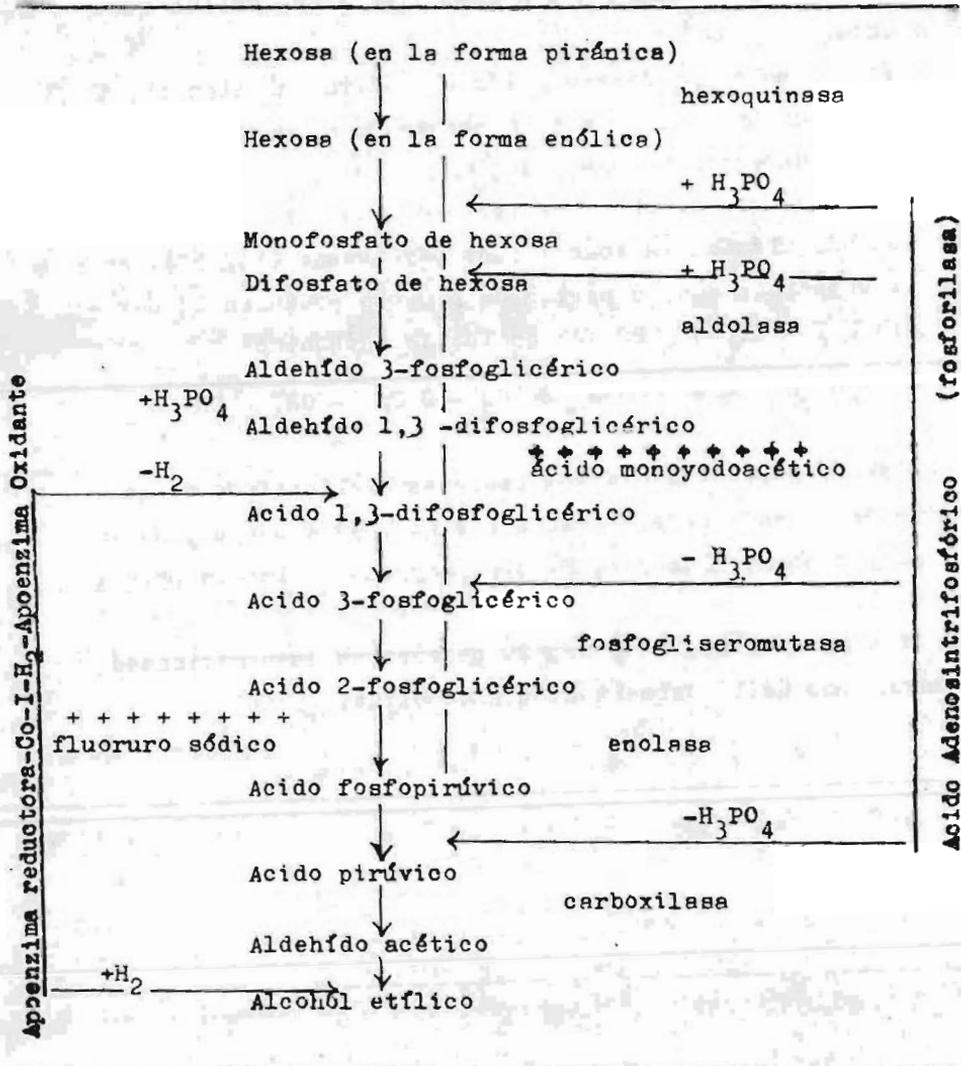


Son de gran importancia los esquemas explicativos de la fermentación alcohólica elaborados por (47, 57): Baeyer, Harner, Young, Neuberg, Lebedew, Struyk, Meyerhof y Embden principalmente.

En los cuadros No. 28 y No. 29 se explica esquemáticamente el mecanismo de la fermentación alcohólica.

Cuadro No. 28 (47)

Esquema General de la Fermentación Alcohólica.



caprífico (p.e. 179.8°C), etc.

b).- Aldehídos como el acético (p.e. 20.2°C.) y otros, ucidos por la oxidación de los alcoholes, como el butírico . 73°C.), isovalérico (p.e. 92.5°C), caprífico (p.e. 130°C), tico (p.e. 154°C), acrílico (p.e. 52.5°C), y acetal (p.e.- 2°C).

c).- Acidos provenientes del mosto y otros producidos por acción de los aldehídos (p.e. del ácido acético 118°C).

d).- Esteres del mosto, como acetato de etilo (p.e. 77.1°C), y otros producidos por esterificación de los alcoholes -- los ácidos, como formiato de etilo (p.e 54°C), acetatos de etilo (p.e. 89.9°-101.6°C), de butilo (p.e.111.5°-125.1°C.), o (p.e. 141.2°-142°C.) y propionato, butirato, isovalerato, oato y enantiato de etilo 99.1°-187°C.).

e).- Glicerol (p.e. 29°C) y su producto de oxidación, la glicerina.

f).- Furfural Acetal (102.2°C), para acetaldehído (124.4°C) y furfural (160.5°C).

g).- Amoníaco como producto de las materias nitrogenadas del mosto (p.e. 33.42°C).

h).- Productos de hidrólisis y de reacción entre los diversos componentes.

La fracción del destilado que contiene los componentes con un punto de ebullición menor que el etanol se denomina comúnmente cabezas, la que no se separa de las flemas se llama colas.

En solución acuosa, el etanol destila formando partes de una mezcla azeotrópica constituida por 95.57% de alcohol y 4.43% de agua a una temperatura de 78.15°C(47), que es inferior al punto de ebullición del alcohol puro 78.4°C., ambos a presión del mar.



Las vinazas pueden ser tratados eliminando sólidos en suspensión, el ácido tartárico y sus sales, lo que aumenta el pH y disminuye el B.O.D. . Después son concentrados y pueden venderse como componentes de abonos, puesto que tienen un alto contenido de sales nutritivas (57). O bien, pueden rociarse o regarse directamente en suelos arados para eliminarlos en forma -- útil, sin producir contaminación (74).

4.- Añejamiento (3, 39, 57).-

El añejamiento del aguardiente se lleva a cabo primero en barricas (generalmente de roble blanco), y luego en botellas.

Los cambios que sufre son físicos, químicos y por consiguiente, organolépticos.

A).- Físicos.-

Hay pérdida de peso por evaporación y además extracción de sustancias solubles de la madera.

B).- Químicos.-

Las reacciones que se producen en el añejamiento son, principalmente:

a).- Oxidación.- Aumenta el contenido de aldehído acético y de ácido acético.

b).- Acetilación.- Dependiendo del grado alcohólico y del contenido de acetaldehído.

c).- Esterificación.- Depende del grado alcohólico, contenido de ácidos y potencial Redox.

d).- Hidrólisis.- Se hidrolizan la hemicelulosa y la lignina de la madera.

e).- Concentración e intercambio.- Los compuestos fenólicos y los aldehídos extraídos de la madera se concentran e interaccionan con los componentes del destilado.

f).- Neutralización.- El álcali del vidrio neutraliza

ligeramente los ácidos del destilado.

C).- Organolépticos.- Se desarrolla color, el producto en general se suaviza y aparecen aromas característicos debido a la esterificación y a los aldehídos.

Obtención de Aguardiente en el Laboratorio.

1.- Preparación del mosto.-

a).- Se corta la cáscara y se separa manualmente de la pulpa.

b).- Se separa la semilla de la pulpa frotando contra un colador. La pulpa tiene una gravedad específica de 1.0480 a 20°C.

c).- Para clarificar la pulpa se pasa a través de -- algodón.

d).- Se adiciona un 2% de sulfato de amonio y un 0.1% de fosfato monobásico de amonio al mosto para enriquecerlo

e).- Se adiciona metabisulfito de potasio en una proporción de 150 mg/l de mosto para inhibir una posible contaminación bacteriana.

f).- Se ajusta el pH a 4.7 con un potenciómetro Analyt ical Measurements, modelo 707 B.

g).- Se calienta el mosto a 60°C. por 20 minutos y -- posteriormente se enfría al chorro del agua para lograr una -- pasterización.

2.- Inoculación.-

Se inoculan 50 ml. del mosto con una asada de levadura -- *Saccharomyces cerevisiae* variedad champagne.

Este pie de cuba se deja desarrollar a temperatura ambiente con sereación continua durante 48 horas.

3.- Fermentación Alcohólica.-

El pié de cubase adiciona a 655 ml. de mosto lo que da un volumen total de 705 ml. Se deja fermentar durante 48 horas. Se efectuaron los análisis de acidez, peso, °Bx y reductores totales que se indican en el cuadro No.30, a diferentes tiempos de fermentación.

Cuadro No. 30

Análisis Efectuados Durante la Fermentación Alcohólica de la Tuna Cardona (*Opuntia streptacantha*).

Hora	Análisis						
	R. T. (% p/p)	Acidez* (% p/p)	°Bx (20°C.)	Temp. (°C.)	Grav. Esp. (20°/20°C)	CO ₂ (% p/p)	Peso Mosto (g.)
0	10.00	0.0531	13.65	22.5	1.0503	800	0
24	0.54	0.1282	10.6	26.0	1.0425	780	2.5
48	trazas	0.2335	7.75	24.0	1.0307	760	5.0

*La acidez inicial se expresa como ácido cítrico; la de mosto fermentado como ácido acético.

Posteriormente se filtra el mosto a través de algodón, obteniéndose un volumen de 705 ml., con 2.4°Bx y una gravedad específica de 1.00936 a 20°/20°C.

4.- Destilación.-

El mosto filtrado se transvasa a un matraz redondo de un litro, y se adapta un aparato de destilación el cual tiene un trampa para provocar un reflujo parcial, consistente en un refrigerante de aire de 50 cm. de longitud, relleno de perlas de vidrio. De este modo se logra una mejor separación de los componentes con diferentes puntos de ebullición.

Se recolectan 37 ml. de destilado, con un punto de ebullición

ón menor de 93°C., y se afora a 50 ml.

5.- Análisis del Aguardiente.-

Los métodos de análisis empleados se describen en el capí-
ulo No. 3. Los resultados se anotan en los cuadros
p. 31 y 32.

Cuadro No. 31

Análisis Químico del Aguardiente Recién Destilado de Tuna Cardona

Análisis	Valores.
Grado Alcohólico (% v/v, a 15.56°C o °G. L.)	39.35
Gravedad Específica (g/ml. a 20°/20°C)	0.95061
pH	3.8
Impurezas	
Acidez, como ácido acético (% p/v)	1.5696
Esteres, como acetato de etilo (ppm)	220.7
Alch. Sup. o Aceite de fusel, como Alch. Amfl. (ppm)	2225.3
Aldehídos, como acetaldehído (ppm).	112.7
Total de Impurezas (% p/v)	1.82547

Cuadro No. 32

Análisis Organoléptico del Aguardiente Recien Destilado de Tuna
Cardona.

Análisis	Evaluación
Color	Transparente, ligeramente amarillento
Olor	A alcohol y al aroma característico de la tuna
Sabor	Ligeramente amargo.

Cuadro No. 33

Cálculo de la Eficiencia de la Fermentación.

Reactivos	g/100 ml	Mols/100 ml	mMols/100 ml	No. CxmMol/l
Azú. como glu- cosa $C_6H_{12}O_6$	11.3	0.20627	62.7	376.2
Productos				
CO_2	5.673	0.12893	128.93	128.93
Etanol CH_3-CH_2-OH	2.2	0.04783	47.83	95.66
Ac. acético CH_3-COOH	11.13 $\times 10^{-2}$	1.85 $\times 10^{-3}$	1.85	3.71
Acetaldehído CH_3-CHO	7.98 $\times 10^{-4}$	1.81 $\times 10^{-5}$	1.81 $\times 10^{-2}$	0.03
Alch. amílico $CH_2-(CH_2)_3-CH_2$ OH	1.57 $\times 10^{-2}$	1.79 $\times 10^{-4}$	0.179	0.89
Acet. de etilo $CH_3-COO-CH_2CH_3$	1.56 $\times 10^{-3}$	1.17 $\times 10^{-5}$	1.17 $\times 10^{-2}$	0.04

$$\text{Eficiencia de la Fermentación} = \frac{\text{No. C x mMols/100 ml de productos}}{\text{No. C x mMols/100 ml de reactivos}} \times 100$$

$$\text{Eficiencia de la Fermentación} = \frac{229.278}{376.2} \times 100$$

$$\text{Eficiencia de la Fermentación} = 56.88 \%$$

Conclusiones.-

De acuerdo al cuadro No. 34 se observa que el aguardiente de tuna tiene valores superiores de acidez, aceite de fusión, aldehydos que los informados en otros, aguardientes. Debe

se en cuenta que los análisis del destilado de tuna se
 uaron sin separar cabezas y colas, como se acostumbra en
 guardientes.

Cuadro No. 34 (47)

Análisis de Algunas Bebidas Destiladas.

Análisis	Ron		Ron Jamaica Whisky	Whisky
	Old New England Aprox. de 19 años	Ron		
z Total, como Ac. co (ppm).	184.8	141	54.4	54.8
es, como acetato ilo (ppm).	216.0	565	543.0	55.5
e de fusel, como ol amflico (ppm).	450.6	114	104.4	105.9
idos, como acetal os (ppm).	48.0	19	9.8	11.3
.	67.6	74.5		

Es importante considerar que la baja eficiencia que se ob
 en la fermentación se debe principalmente a que la cepa
 vadura no había sido adaptada con anterioridad al mosto de

CAPITULO No. 9

**OBTENCION DE MERMELADA DE TUNA
XOCONOZTLE.**

- GENERALIDADES
- OBTENCION DE MERMELADA DE TUNA
XOCONOZTLE EN EL LABORATORIO.
- CONCLUSIONES.

Mermelada de Tuna Xoconoztle.

eralidades.

La tuna xoconoztle presenta una constitución semejante a la tuna cardona, variando la proporción de sus partes, de un punto respecto al otro, Así tenemos en la tuna xoconoztle que el mesocarpio ocupa el 81.77 % y en la cardona 49.8 %.

El mesocarpio está formado entre otras cosas por fibra de celulosa, goma (arabanas (1)), ácido cítrico, calcio (8), y otros. Entre sus características organolépticas, dos muy favorables para nuestro propósito, presenta un color amarillo débil y un sabor ácido.

Por estas características se aprovechó para el desarrollo de una base para mermelada y los resultados que se obtuvieron fueron muy satisfactorios.

Existen diferentes factores fisicoquímicos que hay que tener en cuenta para la elaboración de una mermelada, entendiendo por mermelada (58) específicamente, la formación del gel, que influye en las características biológicas comestibles.

Efectos de la concentración de azúcar en la gelificación, (58).

La concentración de azúcar que se recomienda en la fabricación de mermeladas es de un 40%, de los cuales es favorable que haya un 17 % de azúcar invertida. Un porcentaje mayor favorece un fenómeno llamado sinéresis (58).

Si la concentración de azúcar es mayor al 40%, se favorece la formación de un gel muy rígido y puede presentarse grasosidades en el producto debido a la caramelización de éstos.

Efecto del pH en la gelificación.

En el desarrollo de mermeladas se recomienda un rango de pH de 3.5 a 3.7. Si el pH es mayor de 3.5 la rigidez del gel

aumentará hasta obtener un máximo a un pH de 2.5; al sobrepasar ésta, la rigidez del gel disminuye por hidrólisis excesiva de los hidratos de carbono.

Obtención de Mermelada de Tuna Xoconoztle en el Laboratorio.

1.- Preparación de la muestra.-

Para la elaboración de mermelada se emplearon 500 g de tuna xoconoztle (*Opuntia imbricata*). Los que fueron sometidos al siguiente proceso.

a).- Lavado.-

Las tunas se lavaron con suficiente agua, cepillando para eliminar tierra y basura que pudiera tener adherida al pericarpio, además de los ahustes.

b).- Pelado.-

Las tunas después de lavadas se pelaron con ayuda de un pelapapas, hasta eliminar completamente el pericarpio, quedando 470 g. y eliminándose 30 g.

c).- Despulpado.-

Terminando de eliminar el pericarpio de las tunas se procedió a efectuar el despulpado, el cual consiste en separar el endocarpio del mesocarpio. Esta operación se facilita si se parte la tuna en dos hemisferios y por medio de una cuchara se elimina el endocarpio junto con la semilla. (60 g.) quedando 410 g. de mesocarpio.

d).- Molienda.-

Los 410 g. de mesocarpio se molieron durante un minuto en una licuadora tipo casero, obteniéndose una masa con una textura uniforme de color verde y sabor ácido.

El análisis bromatológico del mesocarpio se presenta en el cuadro No. 12 en el capítulo No. 4

Desarrollo de la formulación.

Se efectuaron varios ensayos en los que se modificó la concentración de pulpa, de pectina, azúcar y sabor así como las temperaturas de cocción, el orden de mezclado y los tiempos de cocimiento.

Se efectuaron varios ensayos, primero se variaron las concentraciones de pulpa con azúcar hasta determinar la relación adecuada de cada uno de ellos. El margen o rango en que se trabajó fué de 35 a 65 % en ambos casos. La relación en que se trabajaron para dar un producto con consistencia de mermelada fué de una parte en peso de azúcar por 1.67 partes de pulpa de xoconoztle.

Durante este proceso se determinó la manera de agregar el azúcar (en jarabe ó en forma sólida), lograndose una mejor consistencia cuando se mezcló una parte de azúcar sólida y el resto al final de la cocción de la pulpa.

El tiempo de cocción fue de 30 minutos, en este lapso se evaporó totalmente el azúcar y se suavizó la intensidad del sabor a hierba de la mezcla.

La concentración de pectina que se empleó varió de 0.5% a 2% lograndose una mayor uniformidad en el gel cuando se empleó 2% y se añadió al final de la cocción: agitandose durante 10 minutos.

Se adiciono el sabor de fresa de una marca comercial y la concentración optima para la mermelada fué de 0.03%, se añadió al final de la cocción.

Cuadro No. 35

Formulación Final para la Mermelada de Tuna Xoconoztle

Pulpa de tuna xoconoztle	62.2	%
Azúcar	37.0	%
Pectina	0.6	%
Sabor (fresa)	0.03	%

El producto obtenido presentó la siguiente composición:

Cuadro No. 36

Análisis Bromatológico de la Mermelada de Tuna
Xoconoztle.

	% en Base Húmeda
Humedad	48.96
Genizas	0.2741
Reductores totales	46.2
Densidad	
°Brix	51.0
pH	3.7

Conclusiones.

Para la fabricación de mermelada debe de tomarse en cuenta el pH de la materia prima; el contenido de fibra cruda, la cantidad de azúcares y de ácido. En el caso de la tuna xoconoztle la presencia de gomas (69) y la concentración de ácido cítrico (27 % cuadro No. 12 capítulo 4) fué determinante para modificar el método comunmente empleado en la fabricación de mermelada en la adición de jarabes, sustituyendo estos por azúcar invertida, debido al contenido de humedad (90%) que tiene la materia prima, al agregar un jarabe el tiempo de cocción y evaporación se aumenta, con lo que se favorece la inversión de azúcares por la temperatura (90°C), el pH, y el tiempo de evaporación. Como efecto de esto se presentó el fenómeno de sinéresis (58), que puede ser provocado por una alta concentración de azúcar invertido; esto se puede corregir de dos maneras: disminuir el tiempo de cocción y evaporación y disminuir la cantidad de azúcar que se añade al efectuar la mezcla de papa y azúcar, adicionandose solamente la mitad del azúcar, esto disminuyé el tiempo de evaporación y la concentración de azúcares invertidos quedo dentro de los margenes recomendados (16) del 17%.

Por otra parte a pH alto con tiempos de cocción largos la pectina sufre una hidrólisis, si el pH es muy bajo (menor a 3.7) la fuerza del gel disminuye (48), es por eso que durante las pruebas de laboratorio se añade la pectina al final de la cocción, en un porcentaje inferior uno (16), agitando durante cinco minutos,

Cuando la concentración de pectina es mayor de 0.6% se forman pequeñas granulosidades en la mermelada decayendo la intensidad organoléptica. La formación de estos grumos en las mer

melada se debe al aumento de la fuerza de gelificación entre el azúcar, la pectina y el agua. Esta fuerza de gelificación se favorece por pequeñas concentraciones de iones calcio (2).

En este caso no fue necesario añadirlo, pero se entiende que dentro de la composición del mesocarpio existen sales de calcio.

El objeto de añadir el sabor artificial a la mermelada fue aumentar la intensidad de un sabor definido escogiéndose para ello uno conocido y preferentemente identificado, pero tan baja concentración que solo definido el sabor agridulce producto. La dosis no excede al 0.03 %.

Se efectuaron varias pruebas organolépticas del producto pero por el tamaño de la población que abarcó, los resultados no pueden generalizarse, pero sin embargo la aceptación fue superior a lo normal, evaluándose dentro de una escala de uno a cinco el valor obtenido fue de 4.5. A continuación se dan los resultados globales de las encuestas que se realizaron:

Cuadro No. 37:

EVALUACION ORGANOLEPTICA DE LA MERMELADA DE TUNA XOCONOZ	
CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICA.	CALIFIC.
Color	5
Olor	4.3
Sabor	4.5
Acidez	4.2
Textura	4.5
Consistencia	3.7
Dulce	4.5

CAPITULO No. 10

**OBTENCION DE XOCONOZTLES ENCURTIDOS
CON CHILE**

- GENERALIDADES**
- PARTE EXPERIMENTAL**
- CONCLUSIONES**

Obtención de Xoconoztles Encurtidos con Chile

Generalidades.-

Se conocen como encurtidos al conjunto de verduras y/o hortalizas, previamente cocidas, sancochadas o fermentadas, adicionadas de vinagre, sal y especias; estos tres últimos ingredientes se conocen como condimentos (43).

Los condimentos son sustancias cuyo aroma, sabor excitan los sentidos y activan las funciones digestivas, mejorando notablemente el sabor de los productos.

Además muchos condimentos son antisépticos y detienen la acción microbiana, contribuyen a la asimilación de los alimentos, la sal, el vinagre y las especias se usan por su acción complementaria en muchos alimentos (13).

Los condimentos se clasifican por su acción correctiva en: ácidos (como el vinagre), picantes y aromáticos (13).
Vinagre.-

El vinagre es un producto preparado de materiales que contienen azúcares o almidón seguidos de una fermentación alcohólica sometida posteriormente a una fermentación acética. Consiste de una solución de ácido acético en agua, y contiene además sustancias que imparten sabor, color, extractos, ésteres y sales inorgánicas que varían de acuerdo con su origen.

Es este tipo de productos, se emplea vinagre de una concentración al 3 %, contribuyendo así al sabor y obteniéndose una conservación (17).

Especias.-

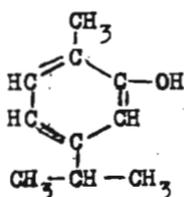
Las especias pueden estar constituidas por raíces, cortezas, hojas, frutos, semillas etc. de diferentes especies que por sus cualidades aromáticas y sabor se añaden a los alimentos (13).

Deben sus propiedades a los aceites esenciales que contienen (13).

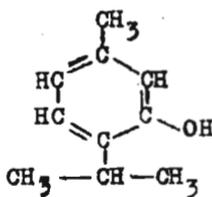
En los xoconoztles en vinagre se emplearon las siguientes especies:

a).- Mejorana.- Contiene 1 % de aceite esencial, el cual tiene 40% de terpenos, principalmente terpineno $C_{10}H_{18}$ y terpineol $C_{10}H_{17}OH$ (13).

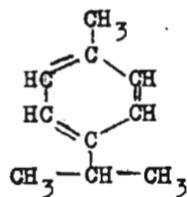
b).- Tomillo.- Su aceite esencial se encuentra en un porcentaje de 1 a 1.2, teniendo entre sus componentes el timol y su isómero carvacrol, y en menor cantidad el cimol y el éster bognífico. (13).



Carvacrol

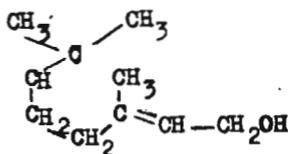


Timol

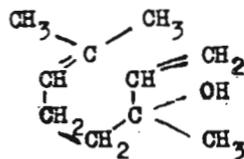


Cimol

c).- Hojas de Laurel.- Son hojas desecadas del *Laurus nobilis*; tiene 3.5 % de un aceite esencial formado en un 50 % por cineol y al resto por eugenol, metil eugenol, β -pineno, felandrenol, geraniol y linalol, ácido acético, isobutírico e isovaleriano (13).



Geraniol



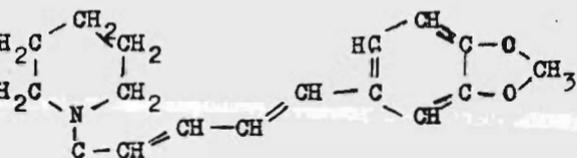
Linalol

.- Pimienta.- De las especias exóticas es la más importante.

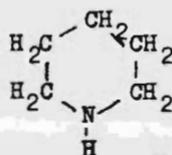
Hay dos clases conocidas, la pimienta negra y la pimienta blanca, la primera es el fruto no maduro desecado al sol o al fuego, y la segunda proviene del fruto maduro, que una vez desecado se ha privado de las cubiertas mediante macerado en agua de cal o de mar. Aunque la pimienta blanca tiene un olor más fino, su sabor es menos picante.

El aroma de la pimienta se debe al aceite esencial que se encuentra en una cantidad del 1 % y está compuesto por: piperandreno y sesquiterpenos.

Su sabor se debe al alcaloide piperina, que se encuentra en una cantidad del 5 a 9 % y es el pipérido del ácido pipérico.



Piperina



Piperidina

Además contiene chavicina, pipérido del ácido chavicínico, piperidina y metil pirrolina (13, 38).

Otros ingredientes que se emplearon fuerón los siguientes:

.-

El principio picante del chile se debe al alcaloide capsaicina, trans 8, metil-N-vainilla, 1-6 nonenamida-N-(4-hidroxi-3 metoxibencil)-8-metilnon-trans-6-enamida, $C_{18}H_{27}NO_3$.

Condimentos:

.- Ajo.- Es un condimento enérgico y excitante, además es un

febrífugo.

Se debe emplear bien maduro, de lo contrario, su aceite esencial se fermenta, lo cuál es perjudicial en el conservación del alimento (13).

Su aroma se debe a un aceite esencial que contiene 60% de sulfuro de propilo y otros compuestos sulfurados como el disulfuro de alilo. $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2\text{S}$ (13).

b).- Gebolla.-

El aceite esencial que produce su aroma contiene disulfuro de metilo, disulfuro de propilo y metilo, trisulfuro de propilo y metilo, y no tiene monosulfuros ni sulfuro de alilo.

Entre las sustancias que componen el sabor, están el alil isotiocianato y alil, propil disulfuro (13, 38).

Sal.-

La sal empleada en alimentos, es el cloruro de sodio, que contiene 3 % de agua de interposición y 2.5 % máxima de otras sales como el cloruro magnésico, cloruro cálcico.

Además tiene indicios de bromuros, yoduros, litio y boro.

También se conocen otros tipos de cloruro de sodio para alimentación que reciben su nombre según su origen, así tenemos: la sal de piedra o gema; sal de fuente y la sal marina (13).

Desde el punto de vista granulométrico hay tres clases de sales: la sal gorda o de salmuera, la sal fina o molida y la sal de mesa.

En el sabor de la sal influyen las sales magnésicas, además del cloruro de sodio: cantidades superiores al 1% de cloruro de potasio le dan sabor amargo (13).

A la sal de mesa se le añaden como aditivos algunas sustancias eflorescentes, como fosfato sódico, carbonato sódico,

Traube (23) recomienda la adición de sacarato cálcico.

La sal yodada contiene según Winkler, 5 mg de yoduro de sodio por Kilogramo de sal. Hay sales llamadas de régimen, son sales cálcicas de aminoácidos, sales del ácido fítico o de sacarato amónico o una mezcla de ambos. Tienen sabor metálico y requiere mayor cantidad para sazonar y obtener la misma intensidad del sabor que con la sal común (13, 17).

La sal en solución en los sustratos alimenticios, ejerce acción represiva sobre el crecimiento de algunos microorganismos, puede limitar la humedad disponible, deshidratar el protoplasma y causar plasmólisis.

En la acción conservadora de la sal, hay que considerar el efecto de deshidratación, el efecto del ión cloruro, la tenencia reducida de oxígeno y la interferencia con la acción de enzimas. (17).

En los encurtidos en vinagre, la sal actúa conjuntamente con el vinagre y las especias, para inhibir el desarrollo de microorganismos que alteren el producto. (13).

Parte Experimental.-

1).- Preparación de la muestra.-

La materia prima que se empleó en la preparación de los encurtidos fué la tuna xoconoztle (*Opuntia imbricata*), la cual se consiguió en algunos mercados del Distrito Federal.

La secuencia seguida en el laboratorio fué la siguiente:

a).- Lavado.-

Las tunas seleccionadas se lavaron con suficiente agua cepillándolas con el objeto de eliminar tierra, mugre y ahumado.

b).- Pelado.-

Las tunas ya limpias se pelaron con ayuda de un pelado de papas, para quitarles el pericarpio (cascarilla), que debe eliminarse para que no sea un factor negativo en la aceptación del producto final.

c).- Despulpado.-

Una vez peladas las tunas se procedió a hacer el despulpe, para lo cual se hizo un corte longitudinal con el objeto de abrir la tuna y sacar el endocarpio (pulpa), obteniendo el mesocarpio limpio.

d).- Corte.-

El cortado tiene por objeto obtener rajitas de tamaño lo más uniforme posible, las cuáles constituyeron la materia prima base en la obtención de los xoconoztles en vinagre y de los encurtidos por fermentación láctica.

2.- Desarrollo de la formulación.-

Se hicieron varios ensayos con el objeto de determinar:

a).- Qué tipo de vegetales se debían mezclar con la tuna xoconoztle para hacer más atractiva su presentación.

b).- La cantidad apropiada de cada uno de los ingredientes, respecto al xoconoztle, de manera que éste fuera el que predominara.

- La forma de elaboración, así como la secuencia más adecuada de adición de los ingredientes.

Los ensayos efectuados fueron los siguientes:

Ensayo A: 250 g xoconoztles
100 g chiles
250 g cebollas
43 g sal
31.25 ml de aceite de olivo
670 ml de vinagre comercial

Ensayo B: 250 g xoconoztles
100 g zanahorias
250 g cebollas
43 g sal
31.25 ml de aceite de olivo
670 ml de vinagre

Forma de elaboración.-

En un recipiente se puso al aceite a calentar mediante parrilla, ya caliente se sancocharon las zanahorias y las cebollas en rodajas, una vez sancochadas se agregaron los chiles a que se frieran ligeramente; a continuación se añadieron el vinagre, la sal y las rajadas de xoconoztle (con cascarrilla). Se dejó calentar la mezcla y cuando empezó a hervir se retiró del fuego. Se vació a un recipiente de vidrio y se dejó en reposo tres días.

Observaciones.-

Se dieron a probar a diferentes personas y se dedujo lo siguiente:

Como los xoconoztles tenían piricarpio, tuvieron una consistencia un poco dura.

La cantidad de aceite fue excesiva, lo cual se pudo apreciar

ciar en la superficie de los encurtidos.

3.- El vinagre estuvo muy concentrado.

Ensayos C y D.-

Para estos ensayos se hicieron los siguientes cambios:

a).- A las rajas de xoconoztles se les quitó el pericarpio, además se sancocharon para mejorar su consistencia.

b).- Se disminuyó la proporción de zanahoria, chile y cebolla.

c).- El volumen de aceite se redujo y se sustituyó el aceite de oliva por aceite de cártamo, que es más barato.

d).- En el ensayo C, el vinagre se diluyó casi al 50 %, y en el D se añadió 30% de agua, al 70% de vinagre.

e).- Como ingredientes nuevos se adicionaron ajo y hierbas olor, tomillo, laurel y mejorana.

Se obtuvieron las formulaciones siguientes:

Ensayo C: 150 g xoconoztles

50 g cebolla

50 g chile

10 g ajo

1.2 g tomillo

1.5 g laurel

1.3 g mejorana

21.5 g sal

20 ml aceite de cártamo

220 ml vinagre

105 ml agua

Ensayo D: 150 g xoconoztles

50 g cebolla

50 g chile

10 g ajo

1.2 g tomillo

10 g ajo
1.2 g tomillo
1.5 g laurel
1.3 g mejorana
21.5 g sal
20 ml aceite de cártamo
245 ml vinagre
80 ml agua

formas de elaboración.-

Se hicieron algunas variaciones; al aceite caliente se añadieron las rodajas de cebolla, zanahoria y los dientes de ajo enteros, una vez sancochados se agregaron los chiles y por último las rajadas de xoconoztle a que se sancocharan ligeramente. Después se adicionó la solución de vinagre, la sal y las hierbas de olor. Al empezar a hervir se retiró del fuego y la mezcla se vació a recipientes de vidrio, dejándolos reposar durante tres días.

Observaciones.-

- Como las cebollas se cortaron en rodajas delgadas, al momento de sancocharlas, junto con las zanahorias, se acitrónaron muy rápido las primeras, mientras que las zanahorias no se sancocharon lo suficiente, defecto que se observó en el producto final, pues su consistencia era dura.

- El vinagre en el ensayo C resultó ligeramente débil, y en el ensayo D un poco fuerte.

- La textura y la consistencia de las rajadas de xoconoztle mejoró mucho con el sancochado y por la eliminación del pericarpio.

- Se percibió un excesivo aroma a hierbas de olor.

Ensayo E.-

Las variaciones fueron las siguientes:

a).- La cantidad de xoconoztle aumentó de una relación de 3 respecto a los otros ingredientes, a 5 a 1, y por consiguiente también la sal.

b).- Se añadieron especias como comino y pimienta.

c).- El vinagre se agregó al 18 % de ácido acético

La formulación fué la siguiente:

Ensayo E :	250 g xoconoztle
	50 g cebolla
	50 g chile
	50 g zanahoria
	10 g ajo
	0.6 g laurel
	0.6 g tomillo
	0.4 g mejorana
	28 g sal
	0.0057 g comino
	0.0266 g pimienta
	20 ml aceite
	322 ml agua
	58 ml vinagre

Ensayo F.-

El último ensayo que se hizo, fué el F, y se basó en el anterior, E, al que únicamente se le hicieron dos modificaciones, que fueron las siguientes:

1.- La proporción de las hierbas de olor se normalizó a un mismo porcentaje.

2.- La concentración del vinagre se aumentó al 28 % de ácido acético.

Cuadro No. 38

Formulación Final para 1 Kg. de Sólidos

Ingredientes	Gramos	Por ciento	Toneladas Diarias.
onoztle (rajas)	603.50	60.35	0.206
olla	120.70	12.07	0.041
ahoria	120.70	12.07	0.041
le	60.35	6.035	0.020
	24.13	2.413	0.008
rel	0.98	0.098	0.0003
illo	0.98	0.098	0.0003
orana	0.98	0.098	0.0003
	0.98	0.098	0.0003
ienta	0.064	0.0064	0.0203
ino	0.013	0.0013	0.00004
	<u>1000.000</u>	<u>100.0000</u>	

Sólidos	Volumen
ite de cártamo	23.811 ml.
agre (1.27% de Ac. acético).	<u>476.189 ml.</u>
	<u>500.000 ml.</u>

ma de Elaboración.-

El aceite de cártamo contenido en un recipiente de barro, calentó, en una parrilla eléctrica alcanzando una temperatura de 200 °C en 3 minutos. Primero se añadieron las zanahorias cortadas en rodajas de 3 mm. de espesor, se sancocharon cinco minutos, después los dientes de ajo dejándolos cinco minutos; a continuación se adicionaron las rodajas de cebolla de 3 mm de espesor y estuvieron en el sancochado seis minutos; los ajos después de tres minutos y por último las rajadas de xocotle sin pericarpio, siendo el tiempo total de sancochado de sesenta y seis minutos.

Al añadir la solución de vinagre, la temperatura disminuyó 8°C, y en este punto se añadió el resto de los ingredientes,

la sal, las hierbas de olor y las especias molidas.

El tiempo necesario para que la mezcla empezara a hervir fué de 18 minutos, siendo la temperatura de ebullición de 92°C. Cuando se alcanzo esa temperatura se mantuvo dos minutos más. Llenado.-

Se llevó a cabo en frascos de vidrio con las mismas dimensiones especificadas en la pagina No. 70

Al vaciar la mezcla a los frascos, la temperatura descendió a 80°C, que es la temperatura inicial del siguiente calentamiento.

Peso de los sólidos 120.0 g

Peso de los líquidos 60.0 g

Relación de sólidos/líquidos 2 : 1

3.- Cálculo del Proceso de Esterilización de los Xococonoztles en Vinagre.

A.- Cálculo del tiempo de letalidad a 92°C (197.6 °F), que es la temperatura de ebullición del agua en la Ciudad de México.

El pH del producto fué de 3.1 y buscando en tablas se (1) conoció el valor de D, que para los alimentos que tienen un pH menor de 3.9 es igual a 1.

$$D_{150^{\circ}\text{F}}^{150^{\circ}\text{F}} \\ z = 10^{\circ}\text{F} = 1 \text{ minuto} = D_2$$

Para conocer el valor de D_1 a 92 °C (197.6°F), se efectuaron los siguientes cálculos:

$$T_1 = 92^{\circ}\text{C} (197.6^{\circ}\text{F})$$

$$T_2 = 69.8^{\circ}\text{C} (150^{\circ}\text{F})$$

$$z = 10^{\circ}\text{F}$$

$$F = \text{De la fórmula: } \log D_2 - \log D_1 = \frac{T_1 - T_2}{z} \dots (F - 1)$$

$$\log D_1 = \log D_2 - \frac{T_1 - T_2}{z}$$

$$\log D_1 = \log 1 - \frac{197.6 - 150}{10}$$

$$\log D_1 = 0 - 4.76$$

$$D_1 = \text{antilog de } -4.76$$

$$D_1 = 1.73 \times 10^{-5} \text{ min.}$$

$$F = D (\log A - \log B) \dots \dots \dots (F - 2)$$

$$A = \text{Contaminación inicial} = 10$$

$$B = \text{Contaminación final} = 10^0$$

$$F = 1.73 \times 10^{-5} (1 - 0)$$

$$F = 1.73 \times 10^{-5} \text{ min.}$$

F es el tiempo en minutos que hay que calentar a 92°C eliminar el 90% de la población microbiana.

F y z, son los factores que establecen y describen la curva el tiempo de muerte térmica y son una medida cuantitativa a resistencia al calor de los microorganismos en un rango temperatura determinado.

Contribución a la Esterilización por Cocimiento (Calentamiento de Hervido).

a).- Calentamiento.

Temperatura = T_1 , es la temperatura que se tiene después de añadir el vinagre

Temperatura final = T_2 , es la temperatura de ebullición del agua en la Ciudad de México.

$$T_1 = 58^\circ\text{C} (136.4^\circ\text{F})$$

$$T_2 = 92^\circ\text{C} (197.6^\circ\text{F})$$

$$T = \text{promedio} = \frac{136.4 + 197.6}{2}$$

$$T \text{ promedio} = 167^\circ\text{F}$$

θ = Tiempo empleado durante el cocimiento.

θ = 18 minutos

$$z = 10 \text{ minutos}$$

$$\theta_{\text{let.}} = F \text{ antilog } \frac{t_a - t_{\text{prom.}}}{z} \dots\dots\dots (F)$$

$$\theta_{\text{let.}} = 1.73 \times 10^{-5} \text{ antilog } \frac{197.6 - 167.0}{10}$$

$$\theta_{\text{let.}} = 1.73 \times 10^{-5} \text{ antilog } 3.06$$

$$\theta_{\text{let.}} = 1.98 \times 10^{-2} \text{ minutos}$$

b).- Hervido

T en la temperatura de hervido y es igual a 92°C (197.6

θ es el tiempo de ebullición a 92°C

$$\theta = 2 \text{ minutos}$$

$$z = 10 \text{ minutos}$$

$$\theta_{\text{letal.}} = F \text{ antilog } \frac{t_a - t_{\theta}}{z} \dots\dots\dots (F -$$

$$\theta_{\text{letal.}} = 1.73 \times 10^{-5} \text{ antilog } 0$$

$$\theta_{\text{letal.}} = 1.73 \times 10^{-5} (1)$$

$$\theta_{\text{letal.}} = 1.73 \times 10^{-5} \text{ minuto}$$

c).- Contribución a la Esterilización por Eliminación de Gase

Esta operación se hizo colocando los frascos en un baño maría a 92° centígrados.

Ti = temperatura de la mezcla después de vaciarla a los frascos.

$$T_i = 85 \text{ °C (185 °F)}$$

Tf = temperatura que alcanza al final del calentamiento

$$T_f = 90 \text{ °C (194 °F)}$$

$$T_{\text{promedio}} = 87.5 \text{ °C (189.5 °F)}$$

θ = Tiempo en que se realiza el agotamiento = 1 minuto, el cual se determinó experimentalmente.

Al efectuar los cálculos del tiempo térmico letal se encontró que era demasiado pequeño, por lo que se determinó que

ra únicamente de un minuto.

Cálculos de la Esterilización.

- Contribución a la Esterilización por Calentamiento con el Frasco Cerrado.

a).- Cálculo de la penetración del calor.

Datos y cálculos de las unidades:

1.- Humedad = 91 %

2.- $K = 0.33 \text{ BTU/hr } ^\circ\text{F}$. Se obtiene de tablas de acuer a la humedad.

3.- $C_p = 0.4 + 0.006 (\% \text{ de humedad}) \dots\dots\dots (F - 4)$

$C_p = 0.4 + 0.006 (91)$

$C_p = 0.946 \text{ Btu/lb } ^\circ\text{F}$

4.- $H_s = 200 \text{ Btu/ft}^2 \text{ hr } ^\circ\text{F}$. En casi todos los alimen tos tiene este valor

5.- $\rho = 1.025 \text{ g/cm}^3$

$m = 2.6194 \text{ g} \quad V = 2.5 \text{ ml.}$

$\frac{m}{V} = \frac{2.6194}{2.5} = 1.025 \text{ g/cm}^3 \quad 1 \text{ lb}/454 \text{ g} \quad 2.84 \cdot 10^4 \text{ cm}^3/\text{ft}^3$

6.- $T_a = 197.6^\circ\text{F} (92^\circ\text{C})$, T de ebullición del agua en la Ciudad de México.

7.- $T_i = 194.0^\circ\text{F} (90^\circ\text{C})$, temperatura que se alcanza en el agotamiento.

8.- $r_{\text{cilíndrica}} = \frac{\theta}{2} = \frac{7.9}{2} = 3.95 \text{ cm}$

$= 3.95 \text{ cm} \frac{1 \text{ in}}{2.5 \text{ cm}} \frac{1 \text{ ft}}{12 \text{ in}} = 0.1296 \text{ ft}$

$r_{\text{cilíndrica}} = 0.1296 \text{ ft} = r_{\text{cilíndrica media}}$

9.- $r_{\text{cilíndrica}}^2 = 0.0168 \text{ ft}^2 = r^2_{\text{cilíndrica}}$

10.- $r_{\text{longitudinal media}} = \frac{h}{2} = 0.123 \text{ ft}$

$$h = 7.5 \text{ cm} \cdot \frac{1 \text{ in}}{2.5 \text{ cm}} \cdot \frac{1 \text{ ft}}{12 \text{ in}} = 0.246 \text{ ft}$$

Se efectuaron varias pruebas de penetración de calor p determinar la localización del punto frío. Se encontró en e eje vertical medio, a un cuarto de la altura total desde la base.

$$11.- r^2_{\text{longitudinal medio}} = 0.015 \text{ ft}^2$$

$$12.- L = \frac{h}{4} = \frac{0.246 \text{ ft}}{4} = 0.0615 \text{ ft}$$

- Cuando θ es igual a 1 minuto:

Para la parte cilíndrica:

$$m = 1/\eta = \frac{k}{Hs r_m} = \frac{0.33}{200 \times 1.295 \times 10^{-10}} = 1.274 \times 10^{-2} \dots (F -$$

$$m \approx 0$$

$$x = F_0 = \frac{k \theta}{Cp \delta r_m^2} = \frac{0.33 \times 1}{0.946 \times 64.11 \times 0.0168 \times 60} = 5.398 \times 10^{-3} \dots (F -$$

$$n = \frac{r}{r_m} = \frac{0}{0.1296} \approx 0 \dots \dots \dots (F -$$

Del monograma (51)

$$n = 0$$

$$m = 0$$

$$y_{\text{cilíndrica}} = 1.0$$

Para la parte longitudinal:

$$m = 1/\eta = \frac{k}{Hs r_m} = \frac{0.33}{200 \times 1.23 \times 10^{-1}} = 1.343 \times 10^{-4} \dots \dots \dots (F -$$

$$m \approx 0$$

$$x = F_0 = \frac{k \theta}{Cp \delta r_m^2} = \frac{0.33 \times 1}{0.946 \times 64.11 \times 0.0151 \times 60} = 6 \times 10^{-3} \dots \dots (F -$$

$$n = \frac{r}{r_m} = \frac{6.15 \times 10^{-2}}{1.23 \times 10^{-1}} = 0.5 \dots \dots \dots (F -$$

1 nomograma (57)

$$n = 0.5$$

$$n = 0$$

$$y_{\text{longitudinal}} = 0.9$$

$$y = y_{\text{cilindrica}} \times y_{\text{longitudinal}} = 1 \times 0.9 = 0.9 \dots (F - 8)$$

$$y = \frac{T_a - T}{T_a - T_i} \dots (F - 9)$$

$$T = T_a - y (T_a - T_i)$$

$$T = 197.6 - 0.9(197.6 - 194)$$

$$T = 194.36^\circ\text{F}$$

-Cuando $T_0 = 194.36^\circ\text{F}$ (90°C)

$$\theta/F = \text{antilog} \frac{T_a - T_0}{z} \dots (F - 3)$$

$$\theta_{\text{letal}} = F \text{ antilog} \frac{T_a - T_0}{z}$$

$$\theta_{\text{letal}} = 3.15 \times 10^{-4} \text{ min.} \times \text{antilog} \frac{197.6 - 194.36}{10}$$

$$\theta_{\text{letal}} = 3.15 \times 10^{-4} \times \text{antilog} 0.324$$

$$\theta_{\text{letal}} = 6.64 \times 10^{-4} \text{ min.}$$

$$\theta_{\text{letal}} = 0.039840 \text{ seg.}$$

Como se observa en el cuadro No. 39 el tiempo necesario para la esterilización de este producto en las condiciones que trabajo fué de 6.64×10^{-4} min, por lo tanto se considera margen de seguridad efectuando un calentamiento de 5 minutos total.

- Enfriamiento.-

Los frascos se enfriaron primero con un rocío ligero de agua y posteriormente con agua a mayor presión.

4.- Evaluación organoléptica.

Se hicieron pruebas de aceptación organoléptica al producto final. Se dieron a probar a diversas personas, desde gente experimentada en efectuar este tipo de pruebas.

La escala de calificación que sirvió de base para evaluar cada atributo fué la siguiente:

Excelente	5
Bueno	4
Regular	3
Deficiente	2
Pésimo	1

Los resultados obtenidos se anotan en el cuadro No. 40

Cuadro No. 40

Resultados de los Análisis Organolépticos Efectuados en los Xoconoztles en Vinagre.

Atributo.	Calificación promedio de cada característica.
Color	3.85
Olor	4.42
Sabor picante	4.14
Nivel de acidez	4.0
Consistencia	4.42
Aspecto general	4.42
Calificación total	4.175

La calificación óptima sería de 5.0

Conclusiones.-

De los resultados obtenidos en la evaluación organoléptica puede observarse que el color fue el que obtuvo la calificación baja, pero no a tal grado de que resultara desagradable.

Respecto al sabor picante las opiniones estuvieron divididas. Para algunos era adecuado mientras que para otros era muy fuerte.

Lo mismo aconteció con la acidez, considerando que en general que era aceptable igual con el sabor picante.

El aroma resultó muy agradable para la mayoría, por lo que la calificación obtenida fue, junto con la consideración y el aspecto general, los que obtuvieron la calificación más alta.

La apariencia general del producto resultó agradable.

El motivo de que los vegetales que acompañaban al xococonzo no estuvieron en proporción predominante fue que sólo se esperaba que dieran un aspecto que complementara el atractivo producto.

CAPITULO No. 11

OBTENCION DE ENCURTIDOS DE XOCONOZ-
TLE POR FERMENTACION LACTICA.

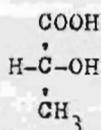
- GENERALIDADES
- PARTE EXPERIMENTAL
- CONCLUSIONES

OBTENCION DE ENCURTIDOS DE XOCONOZTLE POR FERMENTACION
LACTICA.

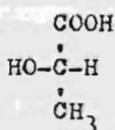
eralidades.

Los encurtidos por fermentación láctica se obtienen al meter los alimentos a la acción fermentativa de los microorganismos lácticos en un medio salado aumentando la proporción a 15.9 % de cloruro de sodio, para la producción de ácido láctico, pudiéndose complementar con una subsecuente adición de vinagre, con o sin azúcar y condimentos (57).

El ácido láctico se encuentra en dos formas ópticamente activas, los isómeros D (-) y L (+), y otra ópticamente inactiva la DL (57).



D (-)-láctico



L (+)-láctico

El ácido láctico que se forma durante la fermentación es una mezcla racémica (la forma DL) (57).

La conversión del ácido láctico ópticamente activo a inactivo se lleva a cabo por una enzima (racemasa) (57), que es producida por *Clostridium acetobutylicum* y *Clostridium butylicum*. El grado de actividad de la racemasa está en relación con la concentración de ácido nicotínico en el medio.

Durante la fermentación se producen cambios (57):

- A.- Fisicoquímicos, B.- Bioquímicos y C.- Microbiológicos.
A.- Cambios Fisicoquímicos.

Durante el proceso hay cambios en sabor, textura y color.

Cuando los alimentos estan en contacto con la sal, p
den agua al establecerse un equilibrio osmótico (57).

Al mismo tiempo que penetra la sal a los tejidos cel
res, salen azúcares, proteínas, minerales y otras sustanc
que son usadas como sustrato durante la fermentación. A m
cantidad de sal, habrá mayor salida de jugos y el product
más consistente, siempre que no se produzca inhibición.

B.- Cambios Bioquímicos.

La formación de ácido láctico es rápida cuando la sa
ra tiene concentración inicial de 8 % de cloruro de sodio
disminuye a concentraciones más altas, debido a que los t
de generación de los microorganismos se alargan (12, 57).

La formación de gas en las etapas iniciales correspon
H₂ y CO₂, y en la última etapa, las levaduras producen CO₂.

Las concentraciones altas de sal favorecen la produc
vigorosa de gas.

La acidez máxima producida en coles ácidas fluctúa en
1.06 y 1.40 % (12), correspondiente principalmente al ácid
láctico y al ácido acético en una relación de 3.06 a 1.00
que también se producen pequeñas cantidades de otras sust
como diacetilo, acetofina, manitol, etanol, etc. (12, 57).

Los alcoholes y ácidos forman ésteres.

Como factores de crecimiento se necesitan para la fer
tación: Ac. pantoténico, Ac. nicotínico y riboflavina.

C.- Cambios Microbiológicos.

Existen tres tipos, de fermentación durante el proces
curado (57):

1.- Fermentación debida a los microorganismos acidif
tes productores de ácido láctico.

Las bacterias lácticas que intervienen en el curado d
pepinillos son (12, 57):

Leuconostoc mesenteroides, que se presenta sólo al principio de la fermentación se desarrolla a temperaturas bajas y a concentraciones de sal menores de 8 %. *Streptococcus faecalis*, que tolera concentraciones de sal hasta de 10.6 % de cloruro de sodio. *Pediococcus cerevisiae*, tolera altas concentraciones de sal, hasta de 8.1 % de cloruro de sodio y es gran productor de ácido (después de 36 días, de fermentación produce aproximadamente 0.53 % de ácido láctico.

Lactobacillus brevis, bacilo productor de gas. *Lactobacillus plantarum*, que se encuentra con mayor frecuencia en la fase final de la fermentación. Produce la mayor cantidad de ácido (aproximadamente 1.04 % de ácido láctico después de 36 días de fermentación), crece a pH superior a 3.2 y resiste con concentraciones de cloruro de sodio hasta de 10.3 %.

En la fermentación de col ácida, los microorganismos que participan son (12, 57).

Inicialmente aparece *Leuconostoc mesenteroides*, hasta que se produce una acidez de 0.7 a 1 %. Después, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus brevis*, con menor acción de *Pediococcus cerevisiae* y *Streptococcus faecalis*. *Pediococcus cerevisiae* aprovecha el 80 - 97 % del contenido total de carbohidratos de las coles. En iguales condiciones de fermentación, *Lactobacillus brevis* se desarrolla más lentamente que las otras bacterias lácticas.

Los microorganismos causantes de la fermentación en acinunas son (12, 57):

En la etapa inicial: *Streptococcus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Pediococcus* y *Lactobacillus*. Posteriormente predominan: *Leuconostoc dextranicus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis* y *Lactobacillus buchneri*.

2.- Fermentación debida al género *Aerobacter* (12, 57).

Se desarrollan fácilmente en concentraciones altas de sal hasta de 16 %, (60° salinos), especialmente si el pH no desciende de 3.3.

3.- Fermentación debida a las levaduras. (12, 57).

Las levaduras que se encuentran en las salmueras de pepellos son: *Brettanomyces versatilis*, *Hansenula subpelliculosa*, *Torulopsis caroliniana*, *Torulopsis holmii*, *Saccharomyces rosei*, *Saccharomyces halomembrans*, *Saccharomyces elegans*, *Saccharomyces delbrueckii*, *Brettanomyces sphaericus* y *Hansenula anomala*.

Todos estos microorganismos se encuentran normalmente en la cáscara de los vegetales y en la tierra adherida a ella.

Mecanismo de la Fermentación Láctica.

Las bacterias homofermentativas durante la producción de ácido láctico siguen el sistema de Embden-Meyerhof (E.M.) (12).

Las bacterias que carecen de fructosa 1,6 - difosfato aldolasa no pueden usar esa vía. La glucosa se fermenta parcialmente por el sistema hexosa-monofosfato (H.M.P.) y parte por el sistema de pentosas (12).

Las enzimas glucosa 6-fosfatodehidrogenasa (G6PD) y 6-fosfogluconato dehidrogenasa (6 P G D), son indispensables para la vía heterofermentativa de aprovechamiento de la glucosa (12).

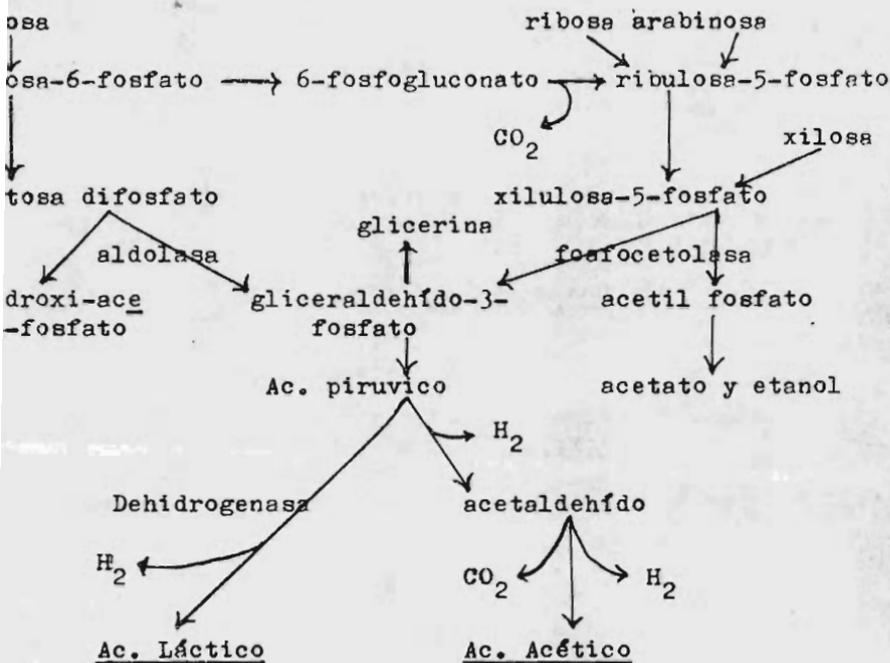
Leuconostoc forma solamente ácido D (-) láctico, en tanto que *Lactobacillus* forma ácido D (-) y L (+) láctico (12). Esto es debido a la acción de una dehidrogenasa láctica D o L, que actúa sobre el ácido pirúvico formando del ácido láctico ópticamente activo.

La reacción que simplifica la formación del ácido láctico es la siguiente (57):



Cuadro No. 41 (12, 57).

men de los Sistemas: Glicolítico para Homofermentación de
osa Vía Aldolasa y Heterofermentativo para Glucosa y Pento
sas Vía Fosfocetolasas.



Leuconostoc mesenteroides forma cantidades equimolecula -
de ácido D (-) láctico, etanol y CO_2 (57). El ácido lácti-
proviene de los átomos de carbono 4, 5, y 6 de la molécula
glucosa: el carbono del grupo carbonilo del etanol proviene
carbono 2 y el del CO_2 proviene del carbono 1.

Lactobacillus lycopersici produce cantidades equimolecu-
es de ácido láctico, acético y carbónico (57).

Lactobacillus delbrueckii convierte la hexosa difosfato
etil glioxal y éste en ácido láctico recémico (57).

Clasificación de *Lactobacillus* de Acuerdo al Mecanismo de Fermentación de la Glucosa (12)

1.- Heterofermentativos Obligados.

(Contienen G 6 P D y 6 G P D, pero no aldolasa): *L. c* *biosus*, *L. brevis*, *L. buchnerii*, *L. viridescens*, *L. ferme*

2.- Homofermentativos Obligados

(Contienen aldolasa, pero no G 6 P D): *L. delbrueckii* *lactis*, *L. leichmannii*.

3.- Homofermentativos Facultativos.

(Tienen tanto aldolasa como G 6 P D): *L. casei*. *L. pla* *rum*, *L. acidophilus*, *L. salivarius*, *L. bulgericus*, *L. jugur* *L. helveticus*.

Las bacterias del género *Lactobacillus* fermentan (12):

Glucosa, fructosa, sacarosa y dextrinas. Algunas espec
fermentan otros carbohidratos. También fermentan algunos á
orgánicos como: Ac. málico, Ac. tartárico, Ac. pirúvico y A
cítrico, dependiendo de las especies y de las cepas.

Cuando fermentan ácido cítrico, los productos finales
2, 3 - butanodiol, acetofna, ácido acético, etanol y ácido
(-) y L (+) láctico, sustancias que contribuyen al aroma y
sabor de los productos fermentados.

Producción Comercial de Encurtidos por Fermentación Lá
ca.

El proceso de obtención de encurtidos por fermentación
láctica debe llevar un control adecuado, como es:

A.- Uso de Iniciadores Activos (12, 57).

Favorecen la acidez y evita ablandamiento. Como los mi
organismos están adaptados a altas concentraciones de sal,
crecen más rápido.

B.- Adición de Materia Fermentable Extra (12, 57).

Como glucosa de maíz y sacarosa. Sobre todo si hay deficiencias en el vegetal. Estimula la formación de ácido. La concentración de azúcares debe de estar de 5 a 20 %.

C.- Incubación a la Temperatura Deseada (57).

La temperatura recomendada para la producción de encurtidos fluctúa en un rango de 18° a 30°C, dependiendo del producto y de las especies de microorganismos.

D.- Agitación (57).

Se recomienda agitar de vez en cuando para tener la seguridad de una distribución homogénea de los componentes.

E.- Requerimientos de Oxígeno (57).

Las bacterias que producen ácido láctico industrialmente son microaerófilas o anaerobias. *Streptococcus lactis* es aerobio facultativo.

F.- Concentración de Cloruro de Sodio en la Salmuera (7, 77).

Los microorganismos perjudiciales pueden actuar a concentraciones mayores de 16 % de NaCl, que están por encima de los valores máximos admisibles, sobre todo en el inicio de la fermentación. Por eso, la sal no actúa en este caso como conservador.

La sal debe contener menos del 1 % de carbonatos o bicarbonatos de sodio, calcio o magnesio, debido a la acción alcalinizante de estas sales. Debe revisarse diariamente la concentración de sal, debido a que la extracción de líquidos puede diluir la salmuera.

Método de Salado.

Para expresar la concentración de cloruro de sodio en la salmuera de encurtidos, se usan los grados salinos (57):

$$1^{\circ} S = 0.265 \% \text{ de NaCl, a } 20^{\circ}C.$$

Los métodos más usuales para el salado son (12, 57):

1.- Para pepinillos:

a).- Concentración inicial: 30°S (8 % NaCl)

Relación en peso sal-pepinillos: 9/100

Adición de sal: 3°S cada semana hasta 60°S
(15.9 % NaCl).

Características: Fermentación rápida con
peligro de contaminación.

b).- Concentración inicial: 40°S (10.6 % NaCl)

Relación en peso sal-pepinillos: 9/100

Adición de sal: 2°S cada semana hasta 50°S
y después 1°S cada semana
hasta 60°S.

Características: Fermentación lenta, mejor
consistencia, menor probabi-
lidad de contaminación.

c).- Concentración inicial: 20°S (5.3 % NaCl)

Relación en peso sal-pepinos: 9/100

Adición de sal: 10°S cada semana hasta 60°S

Características: Fermentación rápida, alta
acidez.

2.- Para aceitunas:

Concentración inicial: 20°S

Adición de sal: 5°S cada dos días hasta 28- 30°S

3.- Para coles ácidas.

Concentración de NaCl granulado: 2.5 % con respecto
al peso de la col.

Características: La col está desmenuzada y prensada

La duración de la fermentación es de 3 o 4 semanas.

La duración de la fermentación de los vegetales encurti

a aproximadamente de uno a cuatro meses.

G.- Control de Microorganismos Contaminantes (12, 57).

Las levaduras contaminantes que crecen en la parte superior de la salmuera de encurtidos, formando películas (micodermas), son: *Debaryomyces membranifaciens*, *Endomycopsis ohmeri*, *Saccharomyces halomembranis* y *Candida krusei*. Estas levaduras aprovechan el ácido láctico y elevan el pH de la salmuera.

Otros microorganismos que pueden determinar los encurtidos son: *Bacillus polymyxa-macerans*, causantes de reblandecimiento; *Bacterium pionicum*, produce Ac. propiónico; *Clostridium*, produce gases volátiles superiores; *Lactobacillus cucumeris*, produce ácido cítrico; *Limosa*, *Escherichia*, que produce gases. También *Desulfovibrio*, *Achromobacter*, *Aeromonas* y *Paracolobactrum*.

Algunos mohos, causantes de reblandecimiento debido a enzimas pectinolíticas y celulolíticas son:

Fusarium, *Penicillium*, *Phoma*, *Cladialium*, *Alternaria*, *Dematiaceae*, *Mucor*, *Trichoderma*, *Myrothecium* y *Aspergillus*.

La contaminación de las fermentaciones puede controlarse en varias formas (7, 12, 57):

1.- Adición de ácido sórbico: 0.1 de ácido sórbico.

2.- Un recipiente adecuado: Las cubas de fermentación pueden ser de madera o fibra de vidrio.

Pueden usarse cubas de 30 HL., 570 HL. o más. Pueden estar al aire libre o en edificios cubiertos. Deben lavarse con agua que contenga un mínimo de 50 ppm de cloro u otro germicida adecuado.

La superficie de la salmuera debe estar cubierta, ya sea con una tapa de plástico con un orificio para la salida de gas, una tela de muselina debajo de la tapa, una falsa cubierta de madera, parafina líquida, aceite de mostaza, o una ----

cubierta de polietileno.

3.- Acción de la luz: La luz solar, o de lámparas de mercurio produce un efecto inhibitorio en la formación de películas de levaduras.

H.- Tratamientos Posteriores a la Fermentación (57).

La terminación de la fermentación se nota cuando los vegetales están firmes y translúcidos. La acidez total debe estar cerca del 1%.

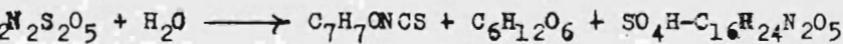
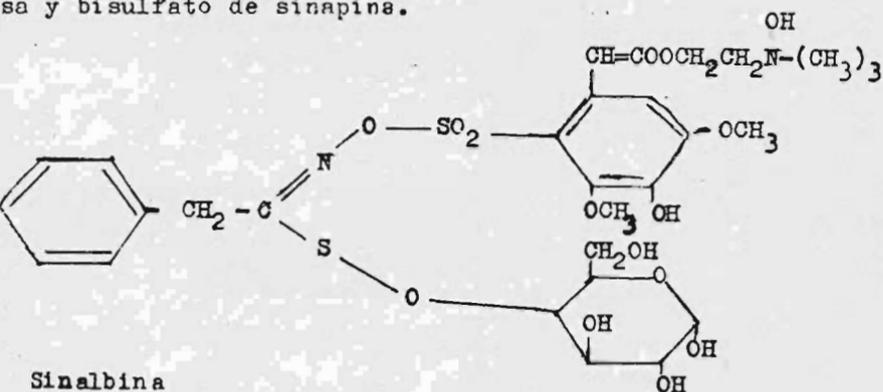
Los vegetales fermentados se tratan con agua para quitarles parte de la sal, se envasan, se llenan con salmuera de 30°S en el caso de aceitunas, o con vinagre de 45-50 gramos (1 gramo = 15.4 gramos, o con vinagre con especias para encurtidos aromáticos, o con vinagre dulce (2 a 5 Kg de azúcar en 5 l. de vinagre) para encurtidos dulces. La temperatura del vehículo debe estar entre 70-75°C al vaciar. Se cierran los frascos, se pasteuriza a 74°C por 15 minutos, o a 71°C por 20 minutos. Se enfrían rápidamente, se secan, se etiquetan y empaacan.

Algunas especias usadas para los encurtidos son (13): Canela, clavo, mostaza, las cuales tienen además poder bactericida.

1.- Mostaza.- El sabor picante se debe a un fermento hidrolítico, la mirosina, que actúa sobre diversos glucósidos que, en unos casos libera la llamada esencia volátil de mosta-

en otros, la esencia fija de mostaza.

La mostaza blanca y especies afines contienen un glucósido sinalbina, que por acción del mismo fermento se transforma en aceite fijo (inodoro), el isotiocianato de ortobencillo, sulfato y bisulfato de sinapina.



La sinapina es una combinación de ácido sinápico con la glucosa.

2.- Clavo.- Las flores inmaduras se separan del árbol y se secan al sol, contienen bastante aceite esencial, formado en un 80% por eugenol, éster metílico de la alilpirocatequina.

3.- Canela.- De las cortezas que se usan como especias, es la más importante. Tiene 1.5% de aceite esencial formado por el aldehído cinámico y por algunos terpenos (13, 38)

Parte Experimental.-

1).- Preparación de la muestra.-

La preparación de la muestra se hizo como se explicó el capítulo No. 10 y se utilizó la misma variedad de tuna, *Opuntia imbricata*.

2).- Pruebas para determinar las condiciones de la fermentación láctica.-

Para saber cuáles eran las condiciones óptimas de la fermentación láctica en los xoconoztles, se hicieron varias pruebas basándose en la información que se tiene acerca de la producción de pepinillos, aceitunas y col agria (57, 62).

Primera serie:

Se hicieron cinco ensayos diferentes, cada uno por triplicado, y las condiciones fueron:

a).- Salmuera inicial al 10%, aumentando cada semana dos grados salinos, hasta una concentración parcial de 50°S y después 1 grado cada semana hasta 60°S

b).- Salmuera inicial al 8% (30°S), aumentando cada cuatro días 2°S, hasta una concentración final de 60°S (15.7%).

c).- Salmuera inicial al 10.6% (40°S), aumentando cada semana 2°S, hasta una concentración parcial de 50°S y después 1°S cada semana hasta 60°S (15.7%).

d).- Salmuera inicial al 11.66% (44°S), hasta tener la acidez deseada.

e).- Salmuera inicial al 5.3% (20°S), aumentando cada dos días 5°S hasta tener 28°S a 30°S (7.4% - 8%).

Acondicionamiento.-

En estos cinco ensayos se empleó la cáscara de los xoconoztles (mesocarpio), sin el pericarpio, las cuáles se cortaron cuadros de diferentes tamaños, con el objeto de determinar -

cuál resultaba ser el más adecuado, para obtener una buena consistencia al final de la fermentación.

Los xocoztles así cortados se agregaron en una relación de 1 a 1.5 partes de salmuera (peso a volumen). La mezcla se colocó en frascos de vidrio, procurando tenerlos completamente llenos de líquido hasta el tope, cubriéndolos con papel encerado y cerrándolos con la tapa, para evitar contaminaciones de hongos y levaduras que se desarrollan fácilmente en la superficie.

Además, a uno de los frascos de cada prueba, se le adicionó 1 g de *Bacillus bulgaris*, para ver si la acidez independientemente de aumentar, contribuir al sabor. Se observó que el sabor no cambiaba mucho, mientras que el aroma era más fuerte, más ácido y desagradable.

De esta primera serie se desecharon los ensayos a y d, ya que los productos obtenidos en esas condiciones de fermentación, tuvieron características desagradables, tales como un sabor salado y un aroma muy perfumado, siendo esta última, la causa principal por la que se eliminaron. Respecto a la consistencia, fue la misma en los diferentes tamaños, resultados agradables.

B.- Segunda serie:

Los ensayos se efectuaron por quintuplicado y fueron los siguientes:

a).- Salmuera inicial al 8% (30°S), aumentando 3°S cada semana hasta una concentración final de 60°S (15.7%).

b).- Salmuera inicial al 10.6% (40°S), añadiendo 2°S cada semana hasta tener una concentración parcial de 50°S y después 1°S cada semana hasta 60°S (15.7%).

c).- Salmuera inicial al 5.3% (20°S), aumentando cada dos días 5°S, hasta una concentración final de 28°S a 30°S (8%).

d).- Salmuera inicial al 5.3% (20°S), aumentando cada semana 10°S hasta una concentración final de 60°S (15.7%).

De esta serie de ensayos se llegó a la conclusión de que el b, daba las características que se requerían en este tipo de producto, como un sabor y aroma agradables, no muy salado de acidez adecuada y de una textura homogénea.

Los xoconoztles se cortaron en rajas y las condiciones -- iniciales para la fermentación fueron las mismas que para la serie anterior.

Simultáneamente se hizo un ensayo para la obtención de -- chamoyos de xoconoztle, basándose en las características de la fermentación de la col agria. La relación de sal empleada fué de 2.5% en peso respecto a los xoconoztles, La sal se colocó en capas alternando rajas con sal, teniendo el cuidado de cubrir las perfectamente con papel encerado para evitar contaminaciones. Se tuvieron que presionar un poco las rajas para extraer los líquidos intracelulares para poderlas mezclar con la sal más homogéneamente. La mezcla se mantuvo en frascos de vidrio a temperatura ambiente durante un mes, procurando mantener la concentración de la sal constante en la salmuera, o sea 2.5% (9.43°S)

C.- Tercera serie:

Una vez determinadas las condiciones de la fermentación (Ensayo B), se procedió a preparar una muestra más para establecer el proceso a seguir y que fué el siguiente:

a).- Las rajas de xoconoztle se colocaron en un recipiente, el cual se llenó con salmuera al 10.6% (40°S) hasta el tope, cubriéndolo con papel encerado, quedando éste adherido al líquido, de manera que no se formarán burbujas de aire, para evitar contaminación. Los frascos cerrados se dejaron a temperatura ambiente.

efectuaron determinaciones de ácidos, azúcares reductores, pH y los mililitros de salmuera cada 48 horas sucesivamente.

cada semana se agregaron (2°S), 0.530% hasta tener 46°S, teniendo la precaución de eliminar cualquier indicio de aminación.

el tiempo necesario para llegar a la acidez deseada fue de 72 horas 1 día.

Los resultados de los análisis efectuados durante la fermentación se agrupan en el cuadro No. 42. En el cuadro No. 43 se muestra como fue aumentando la acidez.

Cuadro No. 42

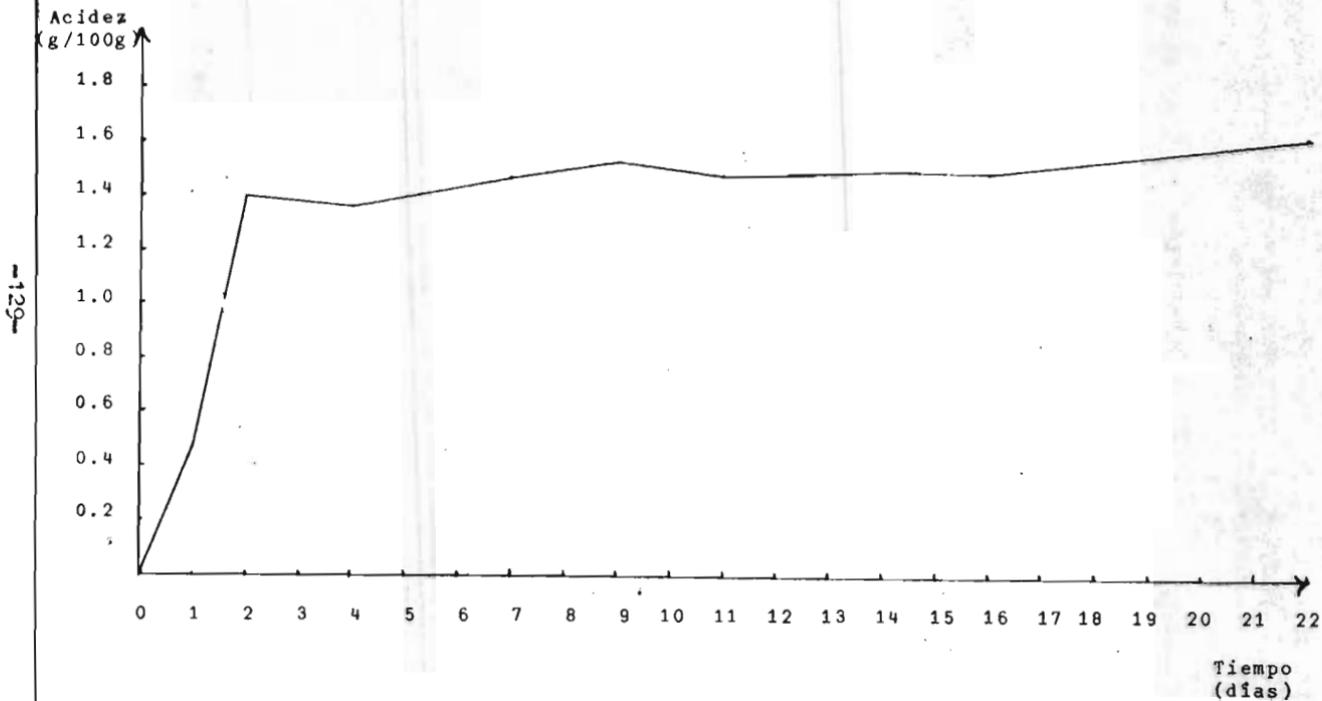
Resultados Obtenidos en la Elaboración de Encurtidos por Fermentación Láctica.

Acidez (g/100g)	mg de RT en 100 ml de salmuera	pH salmuera
0	0	5.95
0.4883	600	3.1
1.3874	"	3.1
1.3578	"	3.1
1.4635	"	3.1
1.5270	"	3.1
1.4806	"	3.1
1.4977	"	3.1
1.4931	"	3.1
1.6200	"	3.1

Como puede observarse en el cuadro No. 42, se llegó a una acidez aceptable para este tipo de productos. El pH estuvo casi constantemente, lo cual contribuyó a que la fermentación se llevara a cabo normalmente y no hubiera contaminaciones. La cantidad de carbohidratos (RT) en la salmuera fue consumida totalmente al segundo día. En el tiempo --

CUADRO # 43

AUMENTO DE LA ACIDEZ RESPECTO AL TIEMPO



-129-

nte, el producto adquiría la consistencia, olor y sabor
terísticos (etapa de maduración).

condicionamiento.-

Terminada la fermentación, o sea cuando se llegó a la con-
cción final de sal, que fué de 46°S y la acidez del pro--
fué la adecuada (1.6250%), se procedió a efectuar el acon-
namiento de las rajitas de xoconoztle fermentadas, preparán-
encurtidos salados y dulces.

Encurtidos ácido.- Se drenó la salmuera, parte de la cuál
ó como pie de cuba para una nueva salmuera, y las rajitas
zclaron con el líquido cobertura indicado en el cuadro No.

Cuadro No. 44

Líquido Cobertura para Encurtidos Salados

Para 100 ml:

Vinagre comercial (3%)	5.72	g.
Agua	94.28	ml.
Sal	6.63	g.
Especias molidas	0.312	g.
Pimienta de Castilla, clavo, orégano y semilla de mostaza)	(0.078	g. de cada una.

Encurtidos Dulces.- La salmuera se drenó en la misma for-
e en los salados; las rajitas se lavaron para eliminar el --
o de sal que tuvieran en la superficie. Ya lavadas se mez-
n con el líquido correspondiente (Cuadro No. 45).

Cuadro No. 45

Líquido de Cobertura para Encurtidos Dulces.

Para 100 ml:

Vinagre comercial	5.72	g.
Agua	94.28	g.
Azúcar	35.00	g.
Especias molidas:	0.312	g.
(Pimienta de Castilla, hojas de de laurel, mejorana y canela).	(0.624	g. de cada una)

4.- Calentamiento.-

En un recipiente se calentaron las rajitas con su líquido de cobertura, guardando una relación de sólidos líquidos de 2.22-1 en peso en los ácidos, y 2.41-1 en los dulces, hasta que la temperatura subió de 20°C a 78°C, en un tiempo de 20 minutos.

5.- Llenado.-

El llenado se hizo en frascos de una capacidad de 222 cm³. Al vaciar la mezcla a los frascos la temperatura desciende --- 8 °C, o sea, baja a 70°C. La relación sólidos-líquidos para los dos tipos de encurtidos es la que se mencionó en el Capítulo No. 10 **Pag. No. 105**, la cual se debe de considerar al llenar los frascos.

6.- Cálculos del Proceso de Esterilización de los Encurtidos de Xoconoztle por Fermentación Láctica. Ácidos y Dulces.

A.- Cálculo del tiempo de letalidad a 92°C (197.6 °F).-

Como se mencionó en el Capítulo No. 10 página **No. 105 el valor** de D para los alimentos que tienen un pH menor de 3.9 es igual a 1.

$$D_{150}^{150} \text{ °F} = 10^0 \text{ °F} = 1 \text{ minuto } D_2$$

$$D_1 = D (\log A - \log B) \dots \dots \dots (F - 2)$$

$$A = \text{Contaminación inicial} = 2 \times 10^5$$

$$B = \text{Contaminación final} = 1$$

$$D = 1.73 \times 10^{-5} \text{ min.}$$

$$F = 1.73 \times 10^{-5} (\log 2 \times 10^5 - \log 1)$$

$$F = 1.73 \times 10^{-5} (\log 2 + 5 \log 10 - 0)$$

$$F = 1.73 \times 10^{-5} (0.85)$$

$$F = 1.73 \times 10^{-5} (5.8)$$

$$F = 10.034 \times 10^{-5} \text{ min.}$$

Contribución a la esterilización por el calentamiento.-

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

$$= 78^\circ\text{C} (172^\circ\text{F})$$

$$\text{Prom.} = \frac{68 + 172}{2}$$

$$\text{Prom.} = 120^\circ\text{F}$$

= 10 min. (Es pequeña porque da un margen de seguridad a la esterilización: aumenta el tiempo de esterilización cuando z es más pequeña.)

$$\text{Letal} = F \text{ antilog. } \frac{t_a - t}{z} \dots\dots\dots (F - 3)$$

$$\text{Letal} = 10.034 \times 10^{-5} \text{ antilog. } \frac{197.6 - 120.2}{10}$$

$$\text{Letal} = 10.034 \times 10^{-5} \times 549.5 \times 10^5$$

$$\text{Letal} = 5513.68 \text{ min.}$$

$$\text{est.} = 20 \text{ min.}$$

$$\text{parcial} = \frac{\theta \text{ est.}}{\theta \text{ let.}} = \frac{20.0}{5513.68} = 0.003627 \text{ min.} \dots\dots (F - 10)$$

$$\text{parcial} = 3.627 \times 10^{-3} \text{ min.}$$

Cálculo de Esterilización.-

.- Cálculo de la penetración del calor.

Datos: Los cálculos se hicieron en el Capítulo No. 10

1.- Humedad 91 %

2.- $k = 0.33 \text{ Btu/hr ft } ^\circ\text{F}$

3.- $C_p = 0.946 \text{ Btu/lb } ^\circ\text{F}$

4.- $H_g = 200 \text{ Btu/ft}^2 \text{ hr } ^\circ\text{F}$

5.- $\rho = 1.0429 \text{ g/cm}^3 = 65.1 \text{ lb/ft}^3$

- 6.- $T_a = 197.6 \text{ }^\circ\text{F} (92 \text{ }^\circ\text{C})$
- 7.- $T_i = 68 \text{ }^\circ\text{F} (20 \text{ }^\circ\text{C})$
- 8.- $T_f = 176 \text{ }^\circ\text{F} (80 \text{ }^\circ\text{C})$
- 9.- $r_{\text{cil.}} = 0.1295 \text{ ft} = r_{\text{cil. medio}}$
- 10.- $r_{\text{cil}}^2 = 0.0167 \text{ ft}^2 = r_{\text{cil. medio}}^2$
- 11.- $r_{\text{long. medio}} = h/2 = 0.123 \text{ ft} = r_{\text{long. medio}}$
- 12.- $r_{\text{long. medio}}^2 = 0.0151 \text{ ft}^2$
- 13.- $L = h/4 = 0.0614 \text{ ft}$

La esterilización se hizo con los frascos cerrados en bañaría durante dos minutos.

Cuando θ es igual a dos minutos:

Para la parte cilíndrica:

$$m = 1/\eta = \frac{k}{hs r_m} = \frac{0.33}{200 \times 0.1295} = 0.01276 \dots (F -$$

$$m \approx 0$$

$$x = Fo = \frac{k \theta}{C_p \rho r_m^2} = \frac{0.33 \times 2}{0.946 \times 65.1 \times 0.0167 \times 60} (F -$$

$$x = 0.0117$$

$$n = \frac{r}{r_m} = \frac{0}{0.1296} \approx 0 \dots \dots \dots (F -$$

Del nomograma (51)

$$n = 0$$

$$m = 0$$

$$y_{\text{cilíndrica}} = 0.98$$

Para la parte longitudinal:

$$m = \frac{k}{hs r_m} = \frac{0.33}{200 \times 0.123} = 0.013 \dots \dots \dots (F -$$

$$m \approx 0$$

$$x = F_0 = \frac{k \theta}{C_p \rho r_m^2} = \frac{0.33 \times 2}{0.946 \times 65.1 \times 0.151 \times 60} = 0.0118$$

$$x = 0.0118$$

$$n = \frac{r}{r_m} = \frac{6.15 \times 10^{-2}}{1.23 \times 10^{-1}} = 0.5 \dots\dots\dots (F - 7)$$

Del nomograma (51)

$$m = 0$$

$$n = 0.5$$

$$y_{\text{longitudinal}} = 0.8$$

$$y = y_{\text{cilíndrica}} \times y_{\text{longitudinal}} = 0.98 \times 0.8 (F - 8)$$

$$y = 0.784$$

$$y = \frac{T_a - T}{T_a - T_i} \dots\dots\dots (F - 9)$$

$$T = T_a - y (T_a - T_i)$$

$$T = 197.6^\circ - 0.784 (197.6^\circ - 158)$$

$$T = 197.6^\circ - 30.88^\circ = 166.712^\circ$$

$$T = 166.712^\circ F$$

b).- Contribución a θ letal.-

$$\theta_{\text{letal}} = F \text{ antilog } \frac{T_a - T}{z} \dots\dots\dots (F - 3)$$

$$\theta_{\text{letal}} = 1.73 \times 10^{-5} \text{ antilog. } \frac{197.6 - 166.7}{10}$$

$$\theta_{\text{letal}} = 1.73 \times 10^{-5} \text{ antilog. } 3.09$$

$$\theta_{\text{letal}} = 1.73 \times 10^{-5} (123)$$

$$\theta_{\text{letal}} = 2.12 \times 10^{-3} \text{ min.}$$

7.- Enfriamiento.-

Primero se hizo con lienzos húmedos y cuando la temperatura hubo disminuido un poco, se roció finamente con agua a temperatura ambiente, hasta que se pudieron enfriar al chorro

del agua. Tardaron 3 minutos en enfriarse hasta 22°C.

8.- Secado.-

El secado se hizo manualmente.

Nota:

Este tipo de productos no se esterilizan debido al alto contenido de acidez y al efecto bacteriostático de la salmuera.

Esto se comprueba con los cálculos de esterilización que se observan en el cuadro No. 46, siendo el tiempo necesario para la esterilización de 0.12720 seg. en esas condiciones.

9.- Evaluación organoléptica.-

A los productos terminados se les hicieron evaluaciones organolépticas en la misma forma que se llevaron a cabo en los xoconoztles en vinagre (Pag. No.111).

Los resultados se muestran en los cuadros No. 47 y No. 48

Cuadro No. 47

Evaluación Organoléptica de los Encurtidos Salados.

Atributo	Calificación promedio de cada característica.
Color	3.50
Olor	3.75
Nivel de acidez	3.87
Nivel de sal	3.67
Consistencia	4.12
Aspecto general	3.62
Calificación total:	3.74
Calificación óptima:	5.00

Cuadro No. 48

Evaluación Organoléptica de los Encurtidos
Dulces.

Atributo	Calificación promedio de cada característica.
Color	3.60
Olor	3.80
Nivel de acidez	4.00
Nivel de azúcar	4.00
Consistencia	4.20
Aspecto general	3.80
Calificación total	3.86
Calificación óptima	5.00

Conclusiones.-

Como puede observarse, las calificaciones fueron un poco bajas que las de los xoconoztles en vinagre, lo cual puede deberse a que estos dos productos eran completamente desconocidos, de ahí que al probarlos, sus opiniones fueran más severas.

En los dos casos, tanto el aspecto general como el color, les pareció pobre, ya que únicamente tenían xoconoztles y ninguna otra verdura que les diera una presentación más atractiva.

De igual manera, el sabor ácido y salado no fueron bien aceptados, prefiriendo por escaso margen a los encurtidos dulces. Del aroma puede decirse que hubo mucha diferencia en las opiniones, pues mientras para unos era agradable, para otros resultaba muy fuerte, sobresaliendo el aroma de las especias.

CAPITULO No. 12

PROYECTO DE UNA PLANTA INDUSTRIALIZADORA DE LAS TUNAS CARDONA Y XOCOZOZTLA

- INDUSTRIALIZACION DE LA TUNA CARDONA
- INDUSTRIALIZACION DE LA TUNA XOCOZOZTLA
- DIAGRAMAS DE RECORRIDO Y TIEMPOS DE OPERACION
- RELACION DEL EQUIPO UTILIZADO Y DISTRIBUCION DEL MISMO EN LA PLANTA.

PROYECTO DE UNA PLANTA INDUSTRIALIZADORA
DE TUNA CARDONA Y XOCONOZTLE

La planta industrial se localizará en la región de Agua
nate, Zacatecas, debido a que se encuentra en la principal
productora de nopal tunero, cuenta con vías de comunica -
adecuadas y agua suficiente. Se industrializarán diaria -
3.3 toneladas de tuna cardona durante los meses de agos-
septiembre, octubre y noviembre. De enero a junio se indus
izará una tonelada diaria de tuna xoconoztle. Los meses
lio y diciembre se aprovecharán para limpieza y manteni--
o de las instalaciones y de los equipos. Son en total 174
laborables para la tuna xoconoztle en 27 semanas y 117 --
para la tuna cardona en 18 semanas. Se trabajan 8 horas
es de lunes a sábado.

INDUSTRIALIZACION DE LA TUNA CARDONA

I.- Recepción

a).- Materia Prima.-

3.3 Ton. de tuna cardona en 110 huacales.

b).- Insumos Auxiliares.-

0.01796 Ton. de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

3.976×10^{-4} Ton. de $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

1.18×10^{-4} Ton. de metabisulfito de potasio.

0.013 Ton. de H_2SO_4

7.6 Ton. de agua (para lavado de tuna, para ajuste de
aguardiente y para reponer la pérdida en la pro -
ducción de vapor y agua de enfriamiento que se
recircula).

c).- Descripción de la Operación.-

Se reciben 110 huacales con 30 Kg. de tuna cada uno. Los huacales llegan en camión, se reciben en el almacén y se pesan. Los insumos auxiliares se reciben en frascos, también en el almacén. Se requiere una balanza de 200 Kg. de capacidad y una de 50 Kg.

d).- Tiempo Empleado.-

1.46 Hr para la tuna cardona y cinco minutos para cada uno de los otros materiales. Operación intermitente.

e).- Número de Personas.-

Una persona.

II.- Almacenamiento

a).- Materia Prima.-

3.3 Ton. de tuna cardona en 110 huacales.

b).- Insumos Auxiliares.-

0.01796 Ton. de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

8.976×10^{-4} Ton. de $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

1.18×10^{-4} Ton. de metabisulfito de potasio.

0.0103 Ton. de H_2SO_4

c).- Descripción de la Operación.-

El material recibido se coloca sobre tarimas de madera. Se requiere un montacargas que transporta 6 cajas por viaje. Se destina un espacio para el almacenamiento de tuna cardona de 7 m. de largo x 6.5 m. de ancho x 2.7 m. de altura, suficiente para almacenar 110 huacales. Se colocan en hileras de 12 cajas, en filas de 10 cajas y en columnas de 6 cajas, que alcanzan para 7 días hábiles. Para los demás materiales se destinan un espacio de 6 m. de largo x 1 m. de ancho.

d).- Tiempo Empleado.-

27 Horas para almacenar la tuna y cinco minutos para de los ingredientes. Operación intermitente.

- Número de Personas.-

persona.

III.- Selección.

- Materia Prima.-

Ton. de tuna cardona, o sea 44000 tunas.

- Insumos Auxiliares

se necesitan

- Descripción de la Operación.-

transportan las cajas de tuna con el montacargas a la selección. Tarda 3 minutos por viaje. Se seleccionan las con buena consistencia y sin infecciones en forma ma se deshecha el 5% (182 Kg) de tuna. La tuna en buenas condiciones se colocan en carritos con recipientes de 100 l. capacidad.

- Tiempo Empleado.-

97 Hrs. Operación continua.

- Número de Personas.-

3 personas.

IV.- Lavado.

- Materia Prima.-

118 toneladas de tuna cardona: o sea 41573 tunas.

- Insumos Auxiliares.- 12472 l. de agua (relación 1:4 agua), con 6 ppm de cloro (49).

- Descripción de la Operación.-

lava y cepilla la tuna para quitar la tierra y ahustes.

40 tunas por minuto, o sea 33 Kg. por minuto. Se utiliza lavadora con cepillos.

d).- Tiempo Empleado.-

Tarda 1.573 Hrs. Operación continua.

e).- Número de Personas.-

Una persona.

V.- Pelado.

a).- Materia Prima.-

3.118 toneladas de tuna cardona; • sea 41573 tunas.

b).- Insumos Auxiliares.-

No se necesitan.

c).- Descripción de la Operación.-

La lavadora vacía la tuna a una banda de hule con mesas laterales. El pelado es manual, cada persona pela 15 tunas por minuto. Se necesitan cubetas de plástico para recoger los desperdicios. Se pierden 1552.77 Kg. de cáscara. La tuna pelada cae de la banda a carritos que la llevan a la báscula.

d).- Tiempo Empleado.-

2.85 Hrs. Operación continua.

e).- Número de Personas.-

16 personas.

VI.- Extrusión.

a).- Materia Prima.-

1.5665 Ton. de tuna cardona pelada.

b).- Insumos Auxiliares.-

No se necesitan.

c).- Descripción de la Operación.-

Los carritos con tambos de 100 l. de capacidad transportan la tuna al extrusor. Tarda un minuto en el viaje. En el extrusor se separa la semilla y se deshace la pulpa. La pulpa sale a los carritos con recipientes de 100 l. de capacidad.

d).- Tiempo Empleado.-

0.7992 Hrs. Operación continua.

e).- Número de Personas.-

Dos personas.

VII.- Pesado.

a).- Materia Prima.-

1.4 Ton. de tuna cardona pelada

b).- Insumos Auxiliares.-

No se Necesitan.

c).- Descripción de la Operación.-

Primero se pesa la tuna en tambos de 50 l. de capacidad en una balanza de 200 Kg. de capacidad. El contenido se pesa luego a carritos con recipientes de 100 l. de capacidad. Los primeros 502 Kg. se destinan a la fabricación de jarabe. Los restantes 898 se destinan a la fabricación de aguardiente.

d).- Tiempo Empleado.-

0.083 Hrs. para la primera parte y 0.283 horas para la segunda. Total 0.366. Operación intermitente.

e).- Número de Personas.-

Una persona.

VIII.- Evaporación.

a).- Materia Prima.-

Se alimentan 0.502 Ton. de pulpa de tuna cardona con 13% de sólidos totales (87 % Hum.).

b).- Insumos Auxiliares .-

494.31 lb. de vapor

c).- Descripción de la Operación.-

La pulpa molida se transporta hasta el evaporador donde se concentra de 13% de sólidos totales hasta un 63% en el producto

final. Con una velocidad de evaporación de 199.2 Kg./Hr.

Balance de Energía

Calor necesario para evaporar 0.3984 Ton. (878.52 lb) de agua, a una temperatura de 72°C (161.6°F).

A.- Calor necesario para elevar la temperatura del jugo de tuna de 24°C (75.2°F) a 72°C (161.6°F).

Fórmula: $Q = m C_p (T_2 - T_1) \dots\dots\dots (F - 11)$

Donde $Q =$ Btu necesarios para elevar la temperatura.

$m =$ Masa del jugo en lb.

$C_p =$ Capacidad calorífica del jugo en Btu/lb. °F

$T_2 =$ Temperatura final del jugo

$T_1 =$ Temperatura inicial del jugo

Datos $m = 1106.91$ lb.

$C_p = 0.92$ Btu/lb.°F

$T_2 = 161.6$ °F

$T_1 = 75$ °F

Substituyendo los datos en la Fórmula F No. 11

$$Q = 1106.91 \text{ lb} \times 0.92 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}^\circ\text{F}} \times (161.6^\circ\text{F} - 75^\circ\text{F})$$

$$Q = 88\,189.73 \text{ Btu.}$$

B.- Calor necesario para evaporar 878.52 lb. de agua.

Fórmula: $Q = W \times \lambda \dots\dots\dots (F - 12)$

Donde $W =$ Masa (lb.) del agua por evaporación

$\lambda =$ Entalpia del vapor (Btu) a 161°F
lb.

Datos $W = 878.52$ lb.

$\lambda = 1001.7 \frac{\text{Btu}}{\text{lb.}}$

Substituyendo los datos en la Fórmula F No. 12

$$Q = 878.52 \text{ lb.} \times 1001.7 \frac{\text{Btu}}{\text{lb.}}$$

$$Q = 880\,013.48 \text{ Btu.}$$

d).- Libras de vapor necesarias en el proceso.

Fórmula $W = \frac{Q}{\lambda} \dots\dots\dots (F - 12)$

Q_t = Btu empleados en todo el proceso

λ = Entalpia de evaporación del agua a una presión de 10.25 psi. con una temperatura de 197.6 °F.

Substituyendo en la fórmula No. 12

$$W = \frac{968\,203.21 \text{ Btu}}{978.34 \frac{\text{Btu}}{\text{lb.}}}$$

$$W = 988.62 \text{ lb. de vapor.}$$

Libras de vapor empleadas por hora.

Fórmula $G = \frac{W}{T} \dots\dots\dots (F - 13)$

Donde W = Libras de vapor empleadas en todo el proceso.

T = Tiempo total del proceso

Datos $G = \frac{988.62 \text{ lb. vap.}}{2 \text{ horas.}}$

$$G = 494.31 \frac{\text{lb. vap.}}{\text{hora.}}$$

e).- Tiempo Empleado.-

El tiempo que se emplea en el desarrollo del proceso es 2 horas.

f).- Número de Personas.-

Se necesita de una persona para realizar esta operación.

IX.- Lavado de Recipientes.

g).- Materia Prima.-

Dos recipientes cilíndricos con capacidad de 50 l. cada uno construidos de polietileno de alta densidad.

b).- Insumos Auxiliares.-

8 l. de agua

Un litro de solución de agua clorada (6 p.p.m.)

c).- Descripción de la Operación.-

Se lavan los dos recipientes con agua y se enjuagan con solución de agua clorada.

d).- Tiempo Empleado.-

0.064 horas.

e).- Número de Personas.-

Una persona.

X.- Llenado.

a).- Materia Prima.-

Se tienen 0.103 56 Ton. de jarabe de tuna cardona con concentración de 63% de sólidos.

b).- Insumos Auxiliares.-

Dos recipientes de 50 l. de polietileno de alta densidad y 0.01 litros de solución de benzoato de sodio de 0.05 g/ml.

c).- Descripción de la Operación.-

El jarabe de tuna cardona es descargado del evaporador abriéndose la llave de vaciado que se encuentra en la parte inferior.

La temperatura del jarabe al estarse envasando es de 40°C. Los recipientes antes de llenarse se les agregan 50 ml. de solución de benzoato de sodio.

d).- Tiempo Empleado.-

El tiempo empleado en esta operación es de 0.16 horas.

e).- Número de Personas.-

Una persona realiza la operación. Terminada ésta, cierra

entes con una tapa de rosca, para cada uno.

II.- Etiquetado.

).- Materia Prima.-

os recipientes con 50 litros de jarabe de tuna cardona de
ix cada uno.

).- Insumos Auxiliares.-

os etiquetas de 0.4 m de largo por 0.35 m. de ancho.

).- Descripción de la Operación.-

e pega una etiqueta en cada recipiente en la parte central
a uno de ellos.

).- Tiempo Empleado.-

n el etiquetado se emplean 0.016 horas.

).- Número de Personas.-

na persona realiza esta operación.

XII.- Almacenamiento de Producto Terminado.

).- Materia Prima.-

os recipientes etiquetados con 50 litros de jarabe de tu-
lona con 63° Brix.

).- Insumos Auxiliares.-

o se necesitan.

).- Descripción de la Operación.-

os recipientes son transportados por un montacargas al --
n de producto terminado.

).- Tiempo Empleado.-

sta operación se realiza en 0.016 horas.

).- Número de Personas.-

e emplea una persona para realizar esta operación.

XIII.- Preparación del Inóculo.

a).- Materia Prima.-

80.6 Kg. de tuna cardona

b).- Insumos Auxiliares.-

Cepa de *Saccharomyces cerevisiae* variedad champagne.

5 g. de sabouraud.

1.612 Kg. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

0.0806 Kg. de $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

0.006 Kg. de metabisulfito de potasio.

0.924 Kg. de ácido sulfúrico.

c).- Descripción de la Operación.-

La cepa de *Saccharomyces cerevisiae* se conserva por resies
bras frecuentes en medio de saboursaud. Se inocula luego 16 ma-
traces con 50 ml. cada uno de mosto de tuna (pulpa de tuna car-
done adicionada con un 2% de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ y un 0.1% de $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
Se ajusta el ph con H_2SO_4 diluido y se esteriliza a 250 °C ----
durante 5 minutos). Se deja fermentar durante 24 horas a 28°C.
Se seleccionan cuatro matraces que contengan cepas puras y con
alta producción de alcohol. Su contenido se vierte por separad
en cada uno de cuatro matraces erlenmeyer de 2 litros con 950
ml. de mosto estéril de tuna. Se airea durante 24 horas. Duran
te ese tiempo se deja fermentar a temperatura ambiente. Al cab
de ese tiempo se vierte el contenido de esos matraces por pare
a dos tanques de acero inoxidable de 60.l. de capacidad, con
tapa removible. Los tanques están colocados en un segundo nive
descansando a 2.8 m. de altura. Cada uno de estos tanques tie
nen 38 litros de mosto adicionado con 6 gramos de metabisulfit
de potasio. Se airea el tanque y se deja fermentar durante 48
horas a temperatura ambiente. Al cabo de ese tiempo está listo

Inóculo para la fermentación.

a).- Tiempo Empleado.-

36 horas (4 días). Operación intermitente.

b).- Número de Personas.-

Dos personas.

XIV.- Fermentación Alcohólica.

a).- Materia Prima.-

317.4 Kg. de pulpa de tuna cardona sin semilla.

b).- Insumos Auxiliares

32.424 Kg. de inóculo

16.348 Kg. de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

0.817 Kg. de $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

0.112 Kg. de metabisulfito de potasio.

9.372 Kg. de H_2SO_4 .

c).- Descripción de la Operación.-

Se llenan los carritos con recipientes de 100 l. de capa con la pulpa de la tuna sin semilla. Se vacían a un tanque de fibra de vidrio con poliestireno. Se adiciona un 2 % de H_2HPO_4 y 0.122 Kg. de metabisulfito de potasio. Se ajusta a 4.7 con ácido sulfúrico diluido. Se adiciona el inoculo cuando la llave de paso, se pone la tapa y se deja fermentar por 48 horas. Se controla el pH. Se mide el contenido de alcohol cada ocho horas. Al finalizar se vacía el contenido a recipientes con recipiente de 100 l. de capacidad. La eficiencia de fermentación se considera de un 80%.

d).- Tiempo Empleado.-

48 horas. Operación continua.

e).- Número de Personas.-

Dos personas.

XV.- Separación de Sólidos Mayores.

a).- Materia Prima.-

917 Kg. de mosto fermentado de tuna.

b).- Insumos Auxiliares.-

No se necesitan.

c).- Descripción de la Operación y Equipo Empleado.-

Se hace pasar el mosto de tuna a través de un sedimentador por gravedad para separar los sólidos mayores.

d).- Tiempo Empleado.-

0.5 horas Operación intermitente.

e).- Número de Personas.-

Una persona.

XVI.- Destilación.

a).- Materia Prima.-

852.81 Kg. (821.11 l.) de mosto de tuna clarificado con 4.04 de etanol en peso (34.5 Kg.) ó 5.32 % en volumen (43.72 l.)

b).- Insumos Auxiliares.-

284.3 de vapor (142.15 lb. de vapor por hora).

2077.9 l. de agua (17.3 l. por minuto).

c).- Descripción de la Operación.-

Se manda el mosto clasificado a un tanque precalentador de cobre. Posteriormente pasa a un alambique. Tiene también un enfriador. Todo de cobre.

El alambique, se llena con la mitad del mosto clarificado. La temperatura de entrada es de 20°C (68°F). Se calienta con vapor y destilan 43.72 l. de etanol al 50% el cual se va al precalentador donde ayudará a elevar la temperatura de la segunda mitad del mosto mientras se enfría. El tiempo que tarda la destilación es de una hora.

Balance de Energía (26, 63, 66)

Calor Necesario para Elevar la Temperatura de la Mitad del Mosto desde 20°C (68°F) hasta 82 °C (179.6 °F).

$$m = 852.21 \text{ Kg}/2 = 426.105 \text{ Kg.} = 939.4 \text{ lb.}$$

$$C_p = 0.968 \text{ Btu/lb } ^\circ\text{F}$$

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

$$T_2 = 179.6 \text{ } ^\circ\text{F} (82^\circ\text{C})$$

$$Q = mC_p\Delta T \dots\dots\dots (F - 11)$$

$$Q = 939.4 (0.968)(179.6-68)$$

$$Q_1 = 101482.2 \text{ Btu.}$$

Calor Necesario para Vaporizar el Etanol al 60% Obtenido ta Primera Parte del Mosto.

$$m_{C_2H_5OH} = (87.44)(0.5)(0.789)/0.453592 \times 2 = 37.99 \text{ lb}$$

$$W_{H_2O} = (87.44)(0.5)(1.000)/0.453592 \times 2 = 48.15 \text{ lb}$$

$$\lambda_{C_2H_5OH} = 220 \text{ Btu/lb.}$$

$$\lambda_{H_2O} = 960 \text{ Btu/lb.}$$

$$Q = W \times \lambda \dots\dots\dots (F - 12)$$

$$Q_{C_2H_5OH} = 37.99 (220)$$

$$Q_{C_2H_5OH} = 8357.8 \text{ Btu}$$

$$QH_2O = 48.15 (960)$$

$$QH_2O = 46224 \text{ Btu}$$

$$Q_2 = Q_{C_2H_5OH} + Q_{H_2O} \dots\dots\dots (F - 14)$$

$$Q = 8357.8 + 46224$$

$$Q_2 = 54581.8 \text{ Btu.}$$

Calor Cedido por la Primera Mitad del Etanol Vaporizado a gunda Mitad del Mosto Clarificado.

$$Q_3 = Q_{\text{Liq}} + Q_{\text{Enf}} \dots\dots\dots (F - 15)$$

$$Q_{\text{Liq}} = - 54581.8 \text{ Btu}$$

$$Q_{\text{Enf}} = mC_p \Delta T \dots\dots\dots (F - 11)$$

$$m = 87.44 (0.8945)/0.453592 \times 2$$

$$m = 28.94 \text{ lb.}$$

$$C_p C_2H_5OH \text{ a } 50\% = 0.7 \text{ Btu/lb } ^\circ\text{F}$$

$$T_1 = 179.6 \text{ } ^\circ\text{F} (82^\circ\text{C})$$

$$T_2 = 95 \text{ } ^\circ\text{F} (35^\circ\text{C})$$

$$Q_{\text{Enf}} = (87.44)(0.7)(95 - 179.6)$$

$$Q_{\text{Enf}} = - 5178.19 \text{ Btu}$$

$$Q = Q_{\text{Liq}} + Q_{\text{Enf}} \dots\dots\dots (F - 15)$$

$$Q = - 54581.8 + (-5178.19)$$

$$Q = - 59759.9 \text{ Btu.}$$

Temperatura a la que se Eleva la Segunda Mitad del Mosto en el Precalentamiento, con el Calor Cedido por la Primera Parte del Etanol Evaporado.

$$m = 852.81/0.453952 \times 2$$

$$m = 939.31 \text{ lb.}$$

$$C_p = 0.968 \text{ Btu/lb } ^\circ\text{F}$$

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

$$Q = 59759.9 \text{ Btu}$$

$$Q = mC_p \Delta T \dots\dots\dots (F - 11)$$

$$T_2 = T_1 + \frac{Q}{m C_p}$$

$$T_2 = 68 + \frac{59759.9}{939.31 (0.968)}$$

$$T_2 = 68 + 65.72$$

$$T_2 = 133.72 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Calor Necesario para Calentar la Segunda Mitad del Mosto
Producido de 133.72 $^\circ\text{F}$ a 179 $^\circ\text{F}$

$$m = 939.31 \text{ lb}$$

$$C_p = 0.968 \text{ Btu/lb } ^\circ\text{F}$$

$$T_1 = 87.16 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$T_2 = 179.6 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$Q = m C_p \Delta T \dots\dots\dots (F - 11)$$

$$Q = 939.31 (0.968)(179 - 133.72)$$

$$Q_4 = 41170.9 \text{ Btu.}$$

Calor Necesario para Vaporizar la Segunda Mitad del Etanol
Producido.

$$Q_5 = 54581.8 \text{ Btu}$$

Calor Necesario para Obtener 87.44 l. de Alcohol al 50 %
Producido de 821.11 Kg. de Mosto.

$$Q_6 = Q_1 + Q_2 + Q_4 + Q_5 \dots\dots\dots (F - 16)$$

$$Q_6 = 101482.2 + 54581.8 + 54581.8 + 41170.9$$

$$Q_6 = 251816.7 \text{ Btu}$$

Calor Perdido por Radiación. Se Considera el 3 % del ---
Total.

$$Q_7 = 251816.7 (0.03) = 7554.5$$

$$Q_8 = 251816.7 + 7554.5 = 259371.2 \text{ Btu.}$$

Libras de Vapor Necesarias para Suministrar el Calor ----
Perdido para Evaporar el Etanol.

A una presión de trabajo de 64.5 psia. la temperatura del
vapor es 297 $^\circ\text{F}$ y la $\lambda = 912 \text{ Btu/lb.}$

$$W = \frac{Q}{\lambda} \dots\dots\dots (F - 12)$$

$$W = \frac{259371.2}{912}$$

$$W = 28.4 \text{ lb de vapor.}$$

Gasto de vapor.

Cada mitad del mosto se destila en una hora. El tiempo total de destilación es de dos horas.

$$G_{\text{vap.}} = 142.15 \text{ lb de vapor/hora.}$$

Calor que se Remueve de la Primera Parte del Destilado Después de que pasa por el Precalentador.

$$m = 87.94 \text{ lb.}/2 = 43.72 \text{ lb.}$$

$$C_p C_2H_5OH = 50 = 0.700 \text{ Btu/lb. } ^\circ F$$

$$T_1 = 95^\circ F (35^\circ C)$$

$$T_2 = 86^\circ F (30^\circ C)$$

$$Q = m C_p \Delta T \dots\dots\dots (F - 11)$$

$$Q = 43.72 (0.70) (86-95)$$

$$Q_9 = - 275.43 \text{ Btu}$$

Calor que Hay que Remover de la Segunda Parte del Destilado

$$Q_{10} = Q_{\text{Liq}} + Q_{\text{Enf}} \dots\dots\dots (F - 15)$$

$$Q_{\text{Liq}} = -Q_2$$

$$Q_{\text{Liq}} = - 545581.8 \text{ Btu.}$$

$$m C_2H_5OH = 43.72 \text{ lb.}$$

$$C_p C_2H_5OH \text{ 50\%} = 0.7 \text{ Btu/lb } ^\circ F$$

$$T_1 = 179.6 ^\circ F (82^\circ C)$$

$$T_2 = 86 ^\circ F (30^\circ C)$$

$$Q_{\text{Enf.}} = mC_p \Delta T \dots\dots\dots (F - 11)$$

$$Q_{\text{Enf.}} = 43.72 (0.70) (86 - 179.6)$$

$$Q_{\text{Enf.}} = - 2864.53 \text{ Btu.}$$

$$Q = - 54581.8 + (-2864.53)$$

$$Q_{10} = - 57446.33 \text{ Btu.}$$

Cantidad de Agua Requerida para el Enfriamiento del Desti-

$$Q_{11} = Q_9 + Q_{10} \dots\dots\dots (F - 17)$$

$$Q = - 275.43 + (-57446.33)$$

$$Q = - 57721.76 \text{ Btu}$$

$$Q_{11} = 57721.76 \text{ Btu}$$

$$C_p_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \text{ Btu/lb } ^\circ\text{F}$$

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

$$T_2 = 80.6 \text{ } ^\circ\text{F} (27 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$$Q = mC_p \Delta T \dots\dots\dots (F - 11)$$

$$m = \frac{Q}{C_p \Delta T}$$

$$m = \frac{57721.76}{1.000 (80.6 - 68)}$$

$$m = 4581.07 \text{ lb de agua (2077.9 l.)}$$

Como el tiempo de la destilación es de 0.5 Hrs. el gasto será:

$$G_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{W_{\text{H}_2\text{O}}}{T} \dots\dots\dots (F - 13)$$

$$G_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{4581.09}{2}$$

$$G_{\text{H}_2\text{O}} = 2290.5 \text{ lb/H.}, (1038.9 \text{ l/H}), (17.3 \text{ l./min})$$

Se destilan diariamente 87.43 l de etanol de 50° G.L. Se lleva por medio de una bomba a un tanque de cobre para acumular los destilados de 90 días que van a constituir la alimentación de la torre de rectificación.

d).- Tiempo Empleado.-

Tres horas.

e).- Número de Personas.-

Dos personas.

XVII.- Rectificación (26, 56, 63, 66)

a).- Materia Prima.-

7869 l. (2078.8 Gal) de destilado con una concentración de etanol del 50%, una densidad de 0.9469 Kg./l (7.899 lb/ Gal) y un peso 7451.1 Kg. (164268 lb.).

La temperatura de alimentación es de 20 °C (68°F).

b).- Insumos Auxiliares.-

4589.3 lb. de vapor (2174 lb. de vapor/hora para el calentamiento y 877 lb. de vapor/hora para la destilación).

101433.48 lb. de agua, 460,079.4 l. de agua (71785.9 lb agua por hora o 325661.5 litros/hora).

c).- Descripción de la Operación.-

Se coloca el destilado en una olla de vaporización de cobre cilíndrico, horizontal y con extremos cóncavos. Como la capacidad máxima de carga no debe exceder al 80% del volumen, la olla será en números redondos de 10 000 l. (10 m³).

En un sistema de destilación discontinua, como es el caso presente, existen tres áreas principales:

A.- El área de vaporización consistente en una olla y un serpentín de calentamiento.

B.- Al área de separación formada por la columna.

C.- El área de condensación que está representado por el

nsador de venteo y un tanque acumulador de condensados, el
sirve como cabeza hidrostática para una bomba o válvula de
ol.

Cálculos.

Cálculos de las Dimensiones de la Olla de Presión.

Dimensiones: Como es un cilindro recto:

$$V = \pi r^2 h \dots\dots\dots (F - 18)$$

Para recipientes cilíndricos a presión de 50 a 75 psig.
relación de longitud a diámetro será de: $L/D = 3$ o menos.

En este caso se usará:

$$L = 1.4 D$$

$$D = 2.022 \text{ m}$$

$$L = 2.8308 \text{ m}$$

Como los extremos son cóncavos, se suma un 10%:

$$D = 2.022 \text{ m.}$$

$$L' = 3.1138 \text{ m.}$$

$$\text{Vol} = 10000 \text{ l (2641.6 Gal).}$$

Sistemas de Calentamiento.- Será por serpentines de cobre
onde pasa vapor con una presión de trabajo de 64.5 psia.

Temperatura del vapor 297 °F.

$$\lambda_{\text{Cond}} = 912 \text{ Btu/lb.}$$

$$\text{Temperatura de carga} = 68 \text{ °F (20°C)} = T_1$$

$$\text{Temperatura de Ebullición} = 178.6 \text{ °F (82 °C)} = T_2$$

$$C_p_{C_2H_5OH \text{ 50\%}} = 0.700 \text{ Btu/lb °F.}$$

$$m = 16826.8$$

$$Q = m C_p \Delta T \dots\dots\dots (F - 11)$$

$$Q = 16426.8 (0.7) (179.6 - 68)$$

$$Q = 1283261.6 \text{ Btu.}$$

Calor perdido por radiación: 3% = 38497.8 Btu.

$$\begin{aligned} & 1283261.6 \\ & + \underline{38497.9} \\ Q & = 1321759.5 \text{ Btu.} \end{aligned}$$

A una presión de trabajo de 64.5 psia la temperatura del vapor de 297 °F y $\lambda = 912$ Btu/lb.

$$W_{\text{Vap}} = \frac{Q}{\lambda} \dots\dots\dots (F - 12)$$

$$W_{\text{Vap}} = 1449.3 \text{ lb de vapor.}$$

El tiempo necesario para el calentamiento una vez cubiertos los serpentines de carga es de 1.666 H. (100 min) en promedio. El gasto de vapor por hora será de:

$$G_{\text{Vap}} = \frac{W}{T} \text{ Vap.} \dots\dots\dots (F - 13)$$

$$G_{\text{Vap}} = 1449.3/1.666 = 889.92 \text{ lb/Hr.}$$

Se instalan dos serpentines de dos pasos. La longitud de cada uno será de 7.52 ft de longitud, con un diámetro interior de 4 in y diámetro exterior de 4.125 in.

Condiciones de la Destilación

$$\text{Vol} = 78691 (2078.86 \text{ Gal}).$$

$$\text{Concentración} = 50 \% \text{ vol.}$$

$$\text{Densidad} = 0.9464 \text{ Kg/l (7.899 lb/Gal)}$$

$$^{PM}C_2H_5OH = 46 \text{ lb/lb Mol.}$$

$$^{PM}H_2O = 18 \text{ lb/lb - Mol.}$$

$$\text{Peso} = 7451.1 \text{ lb.}$$

Cuadro No. 49

Condiciones de la Destilación.

Destilado %	Carga %	Conc. Final % Vol.	Vol. Final Gal.	lb/Gal	Peso
12	---	80.00	143.52	7.02	1008
88	---	80.00	1052.00	7.02	7385
100	57.51	-----	-----	---	---
---	42.29	-----	883.28	---	8027
---	100.00	-----	2078.8	7.899	16420

columna se diseña para centros pero se obtienen resultados para las cabezas.

posición de la Alimentación.

mero se destilan las cabezas. La obtención de la composición residual después del corte de cabezas se logra con un total y uno de alcohol.

$$F = D + W \dots\dots\dots (F - 19)$$

$$F x_i = D x_D + W x_W \dots\dots\dots (F - 20)$$

$$F x_F = \text{Volumen total}$$

$$D x_D = \text{Vol. de cabezas}$$

$$W x_W = \text{Volumen residual después del corte de cabeza.}$$

tituyendo:

$$2078.8 = 143.52 + W x_W$$

$$W x_W = 1935.28 \text{ Gal.}$$

$$2078.8 \times 0.5 = 143.52 \times 0.800 + 1935.28 X_W$$

x_W = Concentración de etanol en el residuo

$$x_W = \frac{1039.4 - 14.8}{1935.28} = \frac{924.6}{1935.28} = 0.4777 \times 100 = 47.77$$

$$x_W = 47.77 \% \text{ en Vol.}$$

Esta es la composición de la alimentación de la columna.

Se partira a base de una carga de 8393 lb (centros + co_ las) y una composición inicial de 57.56 % de etanol en volumen equivalente a 41.70 % en peso.

La composición del alimento en unidades molares se muestra en el cuadro No. 50

Cuadro No. 50

Composición de la Alimentación.

	% Peso	lb	P.M.	lb-Mol	Fracción Mol.
C_2H_5-OH	41.70	3500	46	76.08	0.2186
H_2O	58.30	4893	18	271.83	0.7814
		8393		347.91	

$$W_i = 252.11 \text{ lb-Mol.}$$

$$x_i = 0.2186$$

$$W_i = \text{masa de alimentación.}$$

$$x_i = \text{Fracción Mol del etanol en la alimentación}$$

Peso Molecular Promedio

$$PM = \frac{6081.9}{244.13} = 24.91 \text{ lb/lb-Mol.}$$

Composición del Destilado x_D

Se desea 80.0 % de concentración de etanol en volumen, equivalente a 78.21 % en peso. Se destilan 7385 lb.

Cuadro No. 51

Composición del Destilado.

	% Peso	lb	P.M.	lb-Mol	Fracción Mol.
OH	78.21	5775.8	46	125.56	0.5841
	<u>21.79</u>	<u>1609.6</u>	18	<u>89.40</u>	<u>0.4159</u>
	100.00	7385.4		214.96	1.0000

$$x_D = 0.5841$$

Peso Molecular Promedio

$$PM = 46 \times 0.5841 + 0.4159$$

$$PM = 26.86 + 7.48$$

$$PM = 34.34 \text{ lb/lb-Mol}$$

Composición del Residuo

Se toma la composición del residuo (x_w) después del punto de ebullición de los centros (D) y las colas (W) de un balance total de alcohol, aplicando las fórmulas F No. 19 y F No. 20 -- se hizo anteriormente.

$$F = D + W \dots\dots\dots (F - 19)$$

$$F x_i = D x_D + W x_W \dots\dots\dots (F - 20)$$

$$1935.28 = 1052 + W$$

$$W = 883.28 \text{ Gal.}$$

$$93.28 \times 0.4777 = 1052 \times 0.8 + 883.28 x_w$$

$$\frac{24.48 - 841.6}{883.28} = \frac{82.88}{883.28} = 0.0938 \times 100 = 9.38 \%$$

$$x_w = 9.38 \% \text{ en volumen.}$$

Transformando esta composición en volumen a composición en peso para determinar la fracción Mol. del residuo se obtiene un residuo equivalente a 8.76 % en peso.

Cuadro No. 52

Composición del Residuo.

	% Peso	lb	P.M.	Moles	Fracción Mol.
C_2H_5-OH	8.76	703.16	46	15.28	0.0361
H_2O	<u>91.24</u>	<u>7323.84</u>	18	<u>406.88</u>	<u>0.9639</u>
	100.00	8027		422.16	1.0000

$$x_W = 0.0361$$

Peso Molecular Promedio.-

$$PM = 46 \times 0.0361 + 18 \times 0.9639 = 1.66 + 17.32 = 19.01$$

$$PM = 19.01 \text{ lb/lb-Mol.}$$

Relación de Reflujo

Relación de Reflujo Mínima

La relación de reflujo "L"/"V" está representada por la pendiente de la línea de operación y ligada a la relación de reflujo de operación "L"/"V" por las fórmulas F No. 22 y F No. 23.

$$\text{Por definición } R = \frac{L}{D} \dots\dots\dots (F - 21)$$

R = Relación de reflujo de operación.

L = Lfquido

D = Relación de producto

$$\text{Relación de reflujo interna } L/V = \frac{R}{(R+1)} \dots (F - 22)$$

V = Relación de Vaporización

Similarmente:

$$R = \frac{L/V}{1 - (L/V)} \dots\dots\dots (F - 22)$$

En el cuadro No. 54, representativo del equilibrio vapor - lfquido para el sistema binario etanol-agua, la línea de opera-

ión equivalente a la relación de reflujo se trazará desde el punto de intersección de la línea vertical representativa de la composición del destilado con la diagonal de 45° (0.5841 - 0.5841) al punto de intersección de la línea vertical representativa de la composición de la alimentación con la curva de equilibrio vapor líquido (0.2186 - 0.546).

Aplicando la fórmula F No. 24

$$\left[\frac{L}{V} \right]_{\text{Min.}} = \frac{Y_D - y_T}{x_D - x_T} \dots\dots\dots (F - 23)$$

$\left[\frac{L}{V} \right]$ = Relación de reflujo interna, pendiente de la curva de operación de reflujo mínimo.

$$\left[\frac{L}{V} \right]_{\text{Min.}} = \frac{0.5841 - 0.546}{0.5941 - 0.2186} = \frac{0.0381}{0.3655} = 0.1042$$

La relación de reflujo de operación óptima en la industria alcohólica puede tomarse desde 1.6 veces el mínimo hasta un valor máximo de 4.5

En este caso se fijó reflujo de operación óptima de:

$$R = \frac{L}{D} = 1.014$$

Este valor será equivalente a una relación de reflujo interno de :

$$\left[\frac{L}{V} \right]_{\text{Op.}} = \frac{R_{\text{Op.}}}{R_{\text{Op.}} + 1} = \frac{1.014}{1.014 + 1} = 0.5035$$

Relación de Vaporización.

Se estima para la fracción de centros. Se fijará una relación en un rango de 1.5 - 2.0 G.P.M.

Se selecciona una relación de vaporización de 1.5 G.P.M.

$$V = 1.5 \times 60 = 190 \text{ G.P.M.}$$

De la relación de reflujo de operación

$$R = 1.019 + 1$$

La relación de vaporización será:

$$V = 2.014 \times 190 = 181.26 \text{ G.P.H.}$$

Convirtiendo este valor a unidades de masa:

Densidad del alcohol etílico a 180°F y 80% de concentración

$$d = 52.51 \text{ lb/ft}^3 = 7.48 \text{ lb/Gal.}$$

$$V = 181.26 \times \frac{1}{7.48} = 1272 \text{ lb/H}$$

Transformación a unidades molares.

Peso molecular en las condiciones fijadas:

$$P.M. = 58.41 \text{ lb/lb-Mol}$$

$$V = 1272 \times \frac{1}{58.41} = 31.61 \frac{\text{lb-Mol}}{\text{H}}$$

$$V = 31.61 \frac{\text{lb-Mol}}{\text{H}}$$

Relación de Producto.- La relación de producto está ligada a la relación de vaporización por medio de la fórmula F No. 2

$$D = \frac{V}{(R+L)} \dots\dots\dots (F - 24)$$

Sustituyendo

$$D = \frac{31.61}{1.014} = 15.69 \frac{\text{lb-Mol}}{\text{H}}$$

$$D = 15.69 \frac{\text{lb-Mol}}{\text{H}}$$

$$b = 0.5841 - 0.5035 (0.5841)$$

$$b = 0.5841 - 0.2941$$

$$b = 0.290$$

Con estos dos puntos; a (0.5841 - 0.5841) y b (0.154). se traza la línea de operación.

Número de Platos Reales.

Con el valor de la eficiencia del plato se puede calcular

úmero de platos reales, el cual esta dado por la fórmula --
. 26.

$$n = \frac{nt}{E_o} \dots\dots\dots (F \text{ No. } 26)$$

n = Número de platos reales

ⁿt = Número de platos teóricos

E
° = Eficiencia de humedad del plato

$$n = \frac{3}{0.6325} = 5$$

$$n = 5$$

Los datos de equilibrio vapor-líquido corregidos a una efi
cia de 63.25 % se muestra en el cuadro No. 54 y en el cuadro
55

Número de Platos Teóricos

La determinación del número de platos teóricos y reales se
por el método gráfico de Mc Cabe-Thiele. Los datos de equi
o vapor-líquido del sistema etanol-agua a la presión atmos
a de la Ciudad de México de 586 mm. de mercurio, se mues--
n el cuadro No. 53 y en el cuadro No. 54

Cuadro No. 53

Datos de Equilibrio Vapor-Líquido para el Sistema Etanol-Agua a la Presión Atmosférica de la Ciudad de México. (586 mm Hg). (56)

<u>"x"</u>	<u>"y"</u>	<u>T °C</u>
0.008	0.072	91.8
0.010	0.089	89.1
0.025	0.199	86.4
0.038	0.293	84.1
0.052	0.343	82.0
0.087	0.423	79.4
0.103	0.448	78.2
0.142	0.497	77.1
0.209	0.540	75.7
0.311	0.579	74.6
0.446	0.634	73.6
0.575	0.685	72.6
0.673	0.735	72.3
0.736	0.775	72.2
0.823	0.837	72.0
0.864	0.868	72.0
0.880	0.880	72.0

En el cuadro No. 54, la línea de operación tendrá una pendiente "L"/"V" de acuerdo a la relación de reflujo interna seleccionada. Se trazan también las composiciones del destilado, residuo y alimentación. El número de platos teóricos obtenidos en el cuadro No. 54 fue de 3, ya que se considera como plato adicional a la olla.

$$y = mx + b \dots\dots\dots (F - 25)$$

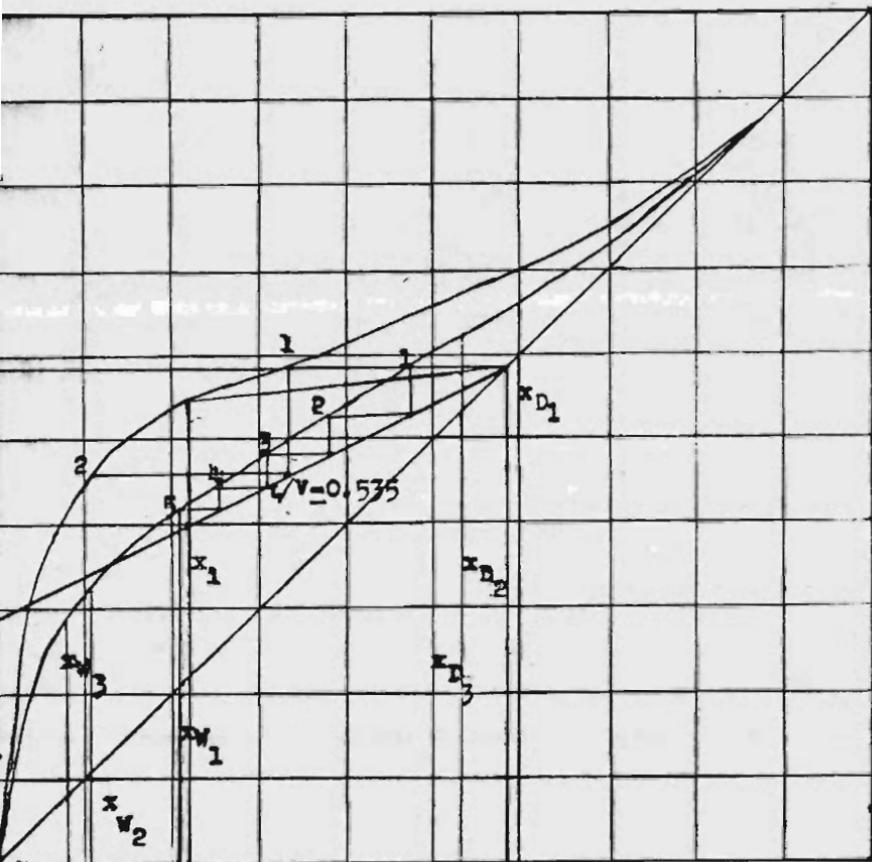
$$b = y - mx$$

$$b = y_D - \left(\frac{L}{V} \right) Op x_D$$

Cuadro # 54

"DETERMINACION DEL NUMERO DE PLATOS TEORICOS POR EL

METODO GRAFICO DE MC CABESTHIELE"



* x * Fracción Mol del Etanol en la Fase Líquida

Cuadro No. 55

Datos de Equilibrio Vapor-Líquido Corregido a un 63.25% de Eficiencia para el sistema Etanol-Agua a la Presión Atmosférica la Ciudad de México (586 mm de Hg) (56)

100 %			63.25 %		
"x"	"y"	T°C	y-x	.6325	"y" (x +
0.008	0.072	91.8	0.064	0.0484	0.0484
0.010	0.089	89.1	0.079	0.0499	0.0599
0.025	0.199	86.4	0.174	0.1100	0.1350
0.038	0.293	84.1	0.255	0.1612	0.1992
0.052	0.343	82.0	0.291	0.1840	0.2360
0.087	0.423	79.4	0.336	0.2125	0.2995
0.103	0.448	78.2	0.345	0.2182	0.3212
0.142	0.497	77.1	0.355	0.2245	0.3665
0.209	0.540	75.7	0.331	0.2093	0.4183
0.311	0.579	74.6	0.268	0.1695	0.4805
0.446	0.634	73.6	0.188	0.1189	0.5649
0.575	0.685	72.6	0.110	0.0695	0.6445
0.673	0.735	72.3	0.062	0.0392	0.7122
0.736	0.775	72.2	0.039	0.0246	0.7606
0.823	0.837	72.0	0.014	0.0088	0.8318
0.864	0.868	72.0	0.004	0.0025	0.8665
0.880	0.880	72.0	0.000	0.0000	0.8800

Tiempo de Destilado

Como la destilación es reflujo constante se harán pequeñas variaciones en la composición del destilado x_D . Trazando líneas de operación con estos datos y con la misma pendiente y número de platos establecidos en la primera, se obtienen las composiciones residuales x_W . Los valores de " x_D " y " x_W " se encuentran en el cuadro No. 56

Cuadro No. 56

x_W	x_D	$x_D - x_W$	$\frac{1}{x_D - x_W}$	$\left[\frac{1}{x_D - x_W} \right]$ Prom.
0.210		0.3741	2.673	2.507
0.106	0.104	0.427	2.341	2.390
0.09	0.016	0.410	2.439	

$$Q = \sum \left[\frac{1}{x_D - x_W} \right] \text{ Prom.} \cdot \Delta x_W \dots \dots \dots (F - 27)$$

$$2.507 \times 0.104 = 0.2607$$

$$2.390 \times 0.016 = \frac{0.0382}{0.2989}$$

$$Q = 0.2989$$

tiempo para lograr la separación deseada se obtiene --
 lo la fórmula No. 28

$$Q = (R + 1) \frac{W_i}{V} \left[\frac{e^Q - 1}{e^Q} \right] \dots \dots \dots (F - 28)$$

Q = Tiempo empleado

R = Relación de Reflujo

W_i = Cantidad de destilado en unidades molares.

V = Relación de vaporización

$$Q = (1.041 + 1) \frac{214.96}{31.61} \left[\frac{2.71828^{0.2989} - 1}{2.71828^{0.2989}} \right]$$

$$Q = (2.041) (6.8) \left[\frac{1.348 - 1}{1.348} \right] = 3.58$$

$$Q = 1.201 \text{ horas}$$

diámetro de la Columna.

diámetro de la columna depende de la cantidad de vapor

producido, que en unidades moleculares es de 214.96 lb-Mol.

A presión atmosférica, la temperatura del vapor será mucho de 82. °C y a temperatura, el volumen específico del por es: $358.4 \times (273 + 82)/273 = 466 \text{ ft}^3/\text{lb-Mol} = \text{Vesp.}$

Valor máximo al que corresponde al diámetro máximo de columna. La velocidad del vapor en el proceso de destilación de:

$$V_{\text{vap}} = \text{Vesp.} \times V \times \frac{1}{3600} \dots\dots\dots (F - 29)$$

V_{vap} = Velocidad del Vapor

Vesp. = Volumen específico del vapor del sistema etanol-agua en las condiciones fijadas

V = Relación de vaporización

$$V_{\text{vap}} = 466 \times 31.61 \times \frac{1}{3600}$$

$$V_{\text{vap}} = 1.599 \text{ ft/seg}$$

El área de la sección transversal de la columna es:

$$60.33 \times 466/1.9672 \times 13464 = 1.0614 \text{ ft}^2$$

Y el diámetro de la columna es:

$$\sqrt{(4/\pi) \cdot 1.0614} = 1.35 \text{ ft} = 16.2 \text{ in} \dots$$

Cantidad de Vapor Necesario para Evaporar el Etanol al

80.0%

$$m_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 5775.8 \text{ lb}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 1609.2 \text{ lb}$$

$$\lambda_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH } 100\%} = 220 \text{ Btu/lb } ^\circ\text{F}$$

$$\lambda_{\text{H}_2\text{O}} = 960 \text{ Btu/lb } ^\circ\text{F}$$

$$Q = m \lambda \dots\dots\dots (F - 12)$$

$$Q_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 5775.8 (220)$$

$$Q_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 1270676 \text{ Btu}$$

$$Q_{H_2O} = 1609.2 (960)$$

$$Q_{H_2O} = 1544832 \text{ Btu}$$

$$Q = Q_{C_2H_5OH} + Q_{H_2O} \dots\dots\dots (F - 14)$$

$$Q = 1270676 + 1544832$$

$$Q = 2815308 \text{ Btu}$$

Calor perdido por radiación 3%

$$Q_{Rad} = 84465 \text{ Btu}$$

$$\begin{array}{r} 2815508 \\ + \quad 84465 \\ \hline 2864373 \end{array}$$

$$Q_{Tot} = 2864373 \text{ Btu}$$

A presión de trabajo de 64.5 psia, la $\lambda = 912 \text{ Btu/lb}$

$$W_{Vap} = \frac{Q}{\lambda} \dots\dots\dots (F - 12)$$

$$W_{Vap} = \frac{2864373}{912}$$

$$W_{Vap} = 3140 \text{ lb de vapor}$$

Como el tiempo que tarda la destilación es de 3.58 Hr. el gasto de vapor por hora será de:

$$G_{Vap} = \frac{W_{Vap}}{T} = \frac{3140}{3.58} \dots\dots\dots (F - 13)$$

$$G_{Vap} = 877 \text{ lb Vap./hora}$$

Cantidad de Agua Requerida para Enfriar el Producto.

Calor perdido por el Aguardiente

$$Q = Q_{Liq} + Q_{Enf.} \dots\dots\dots (F - 15)$$

$$Q_{Liq} = - 2864373 \text{ Btu.}$$

$$m_{C_2H_5OH} = 7385$$

$$C_p C_2H_5OH = 80.0 \% = 0.640$$

$$T_1 = 86 \text{ }^\circ\text{F} (30 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$T_2 = 179 \text{ }^\circ\text{F} (82 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$Q_{Enf} = m C_p \Delta T \dots\dots\dots (F - 11)$$

$$Q_{Enf} = 7385 (0.640) (86 - 179)$$

$$Q_{Enf} = - 439555.2 \text{ Btu}$$

$$Q = 2864373 + (-439555.2)$$

$$Q = - 3303928.2 \text{ Btu}$$

Para el Agua:

$$C_p H_2O = 1.000 \text{ Btu/lb }^\circ\text{F}$$

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

$$T_2 = 80.6 \text{ }^\circ\text{F} (27 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$Q = - 3303928.2 \text{ Btu.}$$

$$Q = m C_p \Delta T \dots\dots\dots (F - 11)$$

$$m = \frac{Q}{C_p \Delta T}$$

$$m = \frac{-3303928.2}{1.000 (80.6 - 68)}$$

$$m = 262208.5 \text{ lb de agua}$$

Como la destilación tarda 3.58 horas. el gasto de agua será de:

$$G_{H_2O} = \frac{W_{H_2O}}{T} \dots\dots\dots (F - 13)$$

$$G_{H_2O} = \frac{262208.5}{3.58}$$

$$G_{H_2O} = 73242.5 \text{ lb } H_2O/H. = (161472.4 \text{ l/H}) = (2691.2/\text{min}).$$

- d).- Tiempo Empleado.-
1.5 Horas Operación Intermitente.
e).- Número de Personas.-
Dos Personas.

XVIII.- Ajuste

- a).- Materia Prima.-
3349.7 Kg. (7385 lb. o 3982.1 l) de aguardiente al 78.21%
volumen y 80 % en volumen de etanol.
b).- Insumos Auxiliares.-
5973.1 l. de agua
c).- Descripción de la Operación y Equipo Empleado.-
Se vacía el alcohol destilado a un tanque donde se ajusta
alcoholométrico a 40° G.L.
d).- Tiempo Empleado.-
0.33 horas, Operación Intermitente.
e).- Número de Personas.-
Una persona.

XIX.- Añejamiento

- a).- Materia Prima.-
9955.2 l. de aguardiente al 40% en volumen (9322.8 Kg.)
b).- Insumos Auxiliares.-
199 barricas de 50 l. cada una
c).- Descripción de la Operación.-
Se pasa el alcohol al almacén donde se llenan las barricas
de madera. Las barricas se acomodan acostadas con ayuda de cu-
chillos de madera.
d).- Tiempo Empleado.-

Dos horas para el llenado y colocado, y un año el a
to.

e).- Número de Personas.-

Una persona.

XX.- Lavado de Botellas

a).- Materia Prima.-

13274 botellas de 0.750 l. de capacidad.

b).- Insumos Auxiliares.-

5000 l. de agua

c).- Descripción de la Operación.-

Se lavan las botellas en la lavadora-sopladora de fr
con una velocidad de 3000 botellas/hora. Necesita una mes

d).- Tiempo Empleado.-

4.42 horas.

e).- Número de Personas.-

Una persona.

XVI.- Llenado.

a).- Materia Prima.-

9955.2 l. de aguardiente al 40% en volumen (9322.8

b).- Insumos Auxiliares.-

132474 botellas de 0.750 l. de capacidad.

c).- Descripción de la Operación.-

Se llenan 30 botellas por minuto con ayuda de una ll
manual y una banda.

d).- Tiempo Empleado.-

7.37 horas. En un día serán 3.685 horas y en el segu
igual.

e).- Número de Personas.-

Una persona.

XXII.- Cerrado.

a).- Materia Prima.-

13274 botellas con 0.750 l. de capacidad cada una. En total son 9955.1 l. de aguardiente (9322.8 Kg.).

b).- Insumos Auxiliares.-

1327 tapas de corcho con plástico.

c).- Descripción de la Operación.-

Se tapa manualmente a una velocidad de 15 tapas por minuto. Quiere una banda, una persona pone la tapa y otra cierra.

d).- Tiempo Empleado.-

7.37 horas, 3.685 horas en un día y 3.685 en el siguiente.

e).- Número de Personas.-

Cuatro Personas.

XXIII.- Etiquetado.-

a).- Materia Prima.-

13274 botellas con un total de 9955.2 l. de aguardiente con una concentración de etanol de 40° G.L. (9322.8 Kg.).

b).- Insumos Auxiliares.-

13274 etiquetas de 5 cm. x 10 cm. de tres colores.

c).- Descripción de la Operación.-

Se etiquetan manualmente con ayuda de una engomadora manual una banda. Se etiquetan manualmente 30 etiquetas por minuto.

d).- Tiempo Empleado.-

7.37 horas en total, dividiendo en dos días. Operación ---
continua.

e).- Número de Personas.-

Cuatro personas.

XXIV.- Empaque.

a).- Materia Prima.-

13274 botellas con 9955.2 l. de aguardiente de tuna cardona
(9322.8 Kg.).

b).- Insumos Auxiliares.-

553 cajas de 48 cm de largo, 32 cm de ancho y 30 de altura.

c).- Descripción de la Operación.-

El empaque es manual. Se llena una caja en 1.2 min. y se
pa en 0.116 min. Total 1.316 min. por caja. Se usa una mesa.
Son 24 botellas por caja.

d).- Tiempo Empleado.-

3.03 horas.

e).- Número de Personas.-

Cuatro Personas.

XXV.- Almacenamiento de Producto Terminado.

a).- Materia Prima.-

553 cajas con 13274 botellas con 9955.2 l. de aguardiente
de tuna cardona (9322.8 Kg.).

b).- Insumos Auxiliares.-

No se necesitan.

c).- Descripción de la Operación.-

Las cajas son llevadas por medio de un montacargas al alm
cen de productos terminados. Se llevan 12 cajas en cada viaje
Se destina un espacio de 3.84 m. de largo x 3.2 m. de ancho p
su almacenamiento colocando en hilera de 10 cajas por fila de
cajas por pilas de 7 cajas. Se colocan sobre terimas de mader

d).- Tiempo Empleado.-

1.535 horas dividido en dos días. Operación intermitente.

e).- Número de Personas.-

Una persona.

INDUSTRIALIZACION DE LA TUNA XOCONOZTLE

1.- Recepción.

a).- Materia Prima.-

1.05263 Ton. de xoconoztle en 35 huacales.

b).- Insumos Auxiliares.-

0.041 Ton. de zanahoria

0.041 Ton. de cebolla

8.23×10^{-3} Ton. de ajo.

0.02 Ton. de chile

0.019 Ton. de pectina

1.2×10^{-4} Ton. de saborizante de fresa

2.2626×10^{-2} Ton. de azúcar

3.942×10^{-4} Ton. de laurel

3.34×10^{-4} Ton. de tomillo

3.34×10^{-4} Ton. de mejorana

1.588×10^{-4} Ton. de pimienta

7.675×10^{-5} Ton. de orégano

7.675×10^{-5} Ton. de semilla de mostaza

1.37×10^{-4} Ton. de clavo

6.025×10^{-5} Ton. de canela

4.43×10^{-6} Ton. de comino

0.00716 Ton. de aceite de cártamo

6.908×10^{-1} Ton. de vinagre de caña con una concentración de ácido acético al 3 %.

0.46 Ton. de agua

9.855×10^{-2} Ton. de sal.

c).- Descripción de la Operación.-

Las tunas en huacales de 0.7 m. de longitud por 0.5 m de -
por 0.4 m. de alto en un camión. Cada huscal lleva 30 Kg.
ana. Se reciben en el almacén y se pesan.

Los insumos auxiliares sólidos se reciben en el almacén en

sacos y se pesan. Los materiales líquidos se reciben en tar
Se usa una balanza de 200 Kg. y una de 50 Kg. de capacidad.

d).- Tiempo Empleado.-

0.455 horas para la tuna cardona y 0.183 horas para ca
uno de los demás componentes. Operación intermitente.

e).- Número de Personas.-

Una persona.

2.- Almacenamiento.

a).- Materia Prima.-

1.052 Ton. de tuna xoconoztle

b).- Insumos Auxiliares.-

0.041 Ton. de zanahoria

0.041 Ton. de cebolla

8.23×10^{-3} Ton. de ajo

0.02 Ton. de chile

0.019 Ton. de pectina

1.2×10^{-4} Ton. de saborizante de fresa

12.2626×10^{-2} Ton. de azúcar

9.855×10^{-2} Ton. de sal

3.942×10^{-4} Ton. de laurel

3.39×10^{-4} Ton. de tomillo

3.34×10^{-4} Ton. de mejorana

1.588×10^{-4} Ton. de pimienta

7.675×10^{-5} Ton. de oregano

6.675×10^{-5} Ton. de semilla de mostaza

1.37×10^{-4} Ton. de clavo

6.025×10^{-5} Ton. de canela

4.43×10^{-6} Ton. de comino

0.00716 Ton. de aceite de cártamo

6.980×10^{-1} Ton. de vinagre de caña con una concentra

de ácido acético al 3 %.

c).- Descripción de la Operación.-

El material recibido sobre tarimas de madera. Se destina espacio para almacenamiento de tuna xoconoztle de 5 m. de largo por 4 m. de ancho por 2.7 m. de altura, suficiente para almacenar 550 huacales, colocadas en hilera de 8 cajas en fila 7 cajas y en columnas de 6 cajas que alcanzan para 9 días hábiles. Para los demás materiales, se destina un espacio de 1.5 m. de largo por 2 m. de ancho. Se requiere un montacargas que transporte 6 cajas por viaje.

d).- Tiempo Empleado.-

0.5 Horas para almacenar la tuna y 0.083 horas cada uno de los demás ingredientes. Operación intermitente.

e).- Número de Personas.-

Se requiere una persona para el montacargas.

3.- Selección

a).- Materia Prima.-

1.0526 Ton. de xoconoztle o sea 19860 tunas

b).- Insumos Auxiliares.-

0.041 Ton de zanahoria

0.041 Ton. de cebolla

0.00823 Ton. de ajo

0.020 Ton. de chile

c).- Descripción de la Operación.-

Se transportan las cajas de tuna con el montacargas a la planta de selección. Tarda 3 minutos por viaje. La selección es manual.

Se desechan 52.6 Kg. de tuna en malas condiciones físicas y microbiológicas. Las tunas en buenas condiciones se transportan en carritos con recipientes de 100 l. a la operación siguiente.

te.

Los insumos auxiliares se seleccionan por buena calidad microbiológica y se eliminan contaminantes.

d).- Tiempo Empleado.-

1.9 Horas para la tuna xoconoztle. Operación continua.

0.08 Horas para cada uno de los insumos auxiliares. Operación intermitente.

e).- Número de Personas.-

Dos personas para la tuna y una persona para los demás vegetales.

4.- Lavado

a).- Materia Prima.-

Una tonelada de tuna cardona, o sea 18868 tunas

b).- Insumos Auxiliares.-

0.041 Ton. de zanahoria

0.041 Ton. de cebolla

0.00823 Ton. de ajo

0.02 Ton. de chile

4440.92 l. de agua (4000 l. para tuna, 164 l. para cebolla, 164 l. para zanahoria, 32.92 l. para ajo y 80 l. para chiles).

c).- Descripción de la Operación.-

Se lava y cepilla la tuna para quitar tierra y ahuates en la máquina de lavado. Es a presión automática. También se lavan los otros vegetales en la misma banda.

d).- Tiempo Empleado.-

2.7 Horas para la tuna. Operación continua

1.1 minutos para zanahoria

0.98 minutos para la cebolla

0.75 minutos para el ajo

0.85 minutos para el chile

a).- Número de Personas.-

Una persona

5.- Pelado.

a).- Materia Prima

Una tonelada de tuna cardona, o sea 18 868 tunas

b).- Insumos Auxiliares.-

0.041 Ton. de zanahoria

0.041 Ton. de cebolla

0.00823 Ton. de ajo

c).- Descripción de la Operación.-

Las tunas caen a una banda con mesas laterales para ser pe-
ladas manualmente con pelapapas, cada persona pela 8 tunas por
hora. Se pela la tuna y se coloca en la banda. Al final se
colocan en tambos de plásticos hasta completar 0.237 Ton. de
tuna pelada que después de ser pesadas pasará a la fabricación
de mermelada. Completada esta cantidad, la tuna que se siga pe-
lándose se colocara en la banda después de ser pelada. Salen 0.052
Ton. de cascarilla.

Los insumos auxiliares se pelan en la misma banda con ayu-
da de pelapapas. Se desechan:

1.845 Kg. de cáscara de zanahoria

1.820 Kg. de cebolla y

0.4115 Kg. de cascarilla de ajo

d).- Tiempo Empleado.-

0.9825 horas para la primera parte de tuna y 2.9475 para
la segunda. En total para la tuna son 3.93 horas.

1.02 horas para zanahoria

0.28 horas para cebolla

0.65 horas para ajo

e).- Número de Personas.-

10 personas para tuna

4 personas para zanahoria.

2 personas para cebolla

2 personas para ajo

6.- Despulpado

a).- Materia Prima.-

0.711 Ton. de tuna pelada, o sea 13415 tunas

b).- Insumos Auxiliares.-

No se necesitan.

c).- Descripción de la Operación.-

El despulpado es manual. Se corta la tuna y se extrae la pulpa. Se trabaja sobre la misma banda de la operación N° 5.

Se despulpan 15 tunas por minuto por persona. Se desecha 0.093 Ton. de semilla y pulpa, de las cuales 0.0195 Ton. de semilla y 0.0735 Ton. Son de pulpa, La semilla puede ser usada para extracción de aceite y concentración para alimento para animales.

d).- Tiempo Empleado.-

3.781 horas. Operación continua

e).- Número de Personas.-

Cuatro personas.

7.- Corte.

a).- Materia Prima.-

0.618 Ton. de tuna pelada y despulpada o sea 26,830 miles de tuna.

b).- Insumos Auxiliares.-

0.039155 Ton. de zanahoria

0.04018 Ton. de cebolla

c).- Descripción de la Operación.-

Se colocan las tunas en mitades manualmente formando un
o de 8 x 5 pedazos, todos en la misma dirección en charolas
una tapa con cuchillas que al presionar corta la tuna.

Se cortan en rajadas con ayuda de las charolas presionando
apa. La operación de colocación y corte tarda 28 segundos,
andose 40 mitades de tuna; por lo tanto, se cortan 1.403 Kg.
una por minuto por persona. La tuna en mitades es tomada de
a descrita en la operación No. 5 y se colocan las rajadas en
isma banda. Los insumos auxiliares se cortan en la misma --
a con ayuda de las charolas haciendo rodajas de 3 mm. de --
sor.

d).- Tiempo Empleado.-

Tarda 3.781 horas para la tuna. Operación continua.

0.24 horas para zanahoria

0.28 horas para cebolla

e).- Número de Personas.-

Dos personas para tuna

Una persona para los insumos auxiliares

8.- Pesado

a).- Materia Prima.-

0.237 Ton. de tuna pelada para mermelada y

0.618 Ton. de tuna en rajadas para los demás productos

b).- Insumos Auxiliares.-

No se necesitan.

c).- Descripción de la Operación.-

Se pesa la tuna pelada en tambos de plástico. El contenido
pasa luego a carritos con recipientes de 100 l. de capacidad
e llevan a las siguientes operaciones. La primera parte se
va a la molienda para la fabricación de mermelada. Después
pesan las rajadas de tuna en los mismos tambos.

Las primeras 0.237 Ton. de rajadas de tunas se destilan a curtidos de xoconoztle con chile. Las restantes 0.474 Ton. de rajadas de tuna se destinan a la fabricación de los encurtidos xoconoztle por fermentación láctica.

d).- Tiempo Empleado.-

0.9814 horas para pesar la tuna para mermelada 3.7892 ho para pesar la tuna en rajadas. A las 1.268 horas sale la cantidad suficiente para encurtidos de xoconoztle con chile y el tiempo restante (2.5212 horas) es para encurtidos de xoconoztle por fermentación láctica.

e).- Número de Personas.-

Una persona

9.- Extrusión.

a).- Materia Prima.-

Se alimentan 0.237 Ton. de tunas xoconoztle, libre de pericarpio.

b).- Insumos Auxiliares.-

No se necesitan.

c).- Descripción de la Operación.-

El fruto formado de mesocarpio, endocarpio y semilla, se colocan en la tolva del extrusor obteniéndose 0.206 Ton. de "pulpa" molida y 0.031 Ton. de semilla. La velocidad de la extrusión es de 2 Ton/Hr.

d).- Tiempo Empleado.-

El tiempo que dura la operación es de 0.13 horas

e).- Número de Personas.-

Se requiere de una persona para efectuar la molienda y el transporte del producto hasta la marmita.

10.- Mezclado y Evaporación

a).- Materia Prima.-

Se alimentan 0.206 Ton. de pulpa de tuna xoconoztle.

b).- Insumos Auxiliares.-

50.5 lb. de vapor

0.1226 Ton. de azúcar granulada

0.019 Ton. de pectina

1.2×10^{-4} Ton. de saborizante artificial de fresa.

c).- Descripción de la Operación.-

El fruto molido, se descarga en una marmita con capacidad 0 litros. Se añade el azúcar, mezclándose perfectamente en agitador-raspador mecánico, hasta lograr la disolución completa. Durante el proceso se mantiene la temperatura de la mezcla a 70 °C (158 °F).

Balance de Energía para el Mezclado.

A.- Calor necesario para elevar la temperatura de la mezcla de 68 °C (68 °F) a 70 °C (158 °F).

Fórmula $Q = m C_p (T_2 - T_1) \dots \dots \dots (F - 11)$

m = masa de la mezcla en lb.

Cp = Calor específico de la mezcla en Btu/lb. °F

T₂ = Temperatura final de la mezcla

T₁ = Temperatura inicial de la mezcla

m = 742.46 lb.

Cp = $0.6945 \frac{\text{Btu}}{\text{lb } ^\circ\text{F}}$

T₂ = 158 °F

T₁ = 68 °F

Sustituyendo los datos en la fórmula No. 11

$Q = 742.46 \text{ lb.} \times 0.6945 \frac{\text{Btu}}{\text{lb. } ^\circ\text{F}} \times 90 ^\circ\text{F}$

$$Q = 46\ 407\ \text{Btu.}$$

B.- Libras de vapor necesaria en el proceso.

$$\text{Fórmula} \quad W = \frac{Q}{\lambda} \dots\dots\dots (F - 12)$$

Q = Btu empleados en el proceso

λ = Entalpia de vaporización
a 68.21 psia. y a 290°F

Sustituyendo:

$$W = \frac{46\ 407.5\ \text{Btu}}{917.4\ \text{Btu/lb.}} \quad (26)$$

$$W = 50.5\ \text{lb de vapor}$$

La velocidad de mezclado es de 824 Kg/Hr.

La evaporación de la mezcla se efectúa en la misma marmita donde se efectuó el mezclado. Se incrementa la temperatura de 70°C (158°F) a 90°C (194°F), removiendo la mezcla con un agitador raspado, hasta eliminar 0.021 Ton. de agua.

Se adicionan 0.021 Ton. de pectina y 1.2×10^{-4} Ton. de sabor. Se mezclan y la mezcla se cuece.

Balance de Energía para la Evaporación.

Calor necesario para evaporar 0.021 Ton. de agua

A.- Calor necesario para elevar la temperatura de la mezcla de 70°C (158 °F) a 90°C (194°F)

$$\text{Fórmula} \quad Q = m\ C_p\ \Delta T \dots\dots\dots (F - 11)$$

Donde m = masa de la mezcla en lb.

C_p = Capacidad calorífica de la mezcla en Btu/lb. °F

ΔT = diferencia de temperatura de la mezcla en °F

Datos $m = 0.38\ \text{Ton.}$

$C_p = 0.6945\ \text{Btu/lb. °F}$

$\Delta T = 36\text{°F}$

Sustituyendo los datos en la fórmula (F - 11)

$$Q = 732.2 \text{ lb.} \times 0.6945 \frac{\text{Btu} \times 36^\circ\text{F}}{\text{lb.}^\circ\text{F}}$$

$$Q = 18\ 307.5 \text{ Btu.}$$

B.- Calor necesario para eliminar 0.021 Ton. de agua

Fórmula $Q = W \times \lambda \dots\dots\dots (F - 12)$

Donde $W =$ masa del agua por evaporación en lb.

$\lambda =$ Entalpia del vapor a 197°F y 11.21 psia en Btu/lb. (26)

Datos $m = 46.305 \text{ lb.}$

$$\lambda = 979.38 \text{ Btu/lb. (26)}$$

Sustituyendo los datos en la fórmula F No. 12

$$Q = 46.305 \text{ lb} \times 978.38 \frac{\text{Btu}}{\text{lb.}}$$

$$Q = 45\ 350.2 \text{ Btu.}$$

C.- Cálculo de las libras de vapor empleadas en el proceso.

Datos $Q_t = 63\ 357 \text{ Btu.}$

$$\lambda = 917.4 \text{ Btu/lb. (26)}$$

Sustituyendo los datos en la fórmula No. 12

$$W = \frac{63\ 357.2 \text{ Btu}}{917.4 \frac{\text{Btu}}{\text{lb.}}}$$

$$W = 69.38 \text{ lb. de vapor}$$

Se evaporan 63 Kg. de agua por hora.

d).- Tiempo Empleado.-

El tiempo de la operación de evaporación es de 0.33 Horas.

e).- Número de Personas.-

Para realizar la operación bastan dos obreros, uno de ellos provee los insumos auxiliares.

11.- Lavado de Frascos

a).- Materia Prima.-

1048 frascos de 222 ml. de capacidad.

b).- Insumos Auxiliares.-

116 l. de agua

c).- Descripción de la Operación.-

Se lavan 1048 frascos de 222 cm³ que se ocupan inmediatamente en el llenado de mermelada.

La lavadora-sopladora de frascos tiene una velocidad de 3000 frascos/hora.

d).- Tiempo de la Operación.-

0.35 horas.

e).- Número de Personas.-

Una persona.

12.- Llenado

a).- Materia Prima.-

Se alimentan 0.326 Ton. de producto terminado.

b).- Insumos Auxiliares.-

9.8 lb. de vapor

1048 frascos con capacidad de 222 cm³.

1048 tapas

c).- Descripción de la Operación.-

Se alimentan por bombeo 0.326 Ton. de producto terminado a la tolva de la llenadora, en la cual se mantiene la temperatura de la mezcladora a 80°C (176°F).

Balance de Energía para el Llenado.

Cantidad de calor necesario para elevar la temperatura del producto de 70°C (158°F) a 80°C (176°F).

Fórmula $Q = m C_p \Delta T$ (F - 11)

Donde $m =$ Masa del producto en lb.

C_p = Capacidad calorífica del producto en Btu/lb.°F

T = Diferencia de temperatura del producto en °F

Datos $m = 718.83$ lb.

$C_p = 0.6945 \frac{\text{Btu}}{\text{lb.}^\circ\text{F}}$

$T = 18^\circ\text{F}$

Sustituyendo los datos en la fórmula F No. 11

$$Q = 718.8 \text{ lb.} \times 0.6945 \frac{\text{Btu}}{\text{lb.}^\circ\text{F}} \times 18^\circ\text{F}$$

$$Q = 8\,986.93 \text{ Btu.}$$

Cálculo de las libras de vapor empleadas en el proceso

Fórmula $W = \frac{Q_T}{\lambda} \dots\dots\dots (F - 12)$

Q_T = Btu totales empleados en el proceso

λ = Entalpia del vapor a °F, y psia de presión.

Datos $Q_t = 8\,986.93$ Btu

$$\lambda = 917.4 \frac{\text{Btu}}{\text{lb.}} \quad (26)$$

Sustituyendo los datos en la fórmula F No. 12

$$W = \frac{8\,986.93 \text{ Btu}}{917.4 \frac{\text{Btu}}{\text{lb.}}}$$

$$W = 9.8 \text{ lb vap.}$$

Se llenan 30 frascos por minuto.

d).- Tiempo Empleado.-

El tiempo empleado es de 1.6 horas.

e).- Número de Personas.-

Se requiere de dos personas para efectuar el llenado.-

Una realiza el proceso mientras que la otra coloca cien

frascos por canastilla, poniéndole a cada frasco la tapa.

13.- Eliminación de Gases.

a).- Materia Prima.-

'Se alimentan once canastillas con cien frascos cada una.
En total son 0.326 Ton. de producto terminado.

b).- Insumos Auxiliares.-

67.96 l. de agua. 47.6 lb. de vapor

c).- Descripción de la Operación.-

Las canastillas se transportan en forma manual hasta la cámara donde se van a eliminar los gases. La temperatura a la que entra el producto es de 80°C (176 °F), mientras que la del vapor es de 92°C (197.6 °C). Cuando la temperatura de la mermelada es de 84°C (183.2 °F), se saca la canastilla, para continuar con la siguiente operación del proceso.

Balance de Materia.

A.- Cálculo de la cantidad de agua que contiene la cámara

Fórmula $V_T = V_a + V_c + V_f \dots\dots\dots (F - 31)$

Donde $V_T =$ Volumen total de la cámara en ft^3 .

$V_a =$ Volumen de agua en ft^3 .

$V_c =$ Volumen de las tres canastillas en

$V_f =$ Volumen de trescientos frascos.

B.- Cálculo de los volúmenes:

Cálculo del volumen total de la cámara. (V_T)

Fórmula $V_T = L \times A \times h \dots\dots\dots (F - 32)$

Donde $L =$ largo de la cámara en ft.

$A =$ ancho de la cámara en ft.

h = altura de la cámara en ft.

Datos $L = 263$ cm.

$A = 87$ cm.

$h = 7.5$ cm.

Sustituyendo los datos en la fórmula F No 32

$$V_T = 263 \text{ cm} \times 87 \text{ cm} \times 7.5 \text{ cm.}$$

$$V_T = 171.607 \text{ cm}^3$$

Transformando a litros los centímetros cúbicos

$$V_T = 171.607 \text{ l.}$$

Cálculo del volumen ocupado por los frascos (V_f)

Fórmula $V_f = V \times \text{No. de frascos} \dots\dots\dots (F - 33)$

Cálculo del volumen de un frasco (V)

Fórmula $V = \pi \times r^2 \times h \dots\dots\dots (F - 18)$

Datos $\pi = 3.1416$

$$r^2 = 15.21 \text{ cm}^2.$$

$h = 7$ cm.

Sustituyendo los datos en la fórmula F No. 18

$$V = 3.1416 \times 15.21 \text{ cm}^2 \times 7 \text{ cm.}$$

$$V = 334.44 \text{ cm}^3.$$

Multiplicando el volumen de un frasco por trescientos, se tiene el volumen que ocupa los frascos en la cámara:

$$V_f = 334.44 \text{ cm}^3 \times 300$$

$$V_f = 100\,332 \text{ cm}^3$$

Transformando el resultado a litros:

$$V_f = 100.33 \text{ l.}$$

Cálculo del volumen que ocupan tres canastillas.

Una canastilla está formada por alambre de un diámetro de

6 mm. y de 85 cm. de largo, se calcula el volumen de un alambre y se multiplica por el número de alambres que forman la canastilla se obtiene el volumen de una canastilla.

El volumen de un alambre esta dado por la fórmula No 18

$$V = \pi \times r^2 \times h \dots\dots\dots (F - 18)$$

Donde r = radio del alambre en cm.
 h = longitud del alambre en cm.
 π = constante

Datos $r^2 = 0.9 \text{ cm}^2$
 $h = 85 \text{ cm.}$
 $\pi = 3.1416$

Sustituyendo los datos en la fórmula F No. 18

$$V = 3.1416 \times 0.9 \text{ cm}^2 \times 85 \text{ cm.}$$

$$V = 240 \text{ cm}^3$$

Multiplicando el volumen de una canastilla por tres, se obtiene el volumen que ocupan las canastillas en la cámara.

$$V_c = 240 \text{ cm}^3 \times 3$$

$$V_c = 720 \text{ cm}^3$$

Transformando el resultado a litros:

$$V_c = 0.72 \text{ l.}$$

Sustituyendo los valores de V_t , V_f , V_c en la fórmula F No. 31 del inciso A y despejando V_a se obtiene el volumen aparente de agua que debe de tener la cámara de agotamiento.

$$V_a = 171.607 \text{ l.} (100.333 \text{ l.} + 0 \times 0.72 \text{ l.})$$

$$V_a = 70.55 \text{ l.}$$

Cálculo del peso del agua si a 92°C (197.6°F) tiene un volumen de 70.55 l. El volumen específico del agua a 197.6 °F es:

$$V_{\text{esp}} = 0.0166156 \frac{\text{ft}^3}{\text{lb.}}$$

transformandolo a cm^3/g .

$$\frac{\text{cm}^3}{\text{g}} = \frac{0.016 \text{ ft}^3}{\text{lb}} \times \frac{28 \ 372.6 \text{ cm}^3}{1 \text{ ft}^3} \times \frac{1 \text{ lb}}{454 \text{ g}}$$

$$V_{\text{esp}} = 1.038 \frac{\text{cm}^3}{\text{g}}$$

transformando a litros/Kg.

$$V_{\text{esp}} = 1.038 \frac{\text{l}}{\text{Kg}}$$

Peso del agua:

$$1 \text{ Kg} \text{ --- } 1.038 \text{ l.}$$

$$X \text{ --- } 70.55 \text{ l.}$$

$$X = 67.96 \text{ Kg.}$$

Balance de Energía

A.- Cálculo del calor necesario para elevar la temperatura agua de la cámara de agotamiento de 20°C (68°F) a 92°C (198°F).

Datos $m = 151 \text{ lb.}$

$$C_p = 1 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}^\circ\text{F}}$$

$$\Delta T = 157.6 \text{ }^\circ\text{F}$$

Sustituyendo los datos en la fórmula F No. 11

$$Q = 151 \text{ lb.} \times 1 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}^\circ\text{F}} \times 157 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$Q = 23 \ 707 \text{ Btu}$$

B.- Cálculo del calor necesario para elevar la temperatura jarro con mermelada de 80°C (176°F) a 84°C (183.2°F)

Datos $m = 742.5 \text{ lb}$

$$C_p = 0.6945 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}^\circ\text{F}}$$

$$\Delta T = 39.2 \text{ }^\circ\text{F}$$

Sustituyendo los datos en la fórmula F No. 11

$$Q = 742.5 \text{ lb} \times 0.6945 \frac{\text{Btu}}{\text{lb} \cdot ^\circ\text{F}} \times 39.2$$

$$Q = 20\,025.5 \text{ Btu}$$

C.- Cálculo de las libras de vapor necesario en el pro

Datos

$$Q_t = 43\,732.5 \text{ Btu}$$

$$\lambda = 917.4 \text{ Btu/lb.}$$

Sustituyendo los datos en la fórmula F No. 12

$$W = \frac{43\,732.5 \text{ Btu}}{917.4 \text{ Btu/lb}}$$

$$W = 47.6 \text{ lb de vapor}$$

d).- Tiempo Empleado.-

Cálculo del tiempo de operación.

Fórmula F No. 9

$$T_e = T_a - Y(T_a - T_i) \dots \dots (F - 9)$$

Donde

T_e = tiempo en el que se alcanza la temperatura deseada.

T_a = Temperatura del autoclave

$$Y = Y_{\text{cil.}} \times Y_{\text{long.}} \dots \dots (F - 8)$$

T_i = Temperatura del producto

Cálculo de Y

Donde

r = distancia del centro de la lata al punto frío

Donde

$Y_{\text{long.}}$ = al valor de la intersección de $m_{\text{long.}}$

$n_{\text{long.}}$; $x_{\text{long.}}$ en el nomograma (51)

$Y_{\text{cil.}}$ = al valor de la intersección de $m_{\text{cil.}}$

$n_{\text{cil.}}$; $x_{\text{cil.}}$ en el nomograma (51).

Cálculo de $m_{\text{cil.}}$

$$m = \frac{1}{?} \dots \dots \dots (F - 5)$$

$$m = \frac{K}{hs r_m} \dots\dots\dots (F - 5)$$

Donde K = es la conductividad térmica del producto
 hs = coeficiente de transmisión de calor de producto.

Datos $K = 0.2475 \text{ Btu/ft Hr } ^\circ\text{F}$
 $hs = 200 \text{ Btu/ft}^2 \text{ Hr } ^\circ\text{F}$
 $r_m = 0.1295 \text{ ft.}$

Sustituyendo los datos en la fórmula No 5

$$m = \frac{0.2475 \text{ Btu/ft}^2 \text{ Hr } ^\circ\text{F}}{200 \text{ Hr } ^\circ\text{F} (0.1295 \text{ ft})}$$

$$m = 7.89 \times 10^{-3}$$

$$m = 0$$

Cálculo de n cilíndrica.

Fórmula $n = \frac{r}{r_m} \dots\dots\dots (F - 7)$

Donde r = distancia del centro de la lata al punto frío
 r_m = distancia al centro del envase

Datos $r = 0$
 $r_m = 0.1295 \text{ ft.}$

Sustituyendo los datos en la fórmula F No. 7

$$n = \frac{0}{0.1295 \text{ ft.}}$$

$$n = 0$$

Cálculo de x cilíndrica

Fórmula $x = F_o \dots\dots\dots (F - 6)$

$$F_o = \frac{K \theta}{C_p \delta r_m^2 \text{ Hr.}} \dots\dots\dots (F - 6)$$

- K = conductividad térmica del producto
- θ = tiempo de operación (se estima)
- Cp = capacidad calorífica del producto
- δ = densidad del producto
- r_m^2 = radio del envase al cuadrado
- Hr = tiempo
- K = 0.2975 Btu/ft Hr °F
- θ = 0.25 Hr
- Cp = 0.6945 Btu/lb °F
- δ = 89.4 Btu/lb °F
- r_m^2 = 0.0168 ft²
- Hr = 60 minutos

Sustituyendo la fórmula F No. 6

$$x = \frac{0.2475 \text{ Btu/ftHr}^\circ\text{F} \times 15 \text{ min.}}{0.6995 \text{ Btu/lb ft} \times 89.4 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} \times 0.0168 \text{ft}^2 \times 60 \text{ min}}$$

Para calcular $Y_{\text{cil.}}$ vemos en el nomograma (51) el valor de

$Y_{\text{cil.}}$ con $m = 0$, $n = 0$, $x = 0.064$

$$Y_{\text{cil}} = 0.90$$

Cálculo de $Y_{\text{longitudinal}}$:

Cálculo de $m_{\text{long.}}$

- Datos: K = 0.247 Btu/ft Hr °F
- hs = 200 btu/ft² Hr °F
- r_m = 0.125 ft

Sustituyendo los datos en la fórmula F No. 5

$$m = \frac{0.2475 \text{ Btu/ft Hr } ^\circ\text{F}}{200 \text{ Btu/ft}^2 \text{Hr}^\circ\text{F} \times 0.125 \text{ ft}}$$

$$m = 0.927 \times 10^{-2}$$

$$m = 0$$

Cálculo de $n_{\text{long.}}$

Datos:

$$r = 0$$

$$r_m = 0.123 \text{ ft}$$

Sustituyendo los datos en la fórmula F No. 7

$$n = \frac{0}{0.123 \text{ ft}}$$

$$n = 0$$

Cálculo de $x_{\text{long.}}$

Datos: $K = 0.2975 \text{ Btu/ft Hr } ^\circ\text{F}$

$$\theta = 15 \text{ min.}$$

$$C_p = 0.6945 \text{ Btu/lb } ^\circ\text{F}$$

$$\rho = 89.4 \text{ lb/ft}^3$$

$$r_m^2 = 0.0151 \text{ ft}$$

Sustituyendo los datos en la fórmula F No. 6

$$x = \frac{0.2475 \text{ Btu/ft Hr } ^\circ\text{F} \times 15 \text{ min.}}{0.6945 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}^\circ\text{F}} \times 89.4 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} \times 0.51 \text{ ft} \times 60 \text{ min.}}$$

$$x = 0.0668$$

Para calcular el valor de $Y_{\text{long.}}$ vemos el resultado de las secciones cuando $m=0$, $n=0$, $x=0.064$, en el nomograma (51).

$$Y = 0.89$$

Sustituyendo el valor de $Y_{cil.}$ y $Y_{long.}$ en la fórmula
F No. 8

$$Y = 0.90 \times 0.89$$

$$Y = 0.801$$

Sustituyendo el valor de Y en la fórmula F No. 9

$$T_e = 197.6 - 0.801 (197.6 - 179.6)$$

$$T_e = 183.182 \text{ } ^\circ\text{F} (84^\circ\text{C})$$

Cuando θ un valor de 15 min. se alcanza la temperatura
84°C, que es la deseada en la cámara.

e).- Número de Personas.-

Se requiere de una persona

14.- Cerrado

a).- Materia Prima.-

Se alimentan 1048 frascos con 0.326 Ton. de mermelada de
tuna xocochoztle.

b).- Insumos Auxiliares.-

1048 tapas de 6.6 cm. de diámetro interno.

c).- Descripción de la Operación.-

Se descarga la canastilla sobre una mesa donde cada fr
co es cerrado manualmente con una velocidad de 30 frascos por
minuto.

d).- Tiempo Empleado.-

El cerrado de frascos se efectúa en 0.58 Hr.

e).- Número de Personas.-

Para esta operación se requiere de dos personas.

15.- Esterilización.

a).- Materia Prima.-

Se alimentan a la tina de esterilización 1048 frascos con
Ton. de mermelada.

b).- Insumos Auxiliares.-

1.0346 lb de vapor

67.96 Kg. de agua

c).- Descripción de la Operación.-

Los frascos después de cerrarse se dejan en el tunel de
enfriamiento durante cinco minutos con el objeto de esterilizar
la mermelada (Como margen de seguridad).

Cálculo del Tiempo de Esterilización.

Fórmula
$$\theta_{\text{Let.}} = F \text{ antilog } \left(\frac{T_a - T_i}{z} \right) \dots \dots \dots (F - 4)$$

Datos
$$F = 1.445 \times 10^{-6}$$

$$T_a = 197.6 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$z = 10$$

$$\theta = 15 \text{ minutos}$$

$$T_i = 183.9 \text{ } ^\circ\text{F} \text{ (temperatura del frasco con mermelada al salir de la operación de cerrado).}$$

$$Y = 0.9506 \text{ (el valor de Y fué determinado en los cálculos del tiempo de agotamiento).}$$

Sustituyendo los datos en la fórmula F No. 4

$$\theta_{\text{Let.}} = 1.445 \times 10^{-6} \text{ antilog } \left(\frac{197.6 - 183.9}{10} \right)$$

$$\theta_{\text{Let.}} = 3.3796 \times 10^{-5}$$

Si
$$A = \frac{\theta_{\text{Est.}}}{\theta_{\text{Let.}}} \dots \dots \dots (F - 10)$$

Datos
$$\theta_{\text{Let.}} = 3.3796 \times 10^{-5} \text{ min. (1/500 seg.).}$$

$$\text{Est.} = 1$$

Sustituyendo los datos en la fórmula F No. 10

$$A = \frac{1}{3.3796 \times 10^{-5}}$$

$$A = 2.958 \times 10^{-4}$$

Como se puede observar en el valor obtenido de A, la esterilización se logra desde la operación de eliminación de gases.

Por seguridad se establece un tiempo de esterilización de cinco minutos.

Balance de Energía.

A).- Cálculo del calor necesario para elevar la temperatura de la mermelada de 84°C (183.2°F) a 87°C (188.6°F).

Fórmula $Q = m C_p \Delta T$ (F - 11)

Datos $m = 742.5 \text{ lb.}$

$$C_p = 0.6945 \text{ Btu/lb } ^\circ\text{F}$$

$$T = 5.4 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Sustituyendo los datos en la fórmula F No. 11

$$Q = 742.5 \text{ lb} \times 0.6945 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}^\circ\text{F}} \times 5.4^\circ\text{F}$$

$$Q = 2784 \text{ Btu.}$$

B).- Cálculo de las libras de vapor empleadas en el proceso.

so.

Fórmula $W = \frac{Q}{\lambda}$ (F - 12)

Datos $Q = 2784 \text{ Btu.}$

$$\lambda = 917.4 \text{ Btu/lb.}$$

Sustituyendo los datos en la fórmula F No. 12

$$W = \frac{2784 \text{ Btu}}{\frac{917.4 \text{ Btu}}{\text{lb.}}}$$

W = 3.0346 lb de vapor

d).- Tiempo Empleado.-

0.55 Hr.

e).- Número de Personas.-

En esta operación se requiere de una persona

16.- Enfriamiento y Secado.

a).- Materia Prima.-

Se alimentan 11 canastillas con 1048 frascos que contienen
Ton. de mermelada de Tuna xoconoxtle.

b).- Insumos Auxiliares.-

No se necesitan.

c).- Descripción de la Operación.-

Las canastillas se depositan en la mesa de enfriamiento
disminuye la temperatura de la mermelada de 84 °C (183.2
24 °C (78.2 °F).

d).- Tiempo de la Operación.-

El tiempo de enfriamiento es de 3.24 Horas.

e).- Número de Personas.-

Se requiere de una persona que realiza esta operación.

17.- Etiquetado.

a).- Materia Prima.-

Se alimentan 1048 frascos a la engomadora.

b).- Insumos Auxiliares.-

1048 Etiquetas

c).- Descripción de la Operación.-

Los frascos son retirados de las canastillas pasando estos

a la banda que los transporta a la engomadora y son etiquetados manualmente.

d).- Tiempo Empleado.-

El tiempo que dura esta operación es de 0.54 horas.

e).- Número de Personas.-

Se requiere de 2 personas en esta operación. Una saca los frascos de la canastilla y alimenta la engomadora, la otra --- adhire las etiquetas al frasco, después de ser engomado.

18.- Empaque.

a).- Materia Prima.-

1048 frascos de mermelada etiquetada.

b).- Insumos Auxiliares.-

30 cajas de 50 cm. de largo, 25 cm. de ancho, y 16 cm. de altura con capacidad de 36 frascos en cada caja.

c).- Descripción de la Operación.-

Después de etiquetar los frascos estos son colocados en cajas de cartón con capacidad de 36 frascos en cada caja.

d).- Tiempo Empleado.-

El tiempo de la operación es de 1.3 Hr.

e).- Número de Personas.-

Para esta operación se requiere de dos personas que colocan los frascos manualmente en las cajas y se cierran con papel engomado.

Una vez llenas las cajas cerradas son colocadas sobre la tarima para que al terminar la operación de empaque sean transportadas al almacén.

19.- Almacenamiento de Producto Terminado.

a).- Materia Prima.-

30 cajas que contienen en 1048 frascos con 0.326 Ton. de

ermelada de tuna xocoqztle.

b).- Insumos Auxiliares.-

No se necesitan.

c).- Descripción de la Operación.-

Las 36 cajas son transportadas por un montacargas al alma
en de producto terminado.

d).- Tiempo Empleado.-

Esta operación se realiza en 0.016 Horas.

e).- Número de Personas.-

Esta operación se realiza con una persona.

20.- Sancochados y Hervido

a).- Materia Prima.-

0.2060 Ton. de rajas de xocoqztle.

b).- Insumos Auxiliares.-

0.03915 Ton. de zanahoria

0.03915 Ton. de cebolla

0.00781 Ton. de ajo

0.01940 Ton. de chile

0.00716 Ton. de aceite de cártamo

0.68072 Ton. de vinagre al 3 %

0.92728 Ton. de agua

0.020 Ton. de sal

3.34×10^{-4} Ton. de tomillo

3.34×10^{-4} Ton. de laurel

3.34×10^{-4} Ton. de mejorana

2.18×10^{-5} Ton. de pimienta

4.43×10^{-6} Ton. de comino

223.6158 lbs de vapor.

c).- Descripción de la Operación.-

Sancochado.- Se efectúa en una marmita, en la cual se calienta el aceite. Cada materia prima se sancocha por separado en una canastilla. Al final se sancochan las rajas de xoconoztle y en esta canastilla se añade el resto de los ingredientes y sancochados; zanahoria, ajo, cebolla, y chile.

Hervido.- Cuando se tienen todas las materias primas sancochadas, se agregan al agua, vinagre, sal y especias y se deja hervir.

Cálculo.-

I.- Sancochado.- El aceite se va calentando en una marmita enchaquetada, a la que se le mete vapor.

1.- Cálculo del calor requerido para elevar la temperatura a 140 °C (284.0°).

Datos: $m = 319.7695 \text{ Kg. (704.337 lb)}$.

$C_p \text{ mezcla} = 0.96 \text{ Btu lb } ^\circ\text{F}$

$\Delta T = 116 \text{ } ^\circ\text{C (208.8 } ^\circ\text{F)}$

$t_1 = 24 \text{ } ^\circ\text{C (75.2 } ^\circ\text{F)}$

$t_2 = 140 \text{ } ^\circ\text{C (284.0 } ^\circ\text{F)}$

Sustituyendo en la fórmula F No. 11

$$Q = m C_p \Delta T \dots\dots\dots (\text{F} - 11)$$

$$Q = 704.337 \text{ lb} \times 0.96 \text{ Btu/lb}^\circ\text{F} \times 208.8^\circ\text{F}$$

$Q = 141\ 182 \text{ Btu}$ durante 26 minutos que dura el sancochado.

2.- Cálculo del vapor requerido:

Datos:

$$Q = 141\ 182 \text{ Btu}$$

λ 290°F

$$\text{Cond.} = 917.4 \text{ Btu/lb (26)}$$

68.21 psia

Sustituyendo en la fórmula F No. 12

$$W = \frac{Q}{\lambda \text{ Cond.}}$$

$$W = \frac{141\,182 \text{ Btu}}{917.4 \text{ Btu/lb.}}$$

$$W = 153.893 \text{ lb de vapor}$$

II.- Hervido.- Al agregar el resto de los ingredientes, la temperatura desciende a 58 °C, que es la temperatura inicial del hervido.

I.- Cálculo del calor requerido para aumentar la temperatura a 92 °C (197.6 °F)

Datos:

$$m = 501.697 \text{ Kg. (1104.83 lb)}$$

$$C_p = 0.946 \text{ Btu/lb } ^\circ\text{F}$$

$$\Delta T = 43^\circ\text{C (61.2 } ^\circ\text{F)}$$

$$t_i = 58^\circ\text{C (136.4 } ^\circ\text{F)}$$

$$t_f = 92^\circ\text{C (197.6 } ^\circ\text{F)}$$

Sustituyendo en la fórmula F No. 11

$$Q = m C_p \Delta T \dots\dots\dots (F - 11)$$

$$Q = 1104.83 \text{ lb} \times 0.946 \text{ Btu/lb}^\circ\text{F} \times 61.2^\circ\text{F}$$

$$Q = 63963.7 \text{ Btu}$$

$$\lambda_{\text{Cond}}^{290^\circ} = 917.4 \text{ Btu/lb (26)}$$

68.21 psia

Sustituyendo en la fórmula F No. 12

$$W = \frac{Q}{\lambda \text{ Cond.}} \dots\dots\dots (F - 12)$$

$$W = \frac{63963.7 \text{ Btu}}{917.4 \text{ Btu/lb}}$$

$$W = 69.7228 \text{ lb de vapor}$$

d).- Tiempo Empleado.-

El tiempo total de sancochado es de 0.7 Hr. (42 min.)
distribuido en la siguiente forma:

Tiempo para calentar el aceite	10 min. (0.166 Hr.)
Tiempo para sancochar zanahorias en rajadas	6 min. (0.10 Hr.)
Tiempo para sancochar dientes de ajo.	6 min. (0.10 Hr.)
Tiempo para sancochar rajadas de cebolla.	4 min. (0.066 Hr.)
Tiempo para sancochar rajadas de xoconoztle	4 min. (0.066 Hr.)
Tiempo para el transporte de la canastilla.	2 min. (0.033 Hr.)

Tiempo de transporte de las rajadas de xoconoztle = 2 min. (0.033 Hr.) de la operación de pesado - 8 - a la de sancochado - 20 -

e).- Número de Personas.-

Para esta operación se requieren dos personas.

21.- Lavado de Frascos

a).- Materia Prima.-

Se necesitan 2746 frascos, con una capacidad de 0.222 l.

b).- Insumos Auxiliares.-

Para los 2746 frascos se requieren 305 litros de agua.

c).- Descripción de la Operación.-

Los frascos se lavan en la lavadora sopladora con una capacidad de 3000 frascos/hora.

d).- Tiempo Empleado.-

0.9153 horas para 2746 frascos

e).- Número de Personas.-

Una persona.

22.- Llenado de Sólidos

a).- Materia Prima.-

Se tienen 0.3335 Ton. de sólidos.

b).- Insumos Auxiliares.-

Se necesitan 2746 frascos con capacidad de 222 cm³ y
50.85 lb. de vapor

c).- Descripción de la Operación.-

Los sólidos que se encuentran en la canastilla dentro de la paila, son llevados a la llenadora de sólidos. El contenido de la canastilla se vacía a unos carritos. La llenadora tiene una velocidad de 30 frascos/min. y está provista de una cheque para mantener la temperatura constante.

Cada frasco se llena con 120 g. de sólidos.

Tiene acondicionada una banda por la que circulan los frascos.

d).- Tiempo Empleado.-

Tiempo en transportar la canastilla

Con los sólidos a los carritos 3 min. (0.0495 Hr.)

Tiempo para llenar la tolva 2 min. (0.033 Hr.)

Tiempo del llenado de frascos 1.525 Hr.

Tiempo Total 1.608 Hr.

e).- Número de personas.-

Se necesitan dos personas.

23.- Llenado de Líquidos

a).- Materia Prima.-

Se tienen 0.1608 Ton. de líquido

b).- Insumos Auxiliares.-

Se requiere 2746 frascos, los cuales contienen 0.3335 Ton. de cajas de xocoaztle.

c).- Descripción de la Operación.-

El líquido que se encuentra en la paila de hervido y sancado, es drenado por la parte inferior y recibido en 4 tambos. El contenido de cada tampo es vaciado a la tolva de la llenadora, la cual está provista de una chaqueta para mantener el líquido a 85 °C. La llenadora tiene un cilindro dosificador de 60 g. (58.45 ml.). La velocidad es de 15 frascos/min. y se le acondiciona una banda.

Conforme se van llenando los frascos son transportados -- hacia una mesa en donde se van colocando en canastillas.

Cálculo .- calor necesario para mantener la temperatura de 85 °C constante durante el llenado de sólidos y líquidos.

1.- Datos:

Considerando una capa aislante de asbesto cuya conductividad térmica (K) es:

$$K_2 = 0.043 \text{ Btu/ft}^2 \times \text{Hr.} \times \text{°F/ft}$$

con espesor de 0.0416 ft = L_2

K_1 , del acero medio = 26 Btu/Hr ft² °F/ft y espesor de:

0.00983 ft = L_1

Sustituyendo en la fórmula F No. 34 de coeficiente de transmisión de calor:

$$\mu = \frac{1}{\frac{L_1}{K_1} + \frac{L_2}{K_2}} \dots\dots\dots (F - 34)$$

$$\mu = \frac{1}{\frac{0.00983}{26} + \frac{0.0416}{0.043}}$$

$$\mu = 1.033 \text{ Btu/ft}^2 \text{ Hr } ^\circ\text{F}$$

2.- Coeficiente de transmisión de calor = $\mu = 1.033 \text{ Btu/ft}^2 \text{ Hr } ^\circ\text{F}$

Area lateral de la llenadora = 5.11233 ft^2 .

Tiempo = 4.92 Hr.

Temperatura constante: $85 \text{ } ^\circ\text{C} (109.8^\circ\text{F})$

Sustituyendo en la fórmula F No. 35

$$Q = x \text{ área } x \text{ tiempo } x \text{ temperatura } \dots\dots\dots (\text{F No. 35})$$

$$Q = 1.033 x 5.11233 x 4.92 \text{ Hr } x 109.8$$

$Q = 2855.57 \text{ Btu.}$ - calor total que hay que suministrar a las tres llenadoras. (dos de sólidos y una de líquidos).

3.- Cálculo del vapor requerido:

Datos:

$$Q = 2855.57 \text{ Btu}$$

$$\lambda \begin{array}{l} 290 \text{ } ^\circ\text{F} \\ \text{condensación} = 917.4 \text{ Btu/lb. (26)} \\ 68.21 \text{ psia.} \end{array}$$

Sustituyendo en la fórmula F No. 12

$$W = \frac{Q}{\lambda 290^\circ} \dots\dots\dots (\text{F No. 12})$$

$$W = \frac{2855.57}{917}$$

$W = 3.1127 \text{ lb}$ de vapor, para las tres llenadoras.

d).- Tiempo empleado.-

Tiempo del drenado	4 min. (0.066 Hr).
Tiempo del transporte del producto a la llenadora	2 min. (0.033 Hr).
Tiempo para llenar la tolva	2 min. (0.033 Hr).
Tiempo del llenado de frascos para dos llenadoras	1.525 Hr.
Tiempo total.	1.65 Hr.

- e).- Número de personas.-
Se requieren dos personas.

24.- Eliminación de Gases

- a).- Materia Prima.-

El número total de frascos es de 2746

- b).- Insumos Auxiliares.-

Se necesitan 28 canastillas para colocar los frascos en la cámara de eliminación de gases, cada una de las cuáles tiene capacidad para 100 frascos.

70.55 de agua y 47.6 lb. de vapor.

- c).- Descripción de la Operación.-

Conforme se van llenando las canastillas, de una en una se van colocando en la cámara de eliminación de gases.

Cálculos.-

Cantidad del vapor requerido por carga.

Los cálculos se mencionan en la página No.

- d).- Tiempo Empleado.-

Como una canastilla conteniendo 100 frascos, se llena en 3.3 min. y son necesarios 0.5 min. para transportar la de la mesa al túnel de agotamiento, cada 3.8 min. entra una canastilla a la cámara, por lo tanto el tiempo total para 2746 frascos es de 1.83 hr. (109.84 min.).

- e).- Número de Personas.-

Únicamente se requiere de una persona.

25.- Cerrado

- a).- Materia Prima.-

2746 frascos con 0.4943 Ton. de producto repartidos en canastillas en capacidad de 100 frascos, cada una.

- b).- Insumos Auxiliares.-

Se necesitan 2746 tapas de 7 cm. de diámetro.

c).- Descripción de la Operación.-

De la cámara van saliendo las canastillas y se colocan en la mesa, realizando el cerrado manualmente con ayuda de un mango que tienen una rondana hembra.

d).- Tiempo Empleado.-

Se tapan 40 frascos por minuto, por lo que el tiempo para cerrar una canastilla con 100 frascos es de 2.5 min. El tiempo total de la operación incluyendo el tiempo de transporte de la cámara a la mesa de cerrado es de 1.86 Hr.

e).- Número de Personas.-

Dos personas son suficientes.

26.- Esterilización.

a).- Materia Prima.-

2746 frascos, con 0.4943 Ton. de producto.

b).- Insumos Auxiliares.-

Se requiere de 28 canastillas, para cada 100 frascos y 3.81 lb. de vapor.

c).- Descripción de la Operación.-

Una vez que los frascos han sido cerrados, se meten a la cámara de esterilización, que se describe en la pagina No.

Cálculos:

Cálculo del calor necesario para el proceso de Esteriliza

ción.-

Datos:

$m = 2706.37 \text{ lbs}$ (masa de 2746 frascos con --- producto).

$C_p = 0.6506 \text{ Btu/lb}^\circ\text{F}$

$t_i = 88 \text{ }^\circ\text{C}$ (190.4 $^\circ\text{F}$) Temperatura a la cual se encuentra el producto después del cerrado.

$t_f = 92^{\circ}\text{C}$ (197.6°F) Temperatura que alcanza el producto durante la esterilización.

$$\Delta T = 7.2^{\circ}\text{F}$$

Las canastillas salen de la cámara de eliminación de gases a 90°C , y el tiempo transcurrido para entrar a la esterilización es de 3 minutos, por lo que se puede considerar mínima la pérdida del calor.

La temperatura desciende a 88°C (190.4°F), que es la temperatura inicial del producto en la esterilización.

Sustituyendo en la fórmula F No. 11

$$Q = mC_p \Delta T \dots\dots\dots (\text{F No. 11})$$

$$Q = 2706.37 \text{ lb} \times 0.6506 \text{ Btu/lb } ^{\circ}\text{F} \times 7.2^{\circ}\text{F}$$

$$Q = 12677.503 \text{ Btu}$$

Cálculo del vapor requerido para esta operación.

Datos:

$$Q = 12677.503 \text{ Btu.}$$

$$\lambda_{\text{condensación}}^{290^{\circ}\text{F}} = 917.4 \text{ Btu/lb. (26)}$$

68.21 psia.

Sustituyendo en la fórmula F No. 12

$$W = \frac{Q}{\lambda_{\text{cond}}} \text{ en donde } W = \text{libras de vapor} \dots (\text{F No. 12})$$

$$W = \frac{12677.503 \text{ Btu}}{917.4 \text{ Btu/lb}}$$

$$W = 13.81 \text{ lb. de vapor}$$

d).- Tiempo Empleado.-

Tiempo de transporte de la mesa de cerrado al autoclave: 0.004 Hr. (15 seg).
Tiempo de esterilización para cada canastilla de 100 frascos 0.080 Hr. (5 min.).

Tiempo total de la operación 2.284 Hr.

e).- Número de Personas.-

Solo se necesita una persona, para sacar las canastillas autoclave.

27.- Enfriamiento.

a).- Materia Prima.-

2746 frascos con 0.4943 Ton. de xoconoztles en rajás

b).- Insumos Auxiliares.-

Se necesitan 28 canastillas para los 2746 frascos.

c).- Descripción de la Operación.-

Al ir saliendo las canastillas del proceso de esteriliza
ción, un montacargas las coloca en el lugar donde van a -----
enfriarse.

d).- Tiempo Empleado.-

Se requiere de toda la noche.

e).- Número de Personas.-

Una persona se requiere para manejar el montacargas.

28.- Etiquetado.

a).- Materia Prima.-

2746 frascos, con 4943 Ton. de producto.

b).- Insumos Auxiliares.-

2746 etiquetas de 5 cm. x 10 cm. con tres colores.

c).- Descripción de la Operación.-

Las canastillas se colocan en una mesa, donde se realiza
manualmente el etiquetado con la ayuda de una engomadora, a
una velocidad de 30 etiquetas por minuto.

d).- Tiempo Empleado.-

Tiempo total de la operación, incluyendo el transporte
al lugar del enfriamiento a la mesa en donde se encuentra la

engomadora, es de 1.542 Hr.

e).- Número de Personas.-

Se utilizan dos personas, una le pone la etiqueta y la pega completamente la otra persona.

29.- Empaque.

a).- Materia Prima.-

2746 frascos con 0.4943 Ton. de peso neto de producto.

b).- Insumos Auxiliares.-

76 cajas de 0.5 m. de largo, por 0.25 m. de ancho por 0 m. de altura.

c).- Descripción de la Operación.-

Se realizan manualmente en la mesa del etiquetado.

Cada caja tienen capacidad para 36 frascos. La velocidad del empaque es de 90 frascos por minuto.

d).- Tiempo Empleado.-

Cada caja se llena en 1.2 min. y se tapa en 0.116 min. lo que el tiempo total de empaque es de 1.66 Hr.

e).- Número de Personas.-

Dos personas, una para formar la caja y otra para llenarla.

30.- Almacenamiento de Producto Terminado

a).- Materia Prima.-

76 cajas con 2746 frascos con 0.4943 Ton. de producto.

b).- Insumos Auxiliares.-

No se necesitan.

c).- Descripción de la Operación.-

Las cajas son transportadas al almacén de productos terminados por medio de un montacargas.

d).- Tiempo Empleado.-

Se necesita 1.63 Hr.

e).- Número de Personas.-

Se necesita una persona.

31.- Preparación de la Salmuera Inicial.

a).- Materia Prima.-

0.5524 Ton. de agua y 0.0655 Ton. de sal en sacos.

b).- Insumos Auxiliares.-

No se necesitan.

c).- Descripción de la Operación.-

Se disuelve la sal en el agua en un tanque que está colocado a 2.8 m. por encima de los tanques de fermentación que tienen acoplada una manguera para el vaciado.

d).- Tiempo Empleado.-

0.25 Hr. Operación intermitente.

e).- Número de Personas.-

Una persona.

32.- Fermentación.

a).- Materia Prima.-

0.412 Ton. de xoconoztle en rajadas.

b).- Insumos Auxiliares.-

0.618 Ton. de salmuera inicial

0.028 Ton. de inocular

0.029 Ton. de sal, divididas en 3 adiciones

c).- Descripción de la Operación.-

Las rajadas de tuna se transportan a los tanques de fermentación en carritos. Cada día se usa un tanque de fermentación. Fermentan las rajadas de xoconoztle con salmuera, con ayuda de un iniciador y con adiciones posteriores de sal de acuerdo a las concentraciones indicadas en la página No. 127

El peso total del contenido de la cuba será de 1.0874 Tons. tienen una cubierta flotante de polietileno que está en contacto directo con la salmuera. Las tinas de fermentación ocupan una superficie total de 150 m² (10 x 15 m.) están separados entre sí 1 m. de distancia. Al final de la fermentación se voltea un poco el tanque para que se decante la salmuera.

0.028 Ton. de madera se dejan caer a un tambo de 50 l. de capacidad.

Después el resto de la salmuera que es igual a 0.5964 toneladas cae a una coladera que lo lleva por gravedad hacia un tanque colocado a la intemperie para que se neutralice y se evapora el agua. Luego se recolectan los sólidos que pueden ser usados como suplemento alimenticio para animales.

Después de que salió la salmuera se voltea más la tina de fermentación para que salgan las rajadas de tuna. Las rajadas se reciben en unas charolas de plástico las cuales son vaciadas a unos carritos que son llevados a la sección de llenados de sólidos. Un día se usan las rajadas para los encurtidos salados. El otro día es para los encurtidos dulces.

d).- Tiempo Empleado.-

El transporte y llenado de la tina con rajadas y la salmuera tarda 2.5 horas. La fermentación tarda 22 días. El drenado y vaciado de sólidos tarda 0.25 horas. Operación intermitente.

e).- Número de Personas.-

Dos personas.

33.- Lavado de las Rajadas.

a).- Materia Prima.-

0.463 Ton. de tuna xoconoztle en rajadas encurtidas.

b).- Insumos Auxiliares.-

926 l. de agua (relación 2.1 agua/tuna).

c).- Descripción de la Operación.-

En el caso de que las rajadas de tuna fermentadas sean des-
cadas a encurtidos dulces, no se vacían de los tanques de fer-
mentación sino después de ser enjuagado dos veces con agua en
la misma cantidad que los sólidos presentes, decantando cada -

Las rajadas de tuna se reciben luego en charolas que son va-
cías en carritos que las llevan a la sección de llenado de
sólidos.

d).- Tiempo Empleado.-

0.25 horas. Operación intermitente.

e).- Número de Personas.-

Dos personas.

34.- Lavado de Frascos.

a).- Materia Prima.-

3644 frascos de 222 cm³ de capacidad de 7.5 cm. de altura
y 8 cm. de diámetro mayor con peso de 267.45 g.

b).- Insumos Auxiliares.-

800 l. de agua

c).- Descripción de la Operación.-

Se lavan los frascos para envasar las rajadas de tuna xoco-
tle en la lavadora - sopladora que lava 3000 frascos por --
hora. Se requiere una mesa.

d).- Tiempo Empleado.-

2.023 horas. Operación continua

e).- Número de Personas.-

Una persona.

35.- Llenado de Sólidos.

a).- Materia Prima.-

0.463 Ton. de tuna xoconoztle en rajadas.

b).- Insumos Auxiliares.-

3644 frascos.

c).- Descripción de la Operación.-

Los carritos que transportan la tuna desde los tanques de fermentación hacia la llenadora de sólidos tardan dos minutos por viaje. La tuna se vacía a la tolva de la máquina llenadora de sólidos. Los frascos vienen de la lavadora descrita en la operación N° 34. Se llenan 30 frascos por minuto, cada uno con 127.05 g. de tuna xoconoztle. Después de llenarse los frascos se colocan en canastillas. Cada canastilla es para 100 frascos.

Se guardan hasta el día siguiente para el llenado de líquidos. Se destina un espacio de 4 m. x 8 m. para colocar las canastillas.

Tarda dos minutos para poner los frascos en cada canastilla.

d).- Tiempo Empleado.-

2.09 horas

e).- Número de Personas.-

Una persona.

36.- Preparación del Líquido Cobertura de Encurtidos Salados

a).- Materia Prima.-

0.1854 Ton. de agua

11.26×10^{-3} Ton. de vinagre con una concentración de ácido acético al 3 %

b).- Insumos Auxiliares.-

13.05×10^{-3} Ton. de sal.

15.35×10^{-5} Ton. de pimienta

15.35×10^{-5} Ton. de clavo

15.35×10^{-5} Ton. de orégano

15.35 x 10⁻⁵ Ton. de semilla de mostaza.

c).- Descripción de la Operación.-

Se mezclan 0.21 Ton. del líquido cobertura en un tanque que está a 2.8 m. de altura con ayuda de un agitador. La compuerta inferior del tanque se abre para dejar pasar la salmuerita al tanque de llenado de líquidos. Un día se prepara este líquido y al día siguiente se prepara el de encurtidos dulces.

d).- Tiempo Empleado.-

0.4 horas. Operación intermitente.

e).- Número de Personas.-

Una persona.

37.- Preparación del Líquido Cobertura de Encurtidos Dulces.

a).- Materia Prima.-

14.68 x 10⁻² Ton. de agua

8.9 x 10⁻³ Ton. de vinagre con una concentración de ácido acético al 3 %.

b).- Insumos Auxiliares.-

5.22 x 10⁻³ Ton. de azúcar

12.05 x 10⁻⁵ Ton. de pimienta

12.05 x 10⁻⁵ Ton. de clavo

12.05 x 10⁻⁵ Ton. de laurel

12.05 x 10⁻⁵ Ton. de canela

c).- Descripción de la Operación.-

Se mezclan 0.21 Ton. de vehículo en el mismo tanque que se indica en la operación No. 36

d).- Tiempo Empleado.-

0.4 horas. Operación intermitente.

e).- Número de Personas.-

Una persona.

38.- Llenado de Líquidos

a).- Materia Prima.-

0.463 Ton. de xoconoztle en rajadas encurtidas en 3644 frascos.

b).- Insumos Auxiliares.-

0.21 Ton. de vehículo

c).- Descripción de la Operación.-

Las canastillas con frascos se llevan a la llenadora de líquidos con un montacargas. Tarda 0.0083 horas para transportar cada canastilla. Se sumergen canastillas por canastillas en un tanque que ya tiene el líquido, este se repone cada vez que sea necesario abriendo la compuerta del tanque de mezclado. Se llenan 100 frascos cada 0.0083 horas. La relación de sólidos a líquidos es de 2.2 l.

d).- Tiempo Empleado.-

3.1 horas. Operación intermitente.

c).- Número de Personas.-

Dos personas.

39.- Cerrado.

a).- Materia Prima.-

0.463 Ton. de tuna xoconoztle y 0.21 Ton. de líquido para 3644 frascos. A cada frasco le corresponde 127 g. de tuna xoconoztle y 57.6 g. de vehículo.

b).- Insumos Auxiliares.-

3644 tapas de rosca de 7 cm. de diámetro.

c).- Descripción de la Operación.-

Mientras están los frascos sumergidos en el tanque de llenado de líquidos. Se cierran con ayuda de un mango para colocarse alrededor de la tapa. Se tapan 20 frascos por minuto.

d).- Tiempo Empleado.-

3.036 horas. Operación intermitente.

e).- Número de Personas.-

Una persona.

40.- Enjuague de Frascos

a).- Materia Prima.-

3644 frascos con 0.673 Ton. de producto.

b).- Insumos Auxiliares.-

200 l. de agua.

c).- Descripción de la Operación.-

Se sacan las canastillas con frascos del tanque de llena -
e líquidos manualmente y se introducen en otro tanque con
. de agua. El agua se cambia cada vez que se sumergen 5 -
stillas. Se sumergen y se saca una canastilla a la vez, ter
.0016 horas en cada canastilla.

d).- Tiempo Empleado.-

2.97 horas para cada producto. Operación intermitente.

e).- Número de Personas.-

Dos personas.

41.- Limpieza de Frascos.

a).- Materia Prima.-

3644 frascos con 0.673 Ton. de producto.

b).- Insumos Auxiliares.-

No se necesitan.

c).- Descripción de la Operación.-

Se llevan las canastillas manualmente a una mesa para ha-
la limpieza de los frascos. Tarda en cada transporte un mi
. El secado es manual, con trapos, se secan 10 frascos por
to, por persona. Se coloca una canastilla en la orilla de

de la mesa y se va secando frasco por frasco mientras se limpia con trapo. Se colocan a un lado para pasar a etiquetar.

d).- Tiempo Empleado.-

3.068 horas. Operación continua.

e).- Número de Personas.-

Dos personas.

42.- Etiquetado.

a).- Materia Prima.-

3644 frascos con 0.673 Ton. de producto para cada producto.

b).- Insumos Auxiliares.-

3644 etiquetas de 5 cm. de alto por 10 cm. de ancho con tres colores.

c).- Descripción de la Operación.-

Se engoma manualmente con ayuda de una engomadora para etiquetas. Se etiquetan 30 frascos por minuto. Se usa la misma mesa indicada en la operación N° 19

d).- Tiempo Empleado.-

2.024 horas. Operación continua.

e).- Número de Personas.-

Dos personas.

43.- Empaque.

a).- Materia Prima.-

3644 frascos con un total de 0.673 Ton. de producto.

b).- Insumos Auxiliares.-

102 cajas de 50 cm. de largo por 25 cm. de ancho y 16 cm. de altura.

c).- Descripción de la Operación.-

Se llenan las cajas manualmente, se colocan 36 frascos por caja en dos niveles con cartones intermedios. Se colocan 30

frascos por minuto. Cada caja se llena en 1.2 minutos y se tapa en 0.166 minutos. Son en total 1.316 minutos por caja. Se empaquetando usando la misma mesa indicada en la operación N° 42

d).- Tiempo Empleado.-

2.237 horas. Operación continua

e).- Número de Personas.-

Una persona.

44.- Almacenamiento de Producto Terminado

a).- Materia Prima.-

102 cajas con 3644 frascos que contienen 0.673 Ton. de producto. Un día en encurtidos de xocoaztle por fermentación ácida salados y otro día los dulces.

El peso neto de cada frasco es de 184.6 gr.

El peso drenado es de 127 g. y el peso del líquido cobertura es de 57.6 g.

b).- Insumos Auxiliares.-

No se necesitan.

c).- Descripción de la Operación.-

Se llevan las cajas con un montacargas al almacén. Se colocan en hileras de 19 cajas en fila de 9 cajas y en pilas de 2 cajas cada día. Se colocan en un espacio de 4.75 m. de largo por 4.5 m. de ancho y 1.06 m. de altura, suficiente para 10 -- cajas. Tarda 3 minutos en cada viaje. Cada vez lleva 12 cajas.

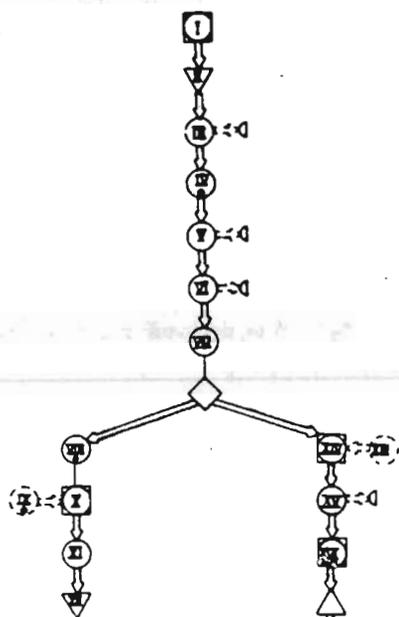
d).- Tiempo Empleado.-

0.3 horas. Operación intermitente.

e).- Número de Personas.-

Una persona.

Cuadro # 58
INDUSTRIALIZACION DE LA TUNA CARDONA
DIAGRAMA DE RECORRIDO (2)



Jarabe de Tuna Cardona

Aguardiente de Tuna Cardona

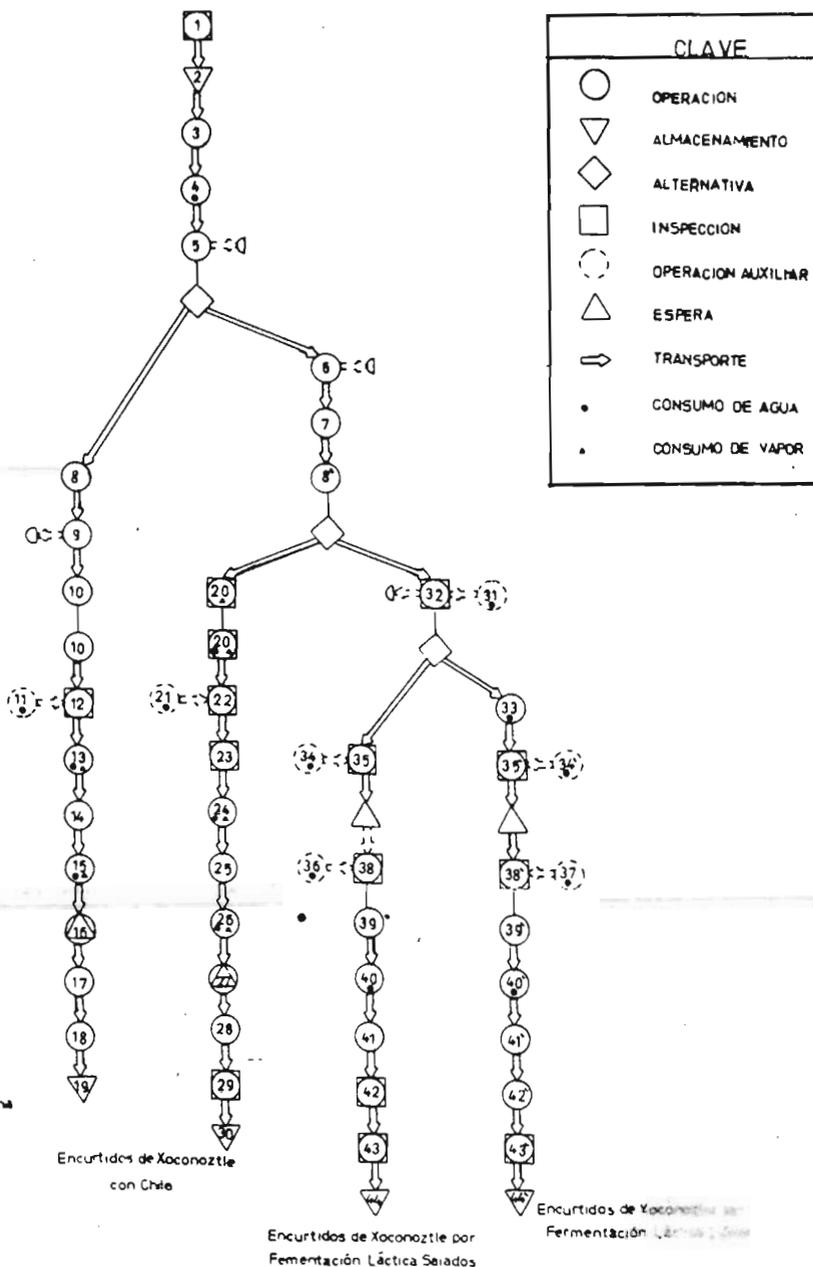
CLAVE	
○	OPERACION
▽	ALMACENAMIENTO
◇	ALTERNATIVA
□	INSPECCION
○ (dashed)	OPERACION AUXILIAR
△	ESPERA
→	TRANSPORTE
•	CONSUMO DE AGUA
•	CONSUMO DE VAPOR

INDUSTRIALIZACION DE LA TUNA CARDONA

GRAFICA DE TIEMPOS DE OPERACION (2)

# de la Operación	Nombre de la Operación	Horas de Trabajo/Día							
		1	2	3	4	5	6	7	8
I	Recepción								
II	Almacenamiento								
III	Selección								
IV	Lavado								
V	Pelado								
VI	Extrusión								
VII	Pesado								
VIII	Evaporación								
IX	Lavado de Tambos								
X	Llenado								
XI	Etiquetado								
XII	Almacenamiento de Producto Terminado (Jarabe de Tuna Cardona).								
XIII	Preparación del Inóculo								
XIV	Fermentación								
XV	Separación de Sólidos Mayores.								
XVI	Destilación								
XVII	Rectificación								
XVIII	Ajuste								
XIX	Añejamiento								
XX	Lavado de Botellas								
XXI	Llenado								
XXII	Cerrado								
XXIII	Etiquetado								
XXIV	Empaque								
XXV	Almacenamiento de Producto Terminado (Aguardiente de Tuna Cardona).								

Quadro # 60
 INDUSTRIALIZACION DE LA TUNA XOCONOZTLE
 DIAGRAMA DE RECORRIDO (2)



-26-

# de la Operación	Nombre de la Operación	Horas de Trabajo/Día							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1.-	Recepción	—							
2.-	Almacenamiento	—							
3.-	Selección	—	—						
4.-	Lavado	—	—	—					
5.-	Pelado	—	—	—	—				
6.-	Despulpado	—	—	—	—	—			
7.-	Cortado	—	—	—	—	—	—		
8.-	Pesado	—	—	—	—	—	—		
9.-	Extrusión		—						
10.-	Mezclado y Evaporado		—	—					
11.-	Lavado de Frascos		—	—					
12.-	Llenado		—	—	—				
13.-	Eliminación de Gases		—	—	—				
14.-	Cerrado		—	—	—				
15.-	Esterilización		—	—	—				
16.-	Enfriamiento y Secado		—	—	—	—	—		
17.-	Etiquetado							—	—
18.-	Empaque							—	—
19.-	Almacenamiento de Producto Terminado (Mermelada de Tuna Xoconoztle).								—
20.-	Sancochado y Hervido			—	—				
21.-	Lavado de Frascos			—	—	—			
22.-	Llenado de Sólidos			—	—	—	—		
23.-	Llenado de Líquidos			—	—	—	—		
24.-	Eliminación de Gases			—	—	—	—		
25.-	Cerrado			—	—	—	—		

Cuadro # 61 (Continuación)
INDUSTRIALIZACION DE LA TUNA XOCONOZTLE
GRAFICA DE TIEMPOS DE OPERACION

# de la Operación	Nombre de la Operación	Horas de Trabajo/Día							
		1	2	3	4	5	6	7	8
26.-	Esterilización				—	—			
27.-	Enfriamiento				—	—			
28.-	Etiquetado	—	—						
29.-	Empaque	—	—						
30.-	Almacenamiento de Producto Terminado (Encurtidos de Xococonoztle con Chile).	—	—						
31.-	Preparación de Salmuera Inicial			—					
32.-	Fermentación				—	—			
33.-	Lavado de Rajas						—		
34.-	Lavado de Frascos						—	—	
35.-	Llenado de Sólidos						—	—	
36.-	Preparación de Salmuera	—	—						
37.-	Preparación de Jarabe	—	—						
38.-	Llenado de Líquidos	—	—	—	—				
39.-	Cerrado	—	—	—	—				
40.-	Enjuague de Frascos	—	—	—	—				
41.-	Limpieza de Frascos			—	—	—	—		
42.-	Etiquetado				—	—	—		
43.-	Empaque				—	—	—		
44.-	Almacenamiento de Producto Terminado (Encurtidos de Xococonoztle por Fermentación Láctica, Salados y Dulces).						—		

ACION DEL EQUIPO UTILIZADO PARA LA INDUSTRIALIZACION DE LAS
TUNAS CARDONA Y XOCONOZTLE

De la Tuna Cardona se obtienen:

Productos Directos:

- 1.- Jarabe de Tuna Cardona

Producto de Fermentación

- 2.- Aguardiente de Tuna Cardona

De la Tuna Xoconoztle se obtienen:

Productos Directos:

- 3.- Mermelada de Tuna Xoconoztle

- 4.- Encurtidos de Xoconoztle con Chile

Productos de Fermentación

- 5.- Encurtidos de Xoconoztle por Fermentación
Láctica Salados

- 6.- Encurtidos de Xoconoztle por Fermentación
Láctica Dulces.

Relación del Equipo Utilizado

No.	Descripción del Equipo	Tipo de Producto	Utilizado en la Operación No.	Cantidad Necesaria
1.-	Báscula de 200 Kg. de capacidad. Base de 1.2 m. x 0.7 m.	1,2,3,4, 5,6.	I,VII,1,8	2
2.-	Báscula de 50 Kg. de capacidad. Base de 0.7 m. x 0.5 m.	2,3,4,5, 6	I,1	1
3.-	Tarimas de madera de segunda clase. Medidas: 1 m. x 1 m. de base x 0.45 m. de altura, con entrepaños de 1 m. de largo x 0.19 m. de espesor.	1,2,3,4, 5,6	II,XXV,2,19,30,44	250
4.-	Montacargas	1,2,3,4, 5,6	II,III,XII,XXV,2, 3,16,19,27,30,35, 44	1
5.-	Banda transportadora de 3 m. de largo x 0.6 m. de ancho, con velocidad de 5 m/min. y con motor de 2 H.P.	1,2,3,4, 5,6	III,3	1
6.-	Carritos con un tanque de acero inoxidable de 100 l. de capacidad, de 60 cm. de diámetro.	1,2,3,4, 5,6	VI,VIII,XIV,9,10, 12,20,22,32,35	10
7.-	Lavadora consistente en un transportador de rodillos de acero inoxidable. De 2.08 m. de longitud y 0.6 m. de ancho. Con velocidad de 1 m/min. con diez cepillos colocados transversalmente separados entre sus ejes 21 cm. tienen 10 cm. de diámetro y	1,2,3,4, 5,6	IV,4	1

No.	Descripción del Equipo	Tipo de Producto	Utilizado en la Operación No.	Cantidad Necesaria
	agua colocadas en doshileras separadas entre si 20 cm. Con un motor de 2 H.P.			
8.-	Banda transportadora de 8 m. de largo x 0.5 m. de ancho con dos mesas laterales de acero inoxidable de 8 m. de largo x 0.3 m. de ancho, cada una con una con un motor de 3 H.P. Para la tuna cardona tiene una velocidad de 4.88 m/min. y para la tuna xoco-noztle 0.3 m/min.	1,2,3,4,5,6	V,5,6,7	1
9.-	Tambos de plástico de 50 l. de capacidad. De 30 cm. de diámetro.	1,2,3,4,5,6	VI,VII,5,6,8,9,23	20
10.-	Extrusor de 1.7 m. de largo por 0.7 m. de ancho x 1.4 m. de altura, con peso de 285 Kg., capacidad de 2 toneladas por hora. Es de acero inoxidable. Consta de dos cilindros concéntricos. El interior con perforaciones de 2.5 mm. de diámetro. Tiene un tornillo sin fin en el interior del extrusor, tiene un motor trifásico de 5 H.P.	1,2,3	VI,9	1
11.-	Evaporador a baja presión de acero inoxidable de fondo redondo y enchaquetado. De 0.8 m. de diámetro.	1	VIII,X	1
12.-	Engomadora manual de 0.39 m. de largo x 0.28 m. de ancho x 0.175 m. de altura. Con motor de 1/5 de H.P.	2,3,4,5,6	XI,XII,17,18,42	1
13.-	Cuchillos	1,2,4,5,6	V,6	16
14.-	Microscopio	2	XIII	1

Cuadro No. 57 (Continuación)

No.	Descripción del Equipo	Tipo de Producto	Utilizado en la Operación No.	Cantidad Necesaria
15.-	Incubadora para temperaturas de 20° a 50° C.	2	XIII	1
16.-	Autoclave de 0.35 m ³	2	XIII	1
17.-	Tanque de acero inoxidable de 60 l. de capacidad de 0.4 m. x 0.4 m. de base x 0.79 m. de altura	2	XIII	2
18.-	Bomba para aire con motor de 1/4 de H.P. con base de 0.3 m. x 0.2 m.	2	XIII	2
19.-	Tanques de fibra de vidrio con poliestireno de 1.6 m ³ de capacidad. De 1.265 x 1.265 m. de base x 1 m. de altura. Es giratorio, con eje de acero inoxidable colocado a 0.45 m. de altura.	2,5,6	XIV,32	23
20.-	Sedimentador tipo Spintzasten de cobre. De 5.6 m. de largo x 1.66 m. de ancho máximo. Los diámetros de los conos colocados en serie son: (1).- 0.35 m., (2).- 0.61 m., (3).- 0.96 m. y (4).- 1.66 m. Están colocados en desnivel (19).	2	XV	1
21.-	Tanque de cobre de 1 m ³ de capacidad	2	XV	1
22.-	Bomba para líquidos con base de 0.3 m. de largo x 0.2 m. de ancho. De dos H.P., de acero inoxidable.	2	XVI, XVIII	2
23.-	Alambique de cobre de 500 l. de capacidad con un tanque precalentador del mismo material y de la misma capacidad y un m-	2	XVI	1

No.	Descripción del Equipo	Tipo de Producto	Utilizado en la Operación No.	Cantidad Necesaria
	<p>alambrico está a una altura de 0.75 m. El enfriador está separado del suelo 0.55 m. El diámetro del enfriador es de 0.75 m. y su altura de 1.05 m. El diámetro de la tubería de cobre empleada en el enfriador es de 2 in. y la longitud es de 7.2 m. de altura. El espacio que ocupa es de 3.5 m. x 3.5 m. de base x 2.75 m. de altura (3).</p>			
24.-	<p>Bomba para líquidos con base de 0.3 m. de largo x 0.2 m. de ancho con motor de 1 H.P. de acero inoxidable.</p>	2	XVI	1
25.-	<p>Tanque de cobre de 8 m³ de capacidad de 2 m. x 2 m. de base x 2 m. de altura.</p>	2	XVI	1
26.-	<p>Equipo de destilación consistente en una olla de vaporización cilíndrica horizontal, de 0.083 mm. de espesor (14 B.W.G.), con extremos cóncavos. Mide 311 m. de largo y 2 m. de diámetro. Tiene una capacidad de 10 m³. Está equipada con dos serpentines de calentamiento de dos pasos, con longitud cada uno de 7.52 ft. Diámetro interior de 4 in. y diámetro exterior de 4.125 in. También con niveles de vidrio, válvulas de seguridad, trampa de vapor de cubeta invertida, con presión a la entrada de 5 - 250 lb/in. Conexiones de entrada y salida de 2 in. de diámetro. Presión máxima de 250 lb/in². La columna de rectificación es de cobre de 14 B.W.G. de espesor, con diámetro de 29.84 in., con borboteadores, elevadores, boquilla de salida de vapor de 8 in. de diámetro, boquilla de salida a la botella de</p>	2	XVII	1

Cuadro No. 57 (Continuación)

No.	Descripción del Equipo	Tipo de Producto	Utilizado en la Operación No.	Cantidad Necesaria
	<p>presión de 4 in., boquilla de reflujo a la columna 1 1/2 in. de diámetro, boquilla de entrada de vapores de 8 in., boquillas de salida de reflujo a la olla de 2 in. de diámetro y controlador de temperatura, la columna tiene cuatro platos, una altura total de 7 ft. y tres mirillas de 6 in. de diámetro. Los platos son de reflujo cruzado, con un espacio entre platos de 12 in., de cobre de 14 B.W.G. diámetro nominal de 3 in., altura total 2.5 in., con cuarenta y dos ranuras rectangulares. El ancho de las ranuras "de" es de 1/8 in., la eficiencia de humedad del plato es de 63.254 %. El condensador tiene 36 tubos de 3/4 de in. de diámetro exterior, superficie por pie de longitud 0.1963 ft²/ft. Arreglo de los tubos triangular, calibre de los tubos 16 B.W.G., de cuatro pasos y diámetro de la envolvente de 8 in. El enfriador tiene los tubos con diámetro exterior de 3/4 in. Arreglo de los tubos triangular. Posición horizontal y de dos pasos. Calibre de los tubos 16 B.W.G. Superficie por longitud de los tubos 0.1963 ft²/ft. Son 37 tubos. Diámetro de la envolvente 8 in. (56).</p>			
27.-	<p>Tanque de cobre de 10 m³ de capacidad de 2.58 m. x 2.58 m. de base x 1.5 m. de altura.</p>	2	XVIII	1
28.-	<p>Lavadora de frascos y botellas de 1.0 x 1.0 m. de base, con capacidad de 3 000 frascos por hora. Con sección de lavado con chorro de</p>	2,3,4,5, 6	XX,11,21,34	1

No.	Descripción del Equipo	Tipo de Producto	Utilizado en la Operación No.	Cantidad Necesaria
29.-	Mesa de acero inoxidable de 1 m. de largo x 0.7 m. de ancho	2,3,4	XX, XXI, 11, 21, 34	1
30.-	Banda de 5.5 m. de largo x 0.5 m. de ancho, con velocidad de 2.4 m./min.	2,3,4,5,6	XXI, XXII, XXIII, 12, 22, 23, 35	1
31.-	Mesa de acero inoxidable de 1.75 m. x 1.75 m.	2,3,4,5,6	XXIV, 13, 24, 35	1
32.-	Llenadora de líquidos de alta densidad, de pistón, con tolva cónica de acero inoxidable, enchaquetada, con capacidad de 40 l. con cilindros dosificadores. Dimensiones: 66 cm. de largo x 50 cm. de ancho x 1.5 m. de alto. Con motor de $\frac{1}{2}$ H.P.	2,3,4	XXI, 12, 23	2
33.-	Pelapapas	3,4,5,6	5	10
34.-	Agitador-raspador de acero inoxidable, semi-circular de 45 cm. de largo x 80 cm. de altura, con un motor de $\frac{1}{2}$ H.P.	1,3	VIII, 10	1
35.-	Bomba para fluido viscoso con motor de 2 H.P.	3	12	1
36.-	Canastillas de alambre galvanizado de 3 mm. de espesor, de 0.85 m. x 0.85 m. de base x 0.06 m. de altura. Con dos asas anchas colocadas a cada lado.	3,4,5,6	13, 14, 15, 16, 17, 24, 25, 26, 27, 28, 35, 38, 39, 40, 41	65
37.-	Tanque de acero inoxidable enchaquetado de 2.63 m. de largo x 0.87 m. de ancho y 0.2 m. de altura. Con capacidad de 171.6 l. con tapa.	3,4	13, 14, 15, 24, 25, 26	1
38.-	Mesa de acero inoxidable de 1.8 m. de largo x 0.9 m. de ancho.	3,4	14, 25	1

Cuadro No. 57 (Continuación)

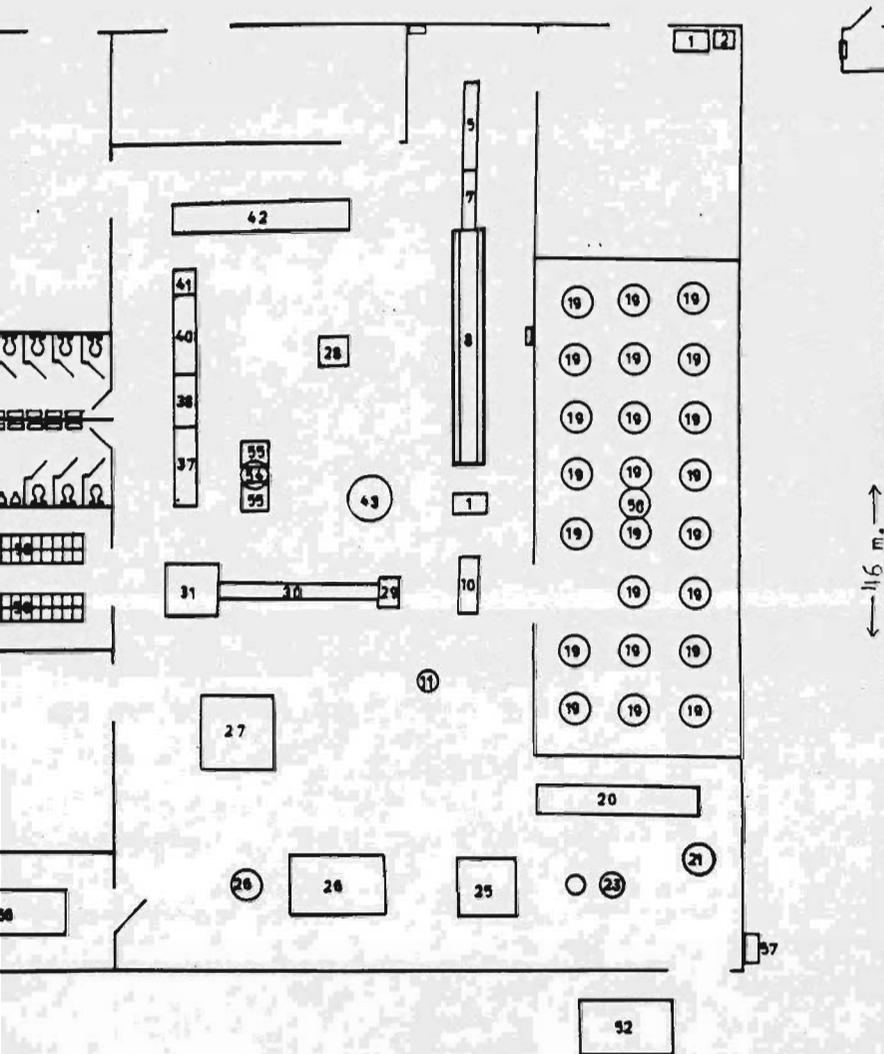
No.	Descripción del Equipo	Tipo de Producto	Utilizado en la Operación No.	Cantidad Necesaria
39.-	Mango con rosca hembra para colocar alrededor de las tapas, de 7 cm. de diámetro.	3,4,5,6	14,25,39	6
40.-	Tunel de acero inoxidable de 2.7 m. de largo x 0.9 m. de ancho x 0.25 m. de altura, con boquillas para vapor adaptadas. En la entrada y en la salida tiene cortinas de cuero en tiras. En la parte inferior tiene dos canales laterales para condensados.	3,4	15,26	1
41.-	Mesa de acero inoxidable de 0.74 m. x 0.9 m.	3,4	15,26	1
42.-	Mesa de acero inoxidable de 6 m. de largo x 1 m. de ancho	3,4,5,6	17,18,28,29,41, 42,43	1
43.-	Marmita enchaquetada de 750 l. de capacidad, con una salida inferior de 10 cm. de diámetro.	4	20	1
44.-	Canastilla para la marmita de 750 l. de capacidad	4	20	1
45.-	Cucharillas de 2.5 cm. de diámetro, con pico y filo en la orilla	4,5,6	6	8
46.-	Charolas de 34 cm. x 22 cm.	4,5,6	7	4
47.-	Tapas para charola de 34 cm. x 22 cm. con cuchillas colocadas transversalmente en forma paralela, separadas entre sí 3 cm.	4	7	4
48.-	Llenadora de sólidos de 1 m. de largo x 0.6	4,5,6	22,35	1

No.	Descripción del Equipo	Tipo de Producto	Utilizado en la Operación No.	Cantidad Necesaria
49.-	Tapas para charolas de 34 cm. x 22 cm., con cuchillas colocadas transversalmente en paralelo, separadas entre sí 1 cm.	5,6	7	4
50.-	Tanque de 1 m ³ de capacidad. Con agitador con motor de 1 H.P. Con fondo cónico, salida niple de 2 in. y una llave de paso. Está montado en tres patas tubulares. Es de acero inoxidable.	5,6	31	1
51.-	Manguera metálica flexible de 7 m. de largo con rosca cople de 2 in. de diámetro para ajustarla al tanque de 1 m ³ de capacidad.	5,6	31	1
52.-	Tanque de 650 l. de capacidad, de fibra de vidrio con poliestireno, de 3 m. de largo x 1.5 m. de ancho x 0.12 m. de altura.	5,6	31, 32	1
53.-	Tanque de acero inoxidable de 250 l. de capacidad. Con un motor de 1/2 H.P. El tanque tiene una compuerta en la parte inferior. Mide 0.6 m x 0.3 m. de base x 0.4 m. de altura. Está montado en tres patas tubulares.	5,6	36, 37	1
55.-	Tanque de 0.9 m. x 0.9 m. de base x 0.5 m. de altura. Es de acero inoxidable. Tiene capacidad de 40.5 l.	5,6	38, 39, 40	2
56.-	Caldera automática de 30 caballos de vapor por hora, para petróleo o diesel, con sistema de retorno de condensados y chimenea. Tiene 14.9 m ² de superficie de calefacción con capacidad de 468 Kg. de vapor/Hr. El motor del quemador es de 1/3 de H.P. con un consumo de 36 l./Hr. de petróleo o diesel. Mide 3.62 m de largo, 1.55 m. de ancho y 1.71 m. de altura.	1, 2, 3, 4	VIII, XVI, XVII, 10, 12, 13, 15, 20, 22, 23, 24, 26	1

Cuadro No. 57 (Finaliza)

No.	Descripción del Equipo	Tipo de Producto	Utilizado en la Operación No.	Cantidad Necesaria
57.-	<p>ra y 1.2 m. de diámetro.La chimenea mide 6.1 m. de altura 0.56 m. de diámetro.El motor de la bomba de agua es de 2 H.P.Tiene un peso a proximaño con agua de 2 800 Kg. y vacía de 2 000 Kg.</p> <p>Bomba para agua de 5 H.P.</p>	1,2,3,4, 5,6	IV, VIII, IX, XVI, XVII, XVIII, XX, 4, 11, 12, 13, 15, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 31, 33, 34, 36, 37, 40.	1
58.-	Barricas de roble blanco de 50 l. de capacidad.	2	XIX	199

← 35.7 m. →



Cuadro # 62
PLANTA INDUSTRIALIZADORA
DE LAS TUNAS CARDONA Y XOCONOZTLÉ

CAPITULO No. 13

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD ECONOMICA

- DETERMINACION DEL ACTIVO FIJO
- CONSIDERACIONES SOBRE EL MERCADO
- EXPLICACION DEL CUADRO DE ESTUDIO
DE PREFACTIBILIDAD ECONOMICA
- ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD ECONOMICA

En el presente capítulo se analizan los factores necesarios para indicar la prefactibilidad económica de la planta industrializadora de las tunas cardona y xoconoztle, que produce mermelada y aguardiente de la tuna cardona, y mermelada, encurtidos con chile, encurtidos por fermentación láctica en sus preparaciones dulces y salados de la tuna xoconoztle.

Cuadro No. 63

Costo del Equipo (Sin Instalación)

según Presupuesto Establecido el Mes de Junio de 1976 Más el 60% Sobre el Costo Inicial por Devaluación.

Tipo	Precio		Cantidad	
	Tipo	Unitario (\$M.N.)	Necesaria	Costo (\$M.N.)
.- Báscula 200 Kg.		5 600	2	11 200
.- Báscula 50 Kg.		1 600	1	1 600
.- Tarimas		192	250	480 000
.- Montacargas		200 000	1	200 000
.- Banda		28 800	1	28 800
.- Carritos		2 240	10	22 400
.- Lavadora		48 000	1	48 000
.- Banda		62 000	1	62 000
.- Tambos 50 Kg.		100	20	2 000
.- Extractor		133 400	1	133 400
.- Evaporador		43 200	1	43 200
.- Engomadora		9 500	1	9 500
.- Cuchillos		20	16	320
.- Microscopio		10 000	1	10 000
.- Incubadora		8 000	1	8 000
.- Autoclave		16 000	1	16 000

Cuadro No. 63 (Continuación)

Equipo No.	Tipo	Precio Unitario (\$M.N)	Cantidad Necesaria	Costo (\$M.N)
17.-	Tanque 60 l.	3 200	2	6 400
18.-	Bomba	19 300	2	3 860
19.-	Tanque de F.V.	960	23	22 080
20.-	Sedimentador	19 100	1	19 100
21.-	Tanque 1 m ³	22 400	1	22 400
22.-	Bomba	138 000	2	276 000
23.-	Alambique	160 000	1	160 000
24.-	Bomba	75 000	1	75 000
25.-	Tanque 0.8 m ³	144 000	1	144 000
26.-	Destilador	400 000	1	400 000
27.-	Tanque 10 m ³	200 000	1	200 000
28.-	Lavadora Frasc.	14 400	1	14 400
29.-	Mesa	28 800	1	28 800
30.-	Banda	54 500	1	54 500
31.-	Mesa	6 500	1	6 500
32.-	Llenadora Liq.	90 000	2	180 000
33.-	Pelapapas	19	10	190
34.-	Agitador	9 500	1	9 500
35.-	Bomba	138 000	1	138 000
36.-	Canastilla	250	65	16 250
37.-	Tanque 170 l.	*28 800	1	28 800
38.-	Mesa	5 900	1	5 900
39.-	Mango	80	4	320
40.-	Tunel	22 500	1	22 500
41.-	Mesa	4 000	1	4 000
42.-	Mesa	18 500	1	18 500
43.-	Marmita 750 l.	81 600	1	81 600
44.-	Canastillas	18 500	1	18 500
45.-	Cucharillas	10	8	80

Cuadro No. 63 (Finaliza)

po	Tipo	Precio Unitario (\$M.N)	Cantidad Necesaria	Costo (\$M.N)
-	Charolas	480	4	1 920
-	Tapas de Char.	160	4	640
-	Llenadora Sólida	93 000	1	93 000
-	Tapas de Char.	160	4	640
-	Tanque 1 m ³	20 000	1	20 000
-	Manguera	30	1	30
-	Tanque 0.65 m ³	640	1	640
-	Charolas	1 600	2	3 200
-	Tanque 0.25 m ³	16 000	1	16 000
-	Tanque 0.4 m ³	10 000	2	20 000
-	Caldera 30 H.P.	163 200	1	163 200
-	Bomba	7 500	1	7 500
-	Barrica	500	199	<u>99 500</u>
TOTAL DEL COSTO DEL EQUIPO				3 455 870

Cuadro No. 64

Costo de Instalación del Equipo

El costo de la instalación del Equipo se estima con porcentajes establecidos por los fabricantes.

Equipo Tipo No.	% Sobre Costo	Costo de Instalación (\$ M.N.)
5 Bandas	15	4 320
7 Lavadora	15	7 200
8 Banda	15	9 300
10 Extrusor	15	20 010
11 Evaporador	20	8 640
17 Tanque 0.06 m ³	15	950
19 Tanque de F.V.	15	3 312
20 Sevimentador	20	3 820
21 Tanque	15	3 360
22 Bomba	15	41 400
23 Alambique	20	24 000
24 Bomba	15	11 250
25 Tanque 8 m ³ .	15	21 600
26 Destilador	20	60 000
27 Tanque 10 m ³	15	30 000
28 Lavadora Frasc.	15	2 160
30 Banda	15	8 175
32 Llenadora Líq.	15	27 000
34 Agitador	10	950
35 Bomba	15	20 700
37 Tanque 0.170 m ³ .	20	5 760
40 Tunel	20	4 500
43 Marmita 0.75 m ³ .	20	16 320
50 Tanque 1 m ³	15	3 000

Cuadro No. 64 (Finaliza)

Tipo No.	Sobre Costo %	Costo de Instalación (\$ M.N.)
Tanque 0.65 m ³	15	96
Tanque 0.25 m ³	15	2 400
Tanque 0.04 m ³	15	3 000
Caldera	15	24 480
Bomba	15	<u>1 125</u>
Total de Costo de Instalación.		<u>368 828</u>

Cuadro No. 65

Otros Costos Relacionados con el Equipo

Se asignará un porcentaje de acuerdo a la inversión en el equipo
(Costo del Equipo)

Concepto	%	Costo (\$ M.N.)
Tubería	10	335 637
Instrumentación	3	100 691
Instalaciones Eléctricas	10	332 637
Ingeniería y Supervisión	15	503 456
Servicios Varios	5	167 818
Contingencias	10	335 637
Fletes de Equipo	3	<u>100 691</u>
Total de Costos Varios		1 879 567

Cuadro No. 66

Costos de Construcción.

Concepto	Costo (\$ M.N.)
Construcción 938 m ² , 2 niveles	610 000
Ingeniería Civil	<u>71 000</u>
Total de Costo de la Construcción	681 000

Cuadro No. 67

Costo de Terreno.

Concepto	Costo (\$ M.N.)
Terreno 1 600 m ² a \$ 95.50 m ² .	152 800

Cuadro No. 68

Activo Fijo (50).

Concepto	Inversión (\$ M.N.)
Adquisición en Equipo	3 455 870
Costos de la Instalación de Equipo	368 828
Depreciación Varios	1 879 567
Costos de Construcción	681 000
Costos del Terreno	<u>152 800</u>
Activo Fijo	6 538 065

Consideraciones Sobre el Mercado.

De acuerdo a los datos publicados por el Banco de México sobre la distribución del gasto de las familias mexicanas para el año de 1968 (5) y corregidos para 1977 se informa en el cuadro No. 69 el consumo mensual nacional de los productos --- similares a los de tuna cardona y xoconoztle.

Cuadro No. 69

Valores de Consumo Nacional de Algunos Alimentos

		Enlatados.	
Mieles	---	328.699	Ton./mes
Licores	---	2309.662	Ton./mes
Mermelada Procesada	---	688.854	Ton./mes
Chiles enlatados	---	480.041	Ton./mes
Verduras y Legumbres			
Encurtidos Procesadas	---	344.858	Ton./mes

Por otro lado, observando los precios en enero de 1977 en el mercado de productos similares, podemos establecer una base de comparación con los precios de los productos que aquí se --- estudian. Los datos se informan en el Cuadro No. 70

Cuadro No. 70

Precio por Kg. ó Litro de Algunos Productos Similares.

Producto	Presentación. Contenido Neto	Precio Unitario \$(M.N.)(Al Publ
<u>Jarabes</u>		
Jarabe de Tamarindo "Sandy's" (con 27 % de pulpa).	Frasco 320 ml.	17.18/l.
Jarabe de Tamarindo ó Jamsica "Gadi" (con 27 % de pulpa).	Botella Plásti co. 960 ml.	16.35/l.

Cuadro No. 70 (Continuación).

Producto	Presentación Contenido Neto	Precio Unitario \$ (M.N.)(Al Público)
<u>Las Alcohólicas</u>		
Vidua "Cuervo Blanco"	Botella 750 ml	40.00/l.
Vidua "Sauza"	Botella 750 ml	44.66/l.
Vidua "Los Ruíz"	Botella 481 ml	57.17/l.
Vidua "San Martín"	Botella 960 ml	54.21/l.
<u>Las Amarillas</u>		
Las de Piña "Centro"	Frasco 480 g.	30.83/Kg.
Las de Piña "Cormick"	Frasco 550 g.	27.63/Kg.
Las de Piña ó "Cristalita"	Frasco 600 g.	20.00/Kg.
Las de Piña "Arsa"	Frasco 250 g.	29.60/Kg.
<u>Las y Verduras Encurtidas</u>		
Las "Clemente Jacques"	Frasco 420 g.	40.43/Kg.
Las Chipotles "Lucero"	Frasco 250 g.	29.20/Kg.
Las Encurtidas --- "Arsa"	Frasco 310 g.	49.35/Kg.
Las "Guajardo"	Frasco 480 g.	49.89/Kg.
Las "Coronado"	Frasco 405 g.	20.62/Kg.
Las Encurtidas "Clemente Jacques"	Frasco 250 g.	71.00/Kg.
<u>Las Encurtidos</u>		
Las "Del Monte"	Frasco 613 g.	29.03/Kg.
Las "Ann O' Brien"		
Las y Salados	Frasco 520 g.	35.00/Kg.
Las "Del Monte"		
Las	Frasco 345 g.	44.35/Kg.

De acuerdo a los precios de productos similares en el mercado, se propondrán precios a los productos de tuna cardona y noztle, y se efectuará un estudio de prefactibilidad económica sobre esas bases.

Cuadro No. 71

Precios Propuestos para los Productos de Tuna Cardona
y Xoconoztle.

No.	Producto Nombre	Precio/Kg. ó l. Al Distribuidor \$(M.N)	Presentación	Precio por Envase.
1.-	Jarabe de Tuna Cardona	29.30/Kg.	Envase Plástico 51.78Kg	15.28
2.-	Aguardiente de Tuna Cardona	45.75/l.	Botella 750 ml.	34.00
3.-	Mermelada de Tuna Xoconoztle	24.70/Kg.	Frasco 310 g.	7.65
4.-	Encurtidos de Xoconoztle con Chile	43.40/Kg.	Frasco 180 g.	7.80
5.-	Encurtidos de Xo conoztle por Fer mentación Láctica Asados.	28.00/Kg.	Frasco 184.6 g.	5.15
6.-	Encurtidos de Xo conoztle por Fer mentación Lácti- ca Dulces.	35.50/Kg.	Frasco 184.6 g.	6.55

Como el equipo instalado tiene una capacidad máxima de trabajo, existe una producción máxima mensual para cada producto.

Con estos valores se estimará en el Cuadro No. 72 la penetración al mercado nacional de acuerdo a los datos proporcionados en el Cuadro No. 69

Cuadro No. 72

ulo de la Penetración al Mercado Nacional de los Productos
de Tuna Cardona y Xoconoztle.

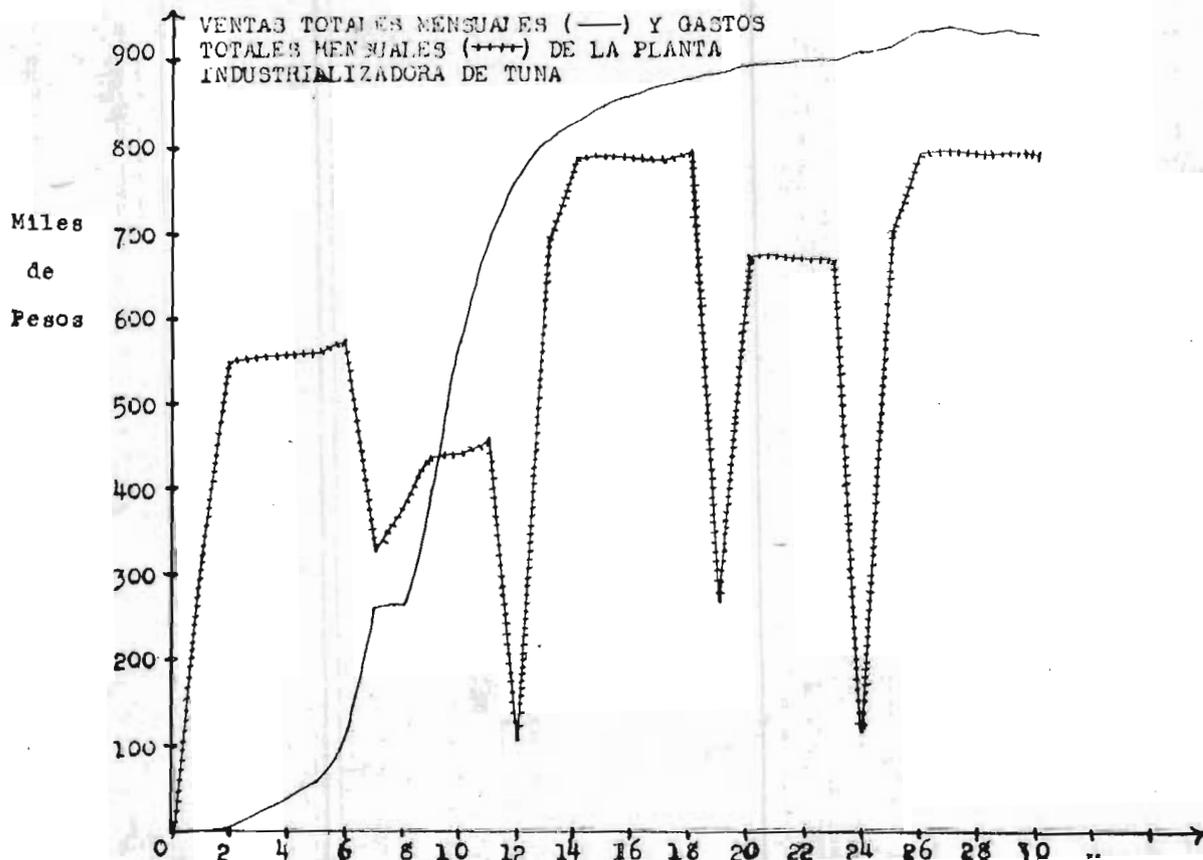
Producto Nombre	Cantidad Máxima de Producto -- Vendida por Mes (Ton.)	Se Alcanza en el Mes 10 (Ini ciando Enero. 1977.	Penetra - ción al Mercado N.
Jarabe de Tuna Cardona	1.010	Septiembre 1978	0.3 %
Aguardiente de Tuna Cardona	0.777	Enero 1979	0.0 %
Mermelada de Tuna Cardona	7.167	Enero 1978	1.04 %
Encurtidos de Xoconoztle con Chile	7.167	Diciembre 1977	1.49 %
Encurtidos de Xoconoztle por Fermentación Láct tica Salados	4.879	Diciembre 1977	1.41 %
Encurtidos de Xoconoztle por Fermentación Láct tica Dulces	4.879	Diciembre 1977	1.41 %

Explicación del Cuadro No. 79. (50)

Ventas Totales

Para determinar el valor de las ventas totales mensuales
consideró primero cual sería la producción máxima mensual --
nte los meses de trabajo de cada producto. Considerando
la producción máxima se alcanza sólo hasta el segundo año
(8), se estimaron las ventas mensuales de cada producto y
ién las totales. Los resultados se informan en los Cuadros
73 y No. 79.

Cuadro # 75



- Ventas de Contado

Se considera un 20 % de las ventas totales mensuales.

- Ventas a Crédito

Se considera un 80 % de ventas totales mensuales pagaderas
30 y 60 días.

- Total de Ingresos Mensuales

Es la cantidad de dinero que se percibe por la suma de las
ventas al contado y a crédito mensuales.

- Activo Fijo

Se estableció en el Cuadro No. 68

- Materia Prima e Insumos Auxiliares

Se consideran los datos informados en los Cuadros No. 74,
75 y en los datos de producción mensual para su cálculo.

- Mano de Obra Directa (18).

Se trabaja un turno de 8 horas diarias.

Cuadro No. 76

Mano de Obra Directa.

de Obreros		Salario Total
Producción	Materia Prima	\$ (M.N.)
Máxima	Utilizada	<u> </u>
		Día x Obrero
16	Tuna Cardona	60.10
36	Tuna Xoconoztle	60.10
		2163.3

- Mano de Obra Indirecta (18).

Materia Prima e Insumos Auxiliares Necesarios para el Procesamiento de la Tuna Cardona

Materia Prima	Para el Producto No.	Ton.		Precio (\$ M.N.) Tonelada	Costo (\$ M.N.)	
		Ton. de Materia Prima	Ton. de Productos Terminados		Costo Ton. Mat. Pri.	Costo Ton. Prod. T.
Tuna Cardona	1, 2	1.0	Prod. (1) 11.50 (2) 21.23 32.73	5 000	5 000	Para el Prod (1) 57 500 (2) 119 500 177 000
$(\text{NA})_2\text{SO}_4$	2	5.44×10^{-4}	1.733×10^{-2}	44 000	1	763
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	2	2.72×10^{-4}	8.66×10^{-3}	80 000	1	69
Metabisulfito de Potasio H_2SO_4 H.A.	2	3.57×10^{-5}	1.139×10^{-5}	112 000	1	128
	2	3.93×10^{-4}	1.25×10^{-2}	240 000	1	3 000
		/ Ton. Materia Prima	Ton. Prod. Ter.	\$ / 1000		
Tambos de plástico Acido- resistentes de 50 l.	1	1	19.0	60.000	60	1 140
Etiquetas de 2 colores de 45 cm. x 40 cm.	1	1	19.0	820	1	16
Botellas de 0.750 l. de capacidad	2	45	1424	2 400	108	3 418
Etiquetas de 10 cm. x 5 cm. de tres colores	2	45	1424	65	3	92
Cajas de cartón de 48 - cm. x 32 cm. x 30 cm. para botellas.	2	1.86	60	4 800	9	288

Guatemala 75
Materia Prima e Insumos Auxiliares Necesarios para el Procesamiento de la Tuna Xococonotle.

Materia Prima	Para el Producto	Ton.		Ton.		Precio (\$ M.N.) Tonelada	Costo (\$ M.N.)	
		Ton. de Materia Prima	Ton. de Producto	Ton. de Producto	Terminado		Ton. Materia Prima	Ton. Prod. Ter.
Tuna Xococonotle	3,4,5,6	1.0	Prod.			5 000	5 000	Prod.
			(3)	0.8070				(3)
			(4)	0.4552				(4)
			(5)	+ 0.7040				(5)
			(6)	<u>0.7040</u>				(6)
				2.6702				13352
Asucar	3,6,	0.12249	(3)	8.07×10^1		2 350	288	(3)
			(6)	7.75×10^3				(6)
				8.147×10^1				1897
Pectina	3	1.805×10^{-2}		0.058		52.000	939	3016
Saborizante de Fresa	3	1.14×10^{-4}		3.68×10^{-4}		150 000	17	55
Sal	4,5,6,	0.1098	(4)	0.04046		2 300	282	(4)
		0.1225	(5)	+0.288				(5)
			(6)	<u>0.28000</u>				(6)
				0.60846				1399
Vinagre con una concentraci3n de Acido ac3tico al 3%	4,5,6,	7.4×10^{-2}	(4)	1.376×10^1		2 500	185	(4)
			(5)	+ 1.62×10^2				(5)
			(6)	<u>1.54×10^3</u>				(6)
				1.5534×10^1				389
Acetate	4	6.855×10^{-3}		1.46×10^{-2}		18 000	123	263
Zanahoria	4	3.895×10^{-2}		8.295×10^2		1 600	62	133
Cebolla	4	3.895×10^{-2}		8.295×10^{-2}		2 200	86	182

Quadro. #75 (Continuación)

Materia Prima y Insumos Auxiliares	Para el Producto	Ton.		Costo (\$ M. N.) Tonelada	Costo Total (\$ M. N.)	
		Ton. de Materias Primas	Ton. de Productos Terminados		Costo Ton de Materias Primas	Costo Ton. de Producto Terminado.
Chile	4	1.9×10^{-2}	4.046×10^{-2}	7 500	143	303
Ajo	4	7.819×10^{-2}	1.665×10^{-2}	19 000	149	316
Tomillo	4	3.173×10^{-4}	6.757×10^{-4}	11 000	3	7
Laurel	4,6	3.775×10^{-4}	Prod. (4) 6.757×10^{-4} (6) 1.74×10^{-4} 8.497×10^{-4}	8 000	3	Prod: (4) 5 (6) 2 7
Mejorana	4	3.173×10^{-4}	6.757×10^{-4}	11 000	3	7
Pimienta	4,5,6,	1.343×10^{-4}	(4) 4.41×10^{-5} (5) 2.28×10^{-4} (6) 5.72×10^{-5} 3.293×10^{-4}	35 000	5	(4) 2 (5) 8 (6) 2 12
Gomino	4	4.2085×10^{-6}	8.96×10^{-6}	48 000	1	1
Clave	5,6	1.351×10^{-4}	(5) 2.28×10^{-4} (6) 1.74×10^{-4} 4.02×10^{-4}	200 000	1	(5) 1 (6) 1 2
Orégano	5	7.29×10^{-5}	2.28×10^{-4}	25 000	2	6
Semilla de mostaza	5	7.29×10^{-5}	2.28×10^{-4}	15 000	1	3
Canela	6	6.025×10^{-4}	1.74×10^{-4}	300 000	18	5

Quadro # 75 (FINALIZA)

Insumos Auxiliares	Para el Producto	No.		Precio (\$ M.N.) Miller	Costo (\$ M. N.)	
		Ton. de Materia Prima	Ton. Producto Terminado		Costo	
					Ton. De Materia Prima	Ton. Producto Ter.
Frascos de 222 cm ³ de 7.5 cm. de altura x 7.8 cm. de diámetro.	3,4,5,6	7067	Prod. (3) 3215 (4) 5555 (5) + 5415 (6) <u>5415</u> 19600	710	5018	Prod. (3) 2283 (4) 3944 (5) + 3845 (6) <u>3845</u> 13917
Etiquetas de 10 cm x 5 cm de 3 colores	3,4,5,6,	7067	(3) 3215 (4) 5555 (5) + 5415 (6) <u>5415</u> 19600	65	459	(3) 209 (4) 361 (5) + 352 (6) <u>352</u> 1274
Onjas de cartón de 56 cm. x 25 cm. x 16 cm.	3,4,5,6,	196	(3) 89 (4) 154 (5) + 151 (6) <u>151</u> 545	3 500	686	(3) 312 (4) 539 (5) + 529 (6) <u>529</u> 1909

Cuadro No. 77

Mazo de Obra Indirecta para Tuna Cardona

Tipo de Trabajador	Cantidad de Producción Máxima	Salario \$(M.N) Día x Persona	Salarios Totales (M) Día
Gerente de Producción	1	333.35	333.35
Gerente de Manteni- miento	1	333.35	333.35
Técnico Laboratorista	1	99.20	99.20
Oficial Electricista	2	85.70	171.40
Supervisor	2	83.30	166.60
Operador de Montacarga	1	83.30	83.30
Almacenista	3	79.20	273.60
Velador	1	77.60	77.60
Total Diario			1502.40

Cuadro No. 78

Mano de Obra Indirecta para Tuna Xoconoztle

Tipo de Trabajador	Cantidad de Producción Máxima	Salario \$(M.N) Día x Persona	Salarios Totales (M) Día
Gerente de Producción	1	333.35	333.35
Gerente de Mantenimiento	1	333.35	333.35
Técnico Laboratorista	1	99.20	99.20
Oficial Electricista	2	85.70	171.40
Supervisor	2	83.30	166.60
Operador de Montacarga	1	83.30	83.30
Almacenista	3	79.20	237.60
Velador	1	77.60	77.60
Total:			1402.40

Agua y Vapor

El m³ de agua se paga a \$ 0.9 (M.N.)

Para el vapor se considera en este inciso sólo el consumo
gua mensual.

Electricidad

Se calcula considerando un 0.4 % de las ventas totales
sales.

Diesel

Se utiliza en la caldera y su costo es de \$ 0.8 (M.N.)/l.

Mantenimiento

Se considera un 1.5 % anual sobre el costo del equipo.

Laboratorio

Durante los meses de procesamiento de tuna cardona se con
ra un 0.28 % del costo de la materia prima.

En los meses de procesamiento de la tuna xoconoztle se con
ra un 0.96 % del costo de la materia prima.

Depreciación

Se calcula un 10 % anual sobre el costo de la maquinaria
instalación y un 5 % anual sobre el costo del terreno.

Primas de Seguro sobre Planta

Es un 3 % anual sobre el activo fijo.

Gasto de Administración

Se considera un 2 % sobre ventas totales mensuales.

Impuesto Prediales

Es el 1 % anual sobre el costo del terreno.

Seguro y Prestaciones.

Es el 20 % sobre gastos de mano de obra directa, indirecta
bre gastos de administración.

Cuentas Incobrables.

Es el 1 % sobre ventas totales mensuales.

20.- Impuesto Sobre Ingresos Mercantiles.

Se considera un 4 % sobre ventas totales mensuales menos lo correspondiente al ingreso por el aguardiente de tuna cardona que indica en el inciso No. 21

21.- Impuesto Federales y Locales Sobre Producción de Alcohol

Es \$ 0.9 (M.N.)/750 ml. de aguardiente para el Impuesto Federal y 0.9 (M.N.)/750 ml. para el local, haciendo un total de \$ 1.8 (M.N.) por botella con aguardiente de tuna cardona.

22.- Gastos de Ventas.

Se consideran el 3 % sobre las ventas totales mensuales.

Estado de Pérdidas y Ganancias

Términos Utilizados en las Tablas No. 80, No. 81 y No. 82

- 1.- Ventas = Ventas totales anuales
- 2.- Costos de producción = costos totales anuales - (gastos de administración + gastos de ventas).
- 3.- Gastos administrativos = Gastos de administración + impuestos prediales + seguros y prestaciones + cuotas incobrables + impuestos sobre ingresos mercantiles.
- 4.- Gastos de ventas = Gastos de ventas anuales.
- 5.- Depreciación = Operación anual
- 6.- Utilidad anual antes de impuestos = ventas - (gastos totales anuales + depreciación).
- 7.- Impuestos sobre la renta y reparto de utilidades = utilidad anual antes de impuestos entre dos.
- 8.- Utilidad neta anual = Utilidad anual antes de impuestos - impuestos sobre la renta y reparto de utilidades.
- 9.- R. O. I. = Recuperación de la inversión.

$$R.O.I. = \frac{U.N.A.}{I.I.} \times 100$$

U. N. A. = Utilidad neta anual.

Inversión inicial = Activo fijo + diferencia de ingresos y egresos con signo negativo.

$$I.I. = \$ 1\ 662\ 700$$

Tabla No. 80

Estado de Pérdidas y Ganancias para el Año 1977.

Ventas	3 213 444		
- Costos de Producción	4 677 403		
- Gastos de Administración.....	479 323		
- Gastos de Ventas	<u>122 594</u>		
	5 279 320 ..	-	<u>5 279 320</u>
			<u>2 065 076</u>
Depreciación.....	416 520 ..	-	<u>416 520</u>
			<u>2 481 596</u>
Utilidad Anual Antes de Impuestos.....			
Impuestos Sobre la Renta y Reparto de Utilidades			
Utilidad Neta Anual.....		2 481 596	
R.O.I.			

Tabla No. 81

Estado de Pérdidas y Ganancias para el Año 1978.

Ventas	10 510 473		
- Costos de Producción	6 363 865		
- Gastos de Administración.....	1 076 680		
- Gastos de Ventas	<u>318 215</u>		
	7 758 760 -		<u>7 758 760</u>
			<u>2 751 713</u>
Depreciación.....	416 520	-	<u>416 520</u>
Utilidad Anual Antes de Impuestos	2 335 193		
Impuestos Sobre la Renta y Reparto de Utilidades	1 167 597		
Utilidad Neta Anual.....		1 167 596	
R.O.I.			17 %

Tabla No. 82

Estado de Pérdidas y Ganancias para el Primer Semestre del Año
de 1979.

Ventas		5 610 993	
- Costos de Producción	3 921 595		
- Costos de Administración.....	588 166		
- Gastos de Venta.....	<u>168 430</u>		
	4 678 192 ..	-	<u>4 678 192</u>
			932 801
Depreciación	416 520 ..	-	<u>416 520</u>
Utilidad Anual Antes de Impuestos.....		516 281	
Impuestos Sobre la Renta y Reparto de Utilidades		258 141	
Utilidad Neta Anual.....		258 140	
R.O.I.		2.67	%

CAPITULO No. 14

CONCLUSIONES

Conclusiones

De los análisis bromatológicos realizados en las dos variedades estudiadas, se encontró que los componentes principales monosacáridos en la tuna cardona (10.4 % B.H.) y el ácido cítrico en la tuna xoconoztle (2.3 % B.H.).

Al comparar los resultados de los análisis efectuados en tuna cardona con los informados con anterioridad, se observa que sólo el contenido de grasa resultó menor (3.2 % - 4.6 % en este trabajo y 11.5 % - 20 % B.H. en los anteriores).

Se hicieron pruebas de conservación a diferentes temperaturas con la tuna cardona de madurez óptima encontrando que la vida de anaquel máxima fue de 12 °C, durante en buenas condiciones por un lapso de 38 días. Para la tuna con madurez incipiente la temperatura óptima de almacenamiento fue de 20°C, con un período de conservación de 74 días. Esto indica que no es necesario utilizar sistemas de refrigeración en zonas rurales para guardarlas.

Como era de esperarse, la tuna cardona de madurez incipiente no maduró a ninguna temperatura estudiada, lo que se consideró normal por tratarse de un fruto no climatérico.

*De acuerdo con los resultados obtenidos en la determinación de pectina de la tuna cardona, se observó que existe una menor cantidad de ésta en el mesocarpio (0.508 % B.H.), que en el endocarpio (0.05 % B.H.). Comparando con las fuentes más comunes de pectina, como la de membrillo (4.19 % B.H.) o manzana (0.75 - 0.18 % B.H.) y por las pruebas de calidad efectuadas se concluyó que carece de interés industrial.

El jarabe obtenido a partir de la tuna cardona tiene un atractivo color rojo y una concentración de azúcar de 57 %. Debido al ligero sabor a yerba no se recomienda utilizarlo.

lo en la fabricación de néctares y mermeladas, si no es combinándolo con otras frutas. Desde el punto de vista industrial, su obtención es sencilla y económica; además, por su contenido de acidez de 0.28 % y sólidos solubles de 63 %, es un producto que no requiere métodos de conservación muy drásticos.

El producto resultante por fermentación alcohólica de la tuna cardona presenta una composición muy diversa. Por ese motivo no es conveniente aprovecharlo como bebida para consumo directo, como en el caso del pulque. Pero sin embargo se puede obtener un aguardiente con buenas posibilidades de industrialización ya sea sólo o como base para la preparación de diversos licores.

Para que la destilación separe perfectamente la fracción correspondiente a un aguardiente de buena calidad, se tuvo que diseñar una torre de 5 platos reales aumentando mucho los costos. Otros factores que incrementan los costos son el bajo rendimiento de alcohol (5.25 % v/v en la fermentación) y el tiempo de añejamiento que es de un año, lo que retarda el inicio de las ventas. Como la época de cosecha de la tuna cardona abarca cuatro meses, en el resto del año puede aprovecharse el equipo de destilación para maquilar diversos productos de fermentación.

La mermelada de tuna xoconoztle tuvo muy buena aceptación debido a sus características organolépticas como el color, sabor y textura. Como su sabor natural no es definido, se le adicionó una pequeña dosis de sabor artificial para resaltarlo.

Otra aplicación de este producto puede ser su utilización como base de otras mermeladas. Su industrialización es fácil, rápida y económica, por no requerir tratamiento térmicos severos.

Los encurtidos de xoconoztle con chile fueron muy bien --

ceptados, debido a su semejanza con productos de gran consumo como chiles y verduras en vinagre. Los costos de producción no son elevados y su preparación es muy sencilla.

Ya que los encurtidos de xoconoztle por fermentación láctica son prácticamente desconocidos, tuvieron una aceptación variable que dependía de los hábitos alimenticios y niveles culturales y socioeconómicos de las personas que los probaron.

Se prefirieron los encurtidos dulces a los salados. Una cualidad que resultó en ambos productos fué su agradable textura.

A pesar de que se requiere un tiempo prolongado de preparación, su costo es muy bajo y su elaboración es muy sencilla.

Debido a su alta acidez (1.62 % B.H.) y a que después de la fermentación ya no contiene azúcares fermentescibles, no requiere ningún proceso de conservación posterior.

Para efectuar el estudio económico se fijó un precio a cada producto, comparandolo con otros similares. De acuerdo al consumo nacional de éstos, se estimó la penetración mensual probable en el mercado, asignandole un porcentaje muy bajo al principio, pero posibilidades de incrementarlo paulatinamente.

La inversión inicial fué alta debido principalmente al costo del equipo industrial. Los estudios económicos se efectuaron a dos años y medio, considerando que en ese tiempo ya se habrá alcanzado la capacidad máxima de producción y podrá trabajar a sus niveles normales considerando el monto mensual de egresos e ingresos el punto de equilibrio de operación se alcanza en el 10º mes.

Se considera conveniente la instalación de una planta rural industrializadora de las tunas cardona y xoconoztle, por muy factible la penetración en el mercado de algunos de los --

productos desarrollados en esta tesis.

Como se requiere de gran cantidad de mano de obra en relación a la capacidad de la planta, se aprovecha la existente en la región, con la cual se cumple uno de los principales objetivos planteados al inicio de esta tesis.

Considerando que la utilización de materia prima es baja en relación a la disponibilidad en la zona de localización, en futuras expansiones sería más conveniente la instalación de — plantas modulares en sitios equidistantes previamente seleccionados con lo que disminuiría el costo de transporte de materia prima y podrían crearse fuentes de trabajo en distintas zonas productoras.

CAPITULO No. 15
BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- Abarca A., M.E.
Estudio de la Tuna para su Industrialización. Tesis Prof.
Escuela de Ingeniería Química, Universidad de Puebla.
Puebla, Pue., México (1971).
- Alford, L.P. y Bangs, J.R.
Manual de la Producción
Unión Tipográfica América
México (1958).
- Amerine, W.V.
The Technology of Wine Making
The Avi Publishing Co., Inc.
Conn., U.S.A. (1960).
- Apelard, J.
Factors Affecting the Sensitivity of Cucumbers to Chilling
Temperatures. Storage of Fruit and Vegetables.
Institute Internacional du Froid
Paris, France (1966).
- Banco de México
La Distribución del Ingreso en México. Encuesta Sobre los
Ingresos y Gastos de la Familia (1968).
- Fondo de Cultura Económica
México (1974).
- Barrientos P., F. El Nopal y Su Utilización en México. Re-
vista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, 26 Dic.
(1965).
- Baumgartner & Hersom.
Canned Foods. An Introduction to Their Microbiology.
J. & A. Churchill
Ltd., England (1956).

- 8.- Bejarano y Almada, A.
Anteproyecto de una Planta para la Elaboración de una Bebida
Enlatada Hecha a Partir de Tuna. Tesis Prof.
Facultad de Química, U.N.A.M.
D.F. México (1973).
- 9.- Bloom, O.T. Machine for Testing Jelly Strength of Glues,
Gelatin, and the Like. U.S. Patent 1540, 979, 9 Jun. (1925)
- 10.- Bongstrom. Principles of Food Science, 2 183 (1963)
- 11.- Buerra R., H.J. et al
Estudio Técnico Experimental Sobre el Aprovechamiento del
Nopal. Tesis Prof.
Facultad de Química, U.N.A.M.
D.F., México (1969).
- 12.- Carr, J.G. et al
Lactic Acid Bacteria in Beverages and Food
Academic Press
London, England (1975).
- 13.- Casares L., R.
Tratado de Bromatología
4a Ed.
Ed. Casares
Madrid, España (1968).
- 14.- Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura. El Nopal Como Fuente de Forraje. Oct. (1969).
- 15.- Coronado P., R.
Estudio Sobre las Plagas del Nopal con Especial Referencia
al Laniferacyclades Druce. Tesis Prof.
D.F., México (1939).
- 16.- Cox, R.E. & Higby, C.H. An Improved Method for Determining
the Grade of Commercial Pectins. Food Manufacture, 19
199-202 (1944).

- .- Desrosier, N.W.
Conservación de Alimentos
2a. Ed.
Compañía Editorial Continental, S.A.
D.F., México (1971).
- .- Diario Oficial, 30 Dic. de 1976
Pags. 37-38, 71-72 (Zona Económica No. 37 Denominada Zaca-
tecas, Resto del Estado.
México (1976).
- .- Faust, A.S.
Principios de Operaciones Unitarias
John Wiley and Sons
N. Y., U.S.A. (1961).
- .- Fuson, Reunold C.
Reactions of Organic Compounds. A Textbook for the Advanced
Student
John Wiley & Sons Inc.
N.Y., U.S.A. (1962).
- .- Hansen, I.A.
Microbiología de las Fermentaciones Industriales
Editorial Acribia
Zaragoza, España (1959).
- .- Hernández, M. et al
El Valor Nutritivo de los Alimentos Mexicanos. Tablas de
Uso Práctico.
3a. Ed.
División de Nutrición, Instituto Nacional de la Nutrición.
D.F., México (1960).
- .- I.F.A.C. Famille des Cactacées. Fruits. Fruit d'Outre Mer,
27 [23] 201 (1972).

- 24.- Jelly, William L.
The Chemistry of the Non-Metals.
Prentice-Hall, Inc.
New Jersey, U.S.A. (1966).
- 25.- Joslyn, M.A. & Phaff, H.V. Recent Adevances in the Chemistry of Pectic Substances. Wallerstein Laboratories Communicat - ions , 10 [29] 29 (1947).
- 26.- Kern, D.Q.
Procesos de Transferencia de Calor
5a. Impresión
Compañía Editorial Continental S.A.
México (1972).
- 27.- Kertesz, Z.I.
The Pectic Substances
Interscience Publishers Inc.
N.Y., U.S.A. (1951).
- 28.- Kuang, H.T. Decolorization of Anthocyanins by Fungal Enzy - mes. Agr, Food Chem., 3 [141] (1955).
- 29.- Lawrence, W.J.C. et al. Asorucy of the Anthocyanins. Bio - chem. J., 32 [1661] (1938).
- 30.- Leal A., M.A.
Métodos Coparativos para la Determinación de Aldehídos en Muestras de Alcoholes y Destilados. Tesis Prof.
Escuela Nacional de Ciencias Químicas. U.N.A.M.
D.F., México (1958).
- 31.- León Herrera S.
Apuntes de la Clase de Análisis de Alimentos
Escuela de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacio - nal.
D.F., México (1974).

- Lozano G.,M.
Contribución al Estudio e Industrialización del Nopal ---
(Opuntia spp.). Tesis Prof.
Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro"
Buensvista, Coahuila, México (1958).
- Mabry, I.M. et al. the Bethacyanins and Their Distribution
Phytochemistry, 2 61 (1963).
- Marroquín J.,S. et al
Estudio Ecológico Dasonómico de las Zonas Aridas del Norte
de México
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Subsecre
taría de Recursos Forestales y de Caza, S.A.G.
México (1964).
- Martinez M.,L.
Estudio del Nopal Rastrero Forrajero y del Nopal Frutal,
Opuntia spp.
Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro" e Instituto
Nacional de Investigaciones Agrícolas de la S.A.G. México.
- Mc Cready & Owens,H.S.
Pectin-A Product of Citrus Waste. Economic Botany, 8 [1]
29 (1954).
- Merck Index
6 th Ed.
New Jersey, U.S.A. (1952).
- Meyer,L.H.
Food Chemistry
Reinhold Publishing Co.
N.Y.,U.S.A. (1969).
- Michaud, A. Añejamiento de Brandies. Ponencia en el Ier.
Congreso Nacional Vitivinícola. D.F., México (1973).

- 40.- Minale, L. et al. Pigments of Centrospermae VI. *Phytochemistry*, 5 1037 (1966).
- 41.- Molinas, M. y Duran, S.
Frigoconservación y Manejo. Frutas, Flores y Hortalizas.
Ed. A.E.D.O.S.
Barcelona, España (1970).
- 42.- Morris, T.N.
Principles of Fruit Preservation
2 nd Ed.
D. Van Nostrand Co., Inc.
N.Y., U.S.A. (1947).
- 43.- Nueva Enciclopedia Sopena
Tomo Segundo
Editorial Ramón Sopena, S.A.
Barcelona, España (1961).
- 44.- Official Methods of Analysis of the Association of Official
Analytical Chemists
11 th Ed.
Washington D.C., U.S.A. (1970).
- 45.- Ortuño Hernández, T.
Aportación al Estudio de la Goma del Nopal. Tesis Prof.
Facultad de Química, U.N.A.M.
D.F., México (1951).
- 46.- Oviedo
Historia General y Natural de las Indias
Tomo III, Libro XXV, Cap. IV
- 47.- Palacios Ll., H.
Fabricación de Alcohol
Salvat Ed., S.A.
Barcelona, España (1956).

- Paredes L., O. y Burgos, R.
Estudio para el Enlatado de Jugo de Tuna. Tecnología de Alimentos, 8 [5] 237 (1973).
- Parker, E.M.
Food Plant Sanitation
Reinhold Publishing Co.
N.Y., U.S.A. (1962).
- Pelaez Sastre, F.
Estudio de Factibilidad Económica para la Construcción de una Planta Elaboradora de Acido Tartárico, por el Proceso Neutro a Presión.
Facultad de Química, U.N.A.M.
D.F., México (1976).
- Perry, H.J.
Chemical Engineers' Handbook
P. 10-6
4th Ed.
Kogakusha Co., Ltd.
Tokio (1973).
- Phaff, H.J. & Joslyn, M.A. The Newer Knowledge of Pectic Enzymes. Wallertein Laboratories Communications, 10 [30] 133 Aug. (1947).
- Pharmacopoeia of the United States of America
15 th Rev.
Washington D.C., U.S.A. (1955).
- Piatelli, M. et al. Pigments of Centrospermae I, II, Phytochemistry, 3 307,547 (1964).
- Piña. L.J. Región Productora de Tuna en el Estado de Zaca-tecas. Cactáceas y Suculentas Mexicanas, 15 64 (1970).

- 56.- Poncelis Brambila, P.F.
Estudio de una Columna de Rectificación Intermittente para la Separación de una Mezcla Alcohol-Agua. Tesis Prof. Facultad de Química, U.N.A.M.
D.F., México (1970).
- 57.- Prescott, S.C. & Dunn, C.G.
Industrial Microbiology
3 th Ed.
Mc Graw Hill Book Co., Inc.
N.Y., U.S.A. (1959).
- 58.- Rauch, G.H.
Fabricación de Mermeladas
2a Ed.
Ed. Acribia
Zar., España.
- 59.- Reznik, H. Planta, 49 406 (1957).
- 60.- Sahagún, F.G.
Historia General de las Cosas de Nueva España.
Ed. Porrúa
México (1969).
- 61.- Salle, A.J.
Bacteriología
2a. Ed.
Editorial Gustavo Gili, S.A.
Barcelona, España (1965).
- 62.- Sánchez Marroquín, A.
Introducción a la Microbiología Química.
2a. Ed.
Editorial de la Sociedad Científica de la E.N.C.A.
México (1950).

- 63.- Sawistowski, H. & Smith, W.
 Mass Transfer Process Calculations
 Interscience Pub.
 N.Y., U.S.A. (1963).
- 64.- Sosa Ch, R.-
 Microsporogénesis, Distribución e Importancia Económica
 de Especies del Género Opuntia
 Escuela Nacional de Agricultura, Colegio de Postgraduados.
 Chapingo, México (1964).
- 65.- Spencer, G.L. et al
 Cane Sugar Handbook
 8 th Ed.
 J.W. & Sons., Inc.
 N.Y., U.S.A. (1948).
- 66.- Treybal, Robert E.
 Mass Transfer Operations
 2 th Ed.
 Kogakusha Co., Ltd.
 Tokio, Japan (1968).
- 67.- Triebold, H.O. & Aurand., L.W.
 Food Composition and Analysis
 Van Nostrand Reinhold Co.
 N.Y. (1969).
- 68.- United States International Cooperation Administration
 Pequeñas Fábricas de Conservas
 Editorial Reverté, S.A.
 España (1950).
- 69.- Velázquez C., R.
 Aspectos Ecológicos, Distribución y Abundancia de Opuntia
 streptacanthay Opuntia leucotricha en la Región Arida de

- Zacatecas y San Luis Potosí
Escuela Nacional de Agricultura, S.A.G.
Chapingo, México (1962).
- 70.- Villarreal, A.
Nopal como Forraje para el Ganado. Tesis Prof.
Escuela Nacional de Agricultura
Chapingo, México.
- 71.- Villarreal, F. et al. Estudio Químico Sobre Seis Especies
de Nopal (*Opuntia* spp.). *Ciencias Méx.*, 22 [3] 59 (1966).
- 72.- Weiser, H.H. et al
Practical Food Microbiology and Technology
2nd. Ed.
Avi Publishing Co.
Conn., U.S.A. (1971).
- 73.- Wyler, H. et al. Über Betacyane, die Stickstoffhaltige
Farbstoffe der Centrospermen. *Experientia*, 17 23 (1961).
- 74.- York, G.K. Tratamiento de Vinaza. Ponencia en el Primer
Congreso Nacional Vitivinícola. D.F., México (1973).

SE
IMPRIMIERON
EN
"EDICIONES I S L A S"
TORRES ADALID 1228-5
MEXICO 12, D. F.
TELEFONOS:
523-33-13 Y 523-58-56
5 0
EJEMPLARES
AÑO
1977

~~7-8~~

15-14

17, 27, 22, 26, 27, 44, 45

49, 59-61, 70, 71, 87, 91

