

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE QUIMICA**

ANTEPROYECTO PARA LA INDUSTRIALIZACION  
DEL ACHRAS SAPOTA L. (CHICOZAPOTE) EN EL  
ESTADO DE CHIAPAS.

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**I N G E N I E R O Q U I M I C O**  
P R E S E N T A

**ROBERTO FOURZALI MOISES**

MEXICO, D. F.

1 9 7 5



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

CLASE TESIS  
ASE \_\_\_\_\_  
FECHA 1975  
PROC M.T 109  
S \_\_\_\_\_



QUIMICA

Jurado asignado originalmente según el tema.

PRESIDENTE: NINFA GUERRERO DE CALLEJAS.

VOCAL: ENRIQUE GARCIA GALEANO.

SECRETARIO: JOSE L. PADILLA DE ALBA.

1er. SUPLENTE: RUBEN BERRA GARCIA COSS.

2do. SUPLENTE: MARIO RAMIREZ Y OTERO.

Sitio donde se desarrolló el tema: COMISION NACIONAL DE FRUTICULTURA.

Nombre completo y firma del sustentante: ROBERTO FOURZALI MOISES.

Nombre completo y firma del asesor del tema: ING. ENRIQUE GARCIA GALEANO.

GALIANO

A la memoria de mi madre  
SRA. JUANITA MOISES DE FOURZALI.

A la memoria de mi abuelo  
SR. MIGUEL MOISES HADDAD.

Quienes no pudieron ver culminados sus deseos.

A mi padre  
SR. JAMIL SAADI FOURZALI

Con admiración y respeto.

Con fraternal cariño a mis hermanos  
ROSA LAILA, MARTHA SOAD y  
BARAKAT

Con un profundo y sincero agradecimiento a mis tíos

DR. DAVID MOISES IZA.  
SRA. CONSUELO ZENTENO DE MOISES.  
SRITA. CARMELA MOISES JORGE.  
SRITA. MARTHA MOISES JORGE.

Por su desinteresada y valiosa ayuda en mi formación.

A mis tíos.

NELA, ESTHER, SALIM e IRMA,  
ALEJANDRO y ROSA MARIA,  
ASSEF.

A mis primos.

Agradezco a las siguientes personas e Instituciones

Especialmente a:

Ing. Enrique García Galeano.

Dr. Guido Ribera C.

M en C. Rubén García Coss.

FACULTAD DE QUIMICA DE LA U.N.A.M.  
Departamento de Tecnología de Alimentos.

COMISION NACIONAL DE FRUTICULTURA  
Departamento Agroindustrial  
Representado por el Ing. Napoleón Pérez Camargo.

Departamento de Estudios Económicos  
Representado por el Lic. Roberto Micelli F.

INSTITUTO CENTROAMERICANO DE INVESTIGACIONES  
Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL. Guatemala, C. A.  
Representado por la Lic. María del Carmen de Arreola.

Por su valiosa cooperación en la elaboración de esta investigación.

A mis compañeros.

A mi Escuela.

# I N D I C E

<u>CAPITULO</u>	<u>PAGINA</u>
I. - INTRODUCCION.	1
II. - ESTUDIO BOTANICO.	4
III. - ANALISIS BROMATOLOGICO.	14
IV. - CONSERVACION Y MANEJO.	21
V. - INDUSTRIALIZACION.	32
VI. - DISEÑO.	37
VII. - ESTUDIO ECONOMICO.	54
VIII. - CONCLUSIONES.	65
IX. - BIBLIOGRAFIA.	66
11 GRAFICAS.	
2 DIAGRAMAS.	
1 ESQUEMA.	

## I. - INTRODUCCION

Debido al desarrollo industrial que actualmente se está efectuando en el Estado de Chiapas con la generación de materias primas provenientes de la agricultura, en las zonas del centro y costera del Estado, añadiéndose a esto el descubrimiento de energéticos en la zona norte del Estado, cabe la importancia de contribuir a integrar dicho desarrollo agro-industrial con el estudio de una planta procesadora de frutas tropicales para el sureste del Estado de Chiapas.

El objetivo particular de este trabajo es totalizar el aprovechamiento del árbol *Achras Sapota* Linn. (Chicozapote), que se ha industrializado primeramente por su madera, la cual es dura y durable, de hecho se han encontrado vigas en la construcción de las ruinas de Tikal, Guatemala, C. A., que datan del año 470 a.d. (POPENOE W.).

Otro aprovechamiento del árbol es el látex, el cual fue utilizado primeramente por la Civilización Maya para formar figuras mezclando el látex con sustancias no identificadas, pero no se encuentran datos con precisión respecto a esto, (JIMENEZ L.). Fue hasta mediados del siglo XIX en que la gomorresina tuvo difusión a través de uno de los destierros del General Antonio López de Santa Ana en que el neoyorquino James Adams visualizó lo que sería más tarde una gran industria, (CASTILLO T.M.). De aquí que el látex sea considerado como la materia prima para elaboración del chicle o goma de mascar. (PITTIER).

Respecto al aprovechamiento del fruto en la República Mexicana -cabe decir que únicamente se ha introducido como fruta fresca proveniente en un principio de árboles cercanos a poblados o sobre la orilla de los caminos y actualmente debido a la gran demanda del mercado nacional se han encontrado cultivos exclusivamente con fines frutícolas como es el caso de la zona Costera del Estado de Chiapas, la zona Costera de Oaxaca, Tuxpan, -- Veracruz; Oxctzcab, Yucatán; Chetumal, Quintana Roo; y Campeche, Campeche. (CASTILLO T.M.).

Por otro lado se tienen los trabajos hechos en el extranjero principalmente en Centroamérica, Venezuela, Brasil, Florida, U.S.A. y la India; todos estos países presentan resultados del análisis bromatológico de la fruta. En forma particular se han hecho estudios sobre almacenamiento por refrigeración de fruta verde y madura (ROLZ & AGUIRRE y KENNARD), respecto a la fisiología de la fruta (LAKSHMINARANYANA). No se encontró estudios de preservación de la fruta con recubrimiento de ceras; esto se hará en México a principios del próximo año por medio de la CONACyT en el proyecto de la cera de candelilla aplicada a frutos.

Revisando aspectos referentes a la industrialización se tiene que (CZYHRINCIW N.) de la Universidad de Maracay Venezuela presenta un proceso de industrialización para la obtención de jugos y néctares; el ICAITI - de Guatemala, C.A., cita un estudio de deshidratación de la fruta; (CHE- - MMA, BHAT & NAIK) de la India, país en el que en mayor proporción se ha cultivado este frutal, presentan trabajos referentes a la elaboración de jugos y néctares. En función de la revisión bibliográfica efectuada se plantea

la utilización del chicozapote como materia prima para obtener su mermelada.

El método de investigación desarrollado consistió en la recopilación de toda la bibliografía descrita y que se presenta en los capítulos respectivos, así mismo se trabajó experimentalmente con 2 fines, uno el de comprobar los datos reportados como lo fue en el análisis bromatológico, industrialización; segundo, se trabajó con variedades criollas de fruta a las cuales se les han encontrado propiedades favorables tanto para su comercialización como fruta fresca como para su industrialización como mermelada.

El desarrollo del diseño, así como el estudio económico de la planta estuvo enfocado al procesamiento de varias frutas tropicales y no únicamente al del chicozapote. Esto hace que el alcance del presente trabajo sea breve respecto al aprovechamiento del chicozapote y un poco más amplio al presentarse el estudio de una planta procesadora de frutas tropicales.

## II. - ESTUDIO BOTANICO

### DESCRIPCION BOTANICA. -

El achras sapota L. es un árbol de tamaño bajo a mediano, de 5 - a 20 m. de altura, con el tronco de ramas bajas, áspero, corteza de color - café oscuro y corola globosa o piramidal lentamente foliada. Las ramitas - son simpoidales y portan racimos densos de hojas en sus puntas cortas, li- - geramente engrosadas, oblicuamente erectas. Las hojas son alternas pecio- - ladas, ovadas-elípticas a oblongas-lanceoladas u obtusamente-acuminadas - en ambos extremos, frecuentemente emarginadas, enteras, velludas cuando jóvenes, volviéndose pronto lisas, de color verde oscuro, de 3.5 a 15 cm. - de largo, de 1.5 a 7 cm. de ancho y pinatinervadas; la vena media es pro- - minente por debajo, mientras que las laterales son numerosas, aglomera- - das, paralelas y difícilmente visibles; el pecíolo es delgado, surcado en su lado anterior, pubescente o liso y de 1 a 3.5 cm. de largo. Las flores son - solitarias en axilas con hojas, generalmente colgantes, pequeñas, inodoras, muy velludas y de 1 a 1.5 cm. de diámetro cuando están plenamente exten- - didas; el pedicelo es robusto, redondeado o ligeramente angular, fuerte- - mente velludo, con verrugas y de 1 a 2 cm. de largo: el cáliz está dividido- - profundamente en 6 partes, estando cubiertamente densamente en su exte- - rior con vello de color gris o café y generalmente en 2 secciones: las series interiores de segmentos de color verde claro son más pálidas que las exte- - riores y de forma ovada, obtusa o redondeada y coriácea. La corola es ga- - mopétala, urceolada o campanulada, de color blanco, un tanto mas grande - que el cáliz y dividida en 6 glóbulos más o menos de la mitad del largo del -

tubo: los segmentos son oblongos, iguales, obtusos, erectos y lisos. Hay 6 estaminoides petaloides formando un grupo interno de segmentos; los 6 estambres perfectos que alternan con ellos tienen filamentos cortos, oblicuamente erectos y anteras ovoides-oblongas y de color café amarillento. El ovario es velludo y contiene de 10 a 12 celdas; el estilo se encuentra notoriamente salido de la flor y es subulado. La baya es colgante, variable en cuanto a su forma y dimensiones, globosa, ovoide o elipsoide, con la base redondeada o impresa, el ápice redondeado y coronado por los restos del estilo áspero, escamosa cuando joven, volviéndose densamente escamoso de color café amarillento o rojizo, opaco cuando está maduro, de 3 a 8 cm. ó más de largo y de 3 a 6 cm. ó más de diámetro, la pulpa jugosa, amarillenta, dulce, y sabrosa. Puede haber hasta unas doce semillas, aunque generalmente son de tres a seis, las cuales son oblongas, más o menos de 2 cm. de largo, comprimidas lateralmente, huesudas y de color café oscuro brillante.

La mayoría de los árboles de chicozapote plantados en varios países se han obtenido de semilla, pero se ha hecho una gran cantidad de selecciones clonales. Casi en cada localidad en que el árbol se cultiva, ésta tiene sus propias variedades adaptadas apropiadamente; de aquí que para la elaboración experimental de este trabajo se hayan escogido las variedades BETAWI y RUSSEL las cuales se han llegado a desarrollar perfectamente en el sureste de la República; primeramente en los estados de Campeche y Yucatán para luego ser llevadas al estado de Chiapas, en donde se han obtenido resultados positivos para su comercialización tanto en su cultivo como

en su cosecha. La descripción de estas variedades son las siguientes:

VARIEDAD BETAWI. - Constituye un árbol ampliamente redondeado con hojas angostas, o blongas, agudas brillantes; los frutos cuelgan en racimos de 2 a 4, son grandes ovoides con cáscara delgada, de color café rojizo, — pulpa dulce y conteniendo generalmente de 1 a 2 semillas; sus frutos se — pueden transportar a grandes distancias.

VARIEDAD RUSSEL. - Es un árbol en forma de jarrón cuando joven, vol- — viéndose irregular por el hábito colgante de sus ramas de fructificación; el fruto es cónico redondeado, con el ápice también redondeado; a veces con una ligera depresión en la cicatriz del estilo y ligeramente comprimido en su base, de forma simétrica o casi simétrica, de 7.5 - 10 cm. de largo y — de 7 - 9.5 cm. de ancho; la cáscara es de color café rasposa, con frecuencia con grandes áreas de color café grisáceo, áspera, polvosa; la carne es de color ocre rosado o terracotta, sombreada a verdosa justamente debajo de la cáscara, levemente fragante, con textura granular y de rico sabor — dulce ( Rühle 1951).

NOTA:- En México no existen variedades clasificadas oficialmente, sino tipos criollos que tampoco están clasificados, debido a esto se tomó esta — clasificación provisional, haciendo notar que sólo es válida para la elabora — ción de este trabajo y que se hizo en función de las características de la — fruta y del árbol que la genera.

## CULTIVO DEL ACHRAS SAPOTA. -

Condiciones climatológicas. - De acuerdo con la localidad en la que se cultiva, el chicozapote prospera desde el nivel del mar hasta alrededor de los 2,500 m de altura. Los árboles jóvenes son sensibles al frío y decididamente pueden morir a 1°C, aun cuando las plantas adultas pueden soportar - - 4.5°C durante varias horas recibiendo sólo daños moderados.

Sin tomar en cuenta su tolerancia al frío, el chicozapote es más - - rápido y fructifica mejor en un clima cálido libre de frío y con lluvia bien distribuida todo el año. Sin embargo, los árboles grandes pueden soportar una sequía bastante prolongada sin efectos dañinos, por lo que se les planta en muchas áreas que cuentan con un clima monzónico, particularmente a lo largo de las costas o en las islas. El chicozapote es uno de los pocos árboles frutales que comparativamente se pueden recomendar para las localidades sujetas a - - vientos fuertes, puesto que sus ramas son resistentes y no se rompen tan fá- - cilmente.

El chicozapote requiere un suelo rico, bien drenado para rendir sus máximas cosechas, pero dá cosechas bastante buenas en cualquier tipo de suelo, siempre y cuando el drenaje sea eficiente; se han recomendado las arenas o los limos arenosos para la siembra, aunque el árbol crece notablemente - - bien en piedra caliza prácticamente pura y más o menos igualmente bien en - - las arenas y arcillas poco profundas que están arriba de la piedra caliza. - - También muestra tolerancia considerable a la brisa salada, prosperando bien cerca de las playas.

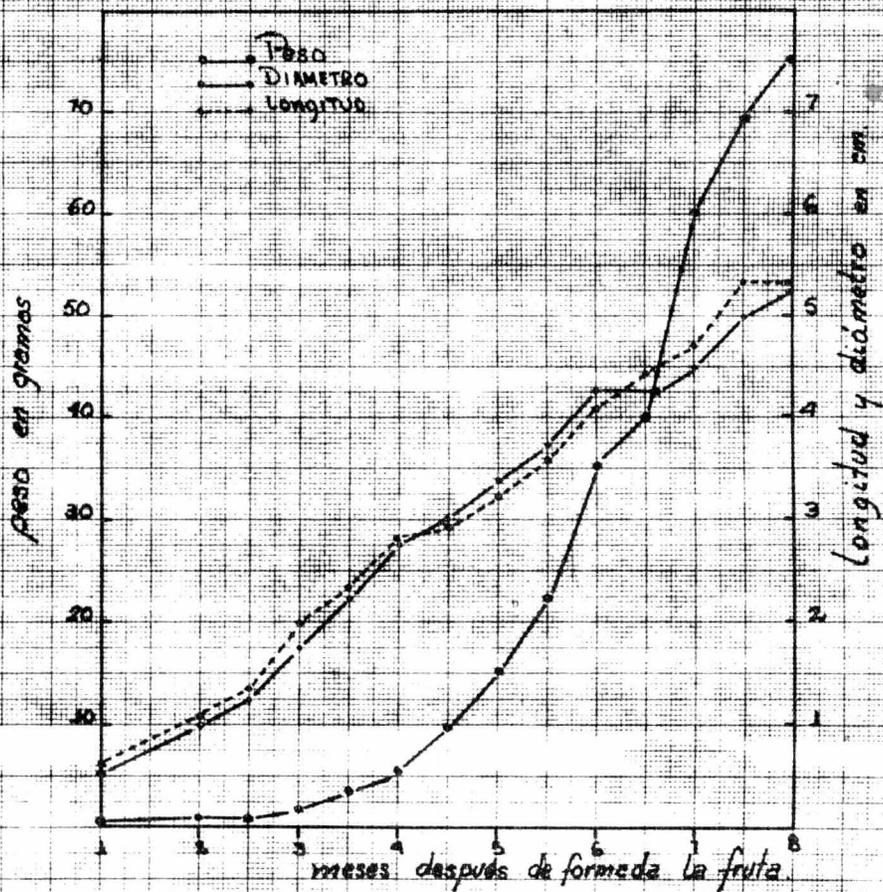
Propagación. - Tal como se mencionó antes, la mayoría de estos árboles, en el pasado se han obtenido de semilla, lo cual hace que varíen grandemente en tamaño, forma y calidad del fruto lo mismo que en su productividad. Por supuesto que ellos son inadecuados para las plantaciones comerciales. La propagación de las variedades mejoradas se puede llevar a cabo por medio de injertos de aproximación, de yema, de escudete, de hendidura, de partidura, lateral, de arco y acodo aéreo (de las ramas bajas colgantes). Ordinariamente las plantas de chicozapote provenientes de semilla se usan como patrones. Las plantas obtenidas de semilla generalmente deben tener de 2 a 3 años antes de que se les considere de tamaño suficiente para injertarlas, aunque experimentos realizados han demostrado que los patrones de 10 a 12 meses de edad con el tallo con un diámetro de más o menos 1 cm. tienen mucho éxito. Las terminales bien desarrolladas o los renuevos que justamente les anteceden, se utilizan como material de injerto. Estos se acondicionan en el árbol progenitor, circundando varias ramas adecuadas de una semana a unos cuantos meses, antes de que se les pueda injertar. Si se desea también las terminales se pueden defoliar cortando los pecíolos a pequeños tocones, una semana o diez días antes de la injertación; o las hojas se pueden eliminar en el momento de hacer el injerto. El patrón también se prepara marcando un corte alrededor del tallo en la corteza, justamente arriba del sitio del injerto. En unos cuantos minutos sale el latex a través del corte y el injerto se puede llevar adelante sin dificultad. Se ha tenido éxito con bandas de hule para injertos, utilizándolas como material de envoltura, aunque también se utiliza mucha tela encerada y tiras de plástico o raffia. Después de que se ha injertado y se ha envuelto firmemente las superficies de corte expuestas se cu-

br̄en con una emulsi3n de asfalto en agua o en cera de injertar. Los injertos generalmente empiezan a desarrollar dentro de unos treinta d̄as y la copa -- del arbolito proveniente de semilla se puede eliminar por entero despu3s de que se ha completado el primer ciclo de crecimiento. Los injertos de 1 3 2 āos est3n listos para pasarse al campo, de acuerdo con la variedad, los' injertos de aproximaci3n requieren de 4 a 12 meses para enraizar y pueden -- producir despu3s de 4 āos. Las variedades bajas que se extienden se pue-- den espaciar m3s o menos con 12 a 14 m. de separaci3n, mientras que las -- formas m3s erectas se deben colocar de 7 a 9 m. de distancia.

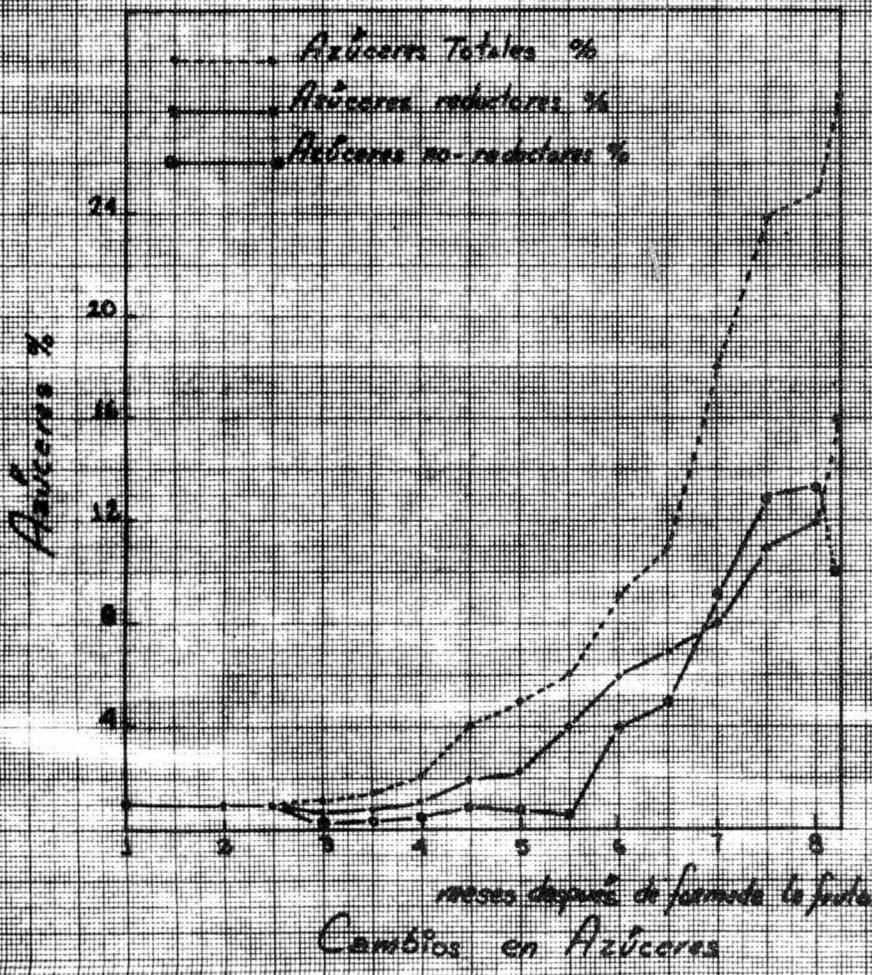
Cosecha. - Los chicozapotes generalmente se comen como una -- fruta postre, los frutos inmaduros tienen un sabor astringente, el cual desa-- parece casi completamente cuando maduran. En su estado 3ptimo, los fru-- tos maduros tienen un aroma delicioso, carne tersa jugosa y un agradable sa-- bor parecido al de la az3car morena. Algunas veces el jugo se convierte en-- jarabe o la pulpa se agrega a la panificaci3n como sabor. Los frutos madu-- ros tambi3n constituyen una mermelada o bebida excelente. Los frutos para el consumo casero se pizcan cuando est3n plenamente maduros y se suavizan hasta una consistencia comestible en el t3rmino de unos cuantos d̄as. Los -- que se han de destinar para su embarque a mercados distantes, se deben cosechar ligeramente inmaduros. Generalmente debe considerarse que la cose-- cha m3s grande de la fruta est3 lista para pizcarse tan pronto como los fru-- tos empiezan a caer del 3rbol. El chicozapote se reconoce como una fruta -- de los tr3picos americanos y ciertamente tiene gran valor comercial con el-- desarrollo de variedades mejoradas, que pueden resistir el transporte a mer-- cados alejados.

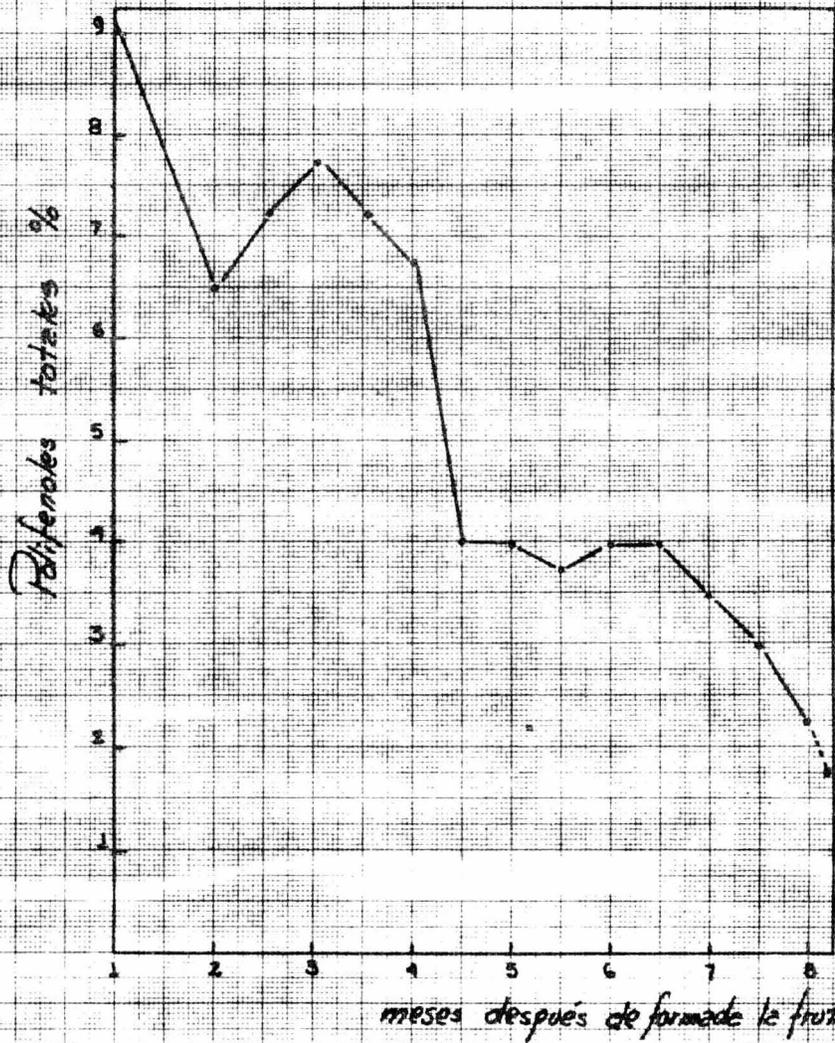
Como datos adicionales en la descripción de esta fruta se puede citar que el chicozapote toma cerca de 8 meses para su desarrollo completo y el crecimiento sigue un patrón propio. El látex aparece al mes de haberse efectuado la fecundación y desaparece durante la maduración. La velocidad de respiración en las frutas es alta durante las primeras etapas y decrece con la madurez progresiva. Las sustancias polifenólicas causa de la astringencia de la fruta, son inicialmente altas pero decrecen continuamente durante el desarrollo de la fruta. La acumulación de azúcares es muy lenta durante los primeros 5 1/2 meses, pero muy alta después de los 7 1/2 meses. La fruta no alcanza el climatérico, mientras está en el árbol. El climatérico ocurre cerca del octavo día después de cosechado, durante el almacenamiento a condiciones ordinarias, como dato complementario se muestra la curva de la respiración obtenida a 22°C, en la cual, el climatérico fue alcanzado al 5° día después de cosechado. El comportamiento de la maduración de la fruta va de acuerdo a la actividad de respiración en el tiempo posterior a la cosecha. El período comprendido entre los 5 1/2 a 7 1/2 meses después de la formación del fruto parece ser la fase activa significativa del crecimiento y está indicada por un aumento máximo en tamaño como también en sus constituyentes químicos. (LAKSHMINARANYANA e ICAITI).

Este resumen de cambios físicos, químicos y fisiológicos se representan gráficamente a continuación.

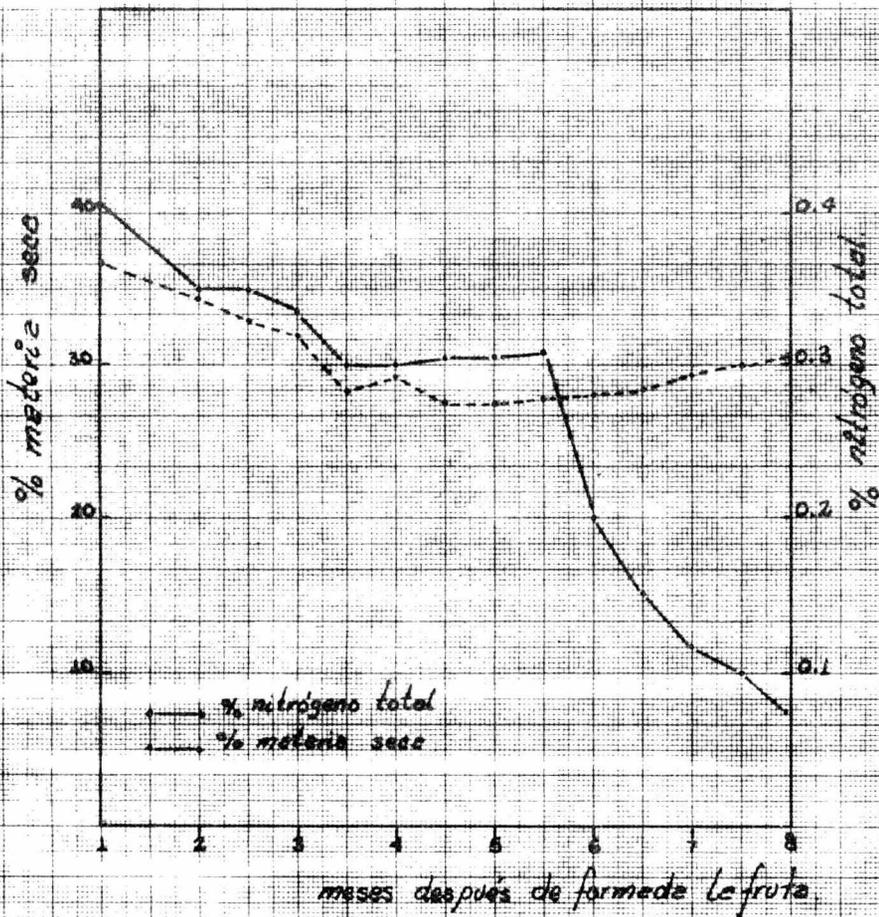


Cambios de la fruta en peso, longitud y diámetro durante el crecimiento.

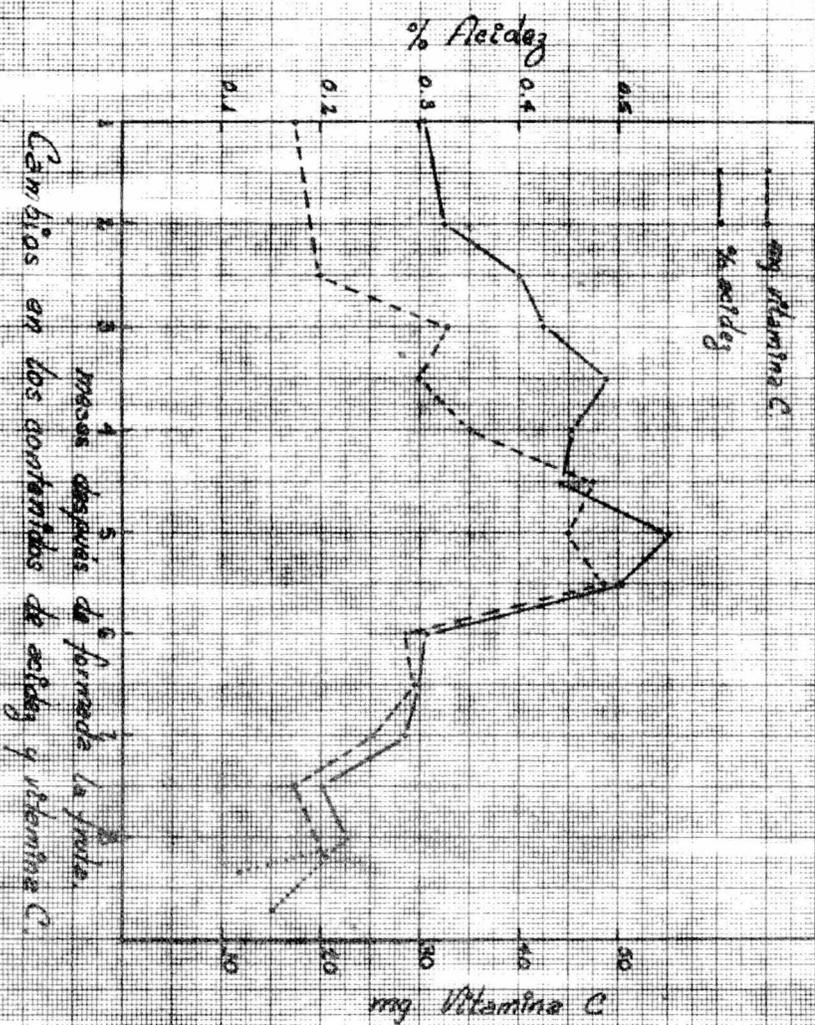




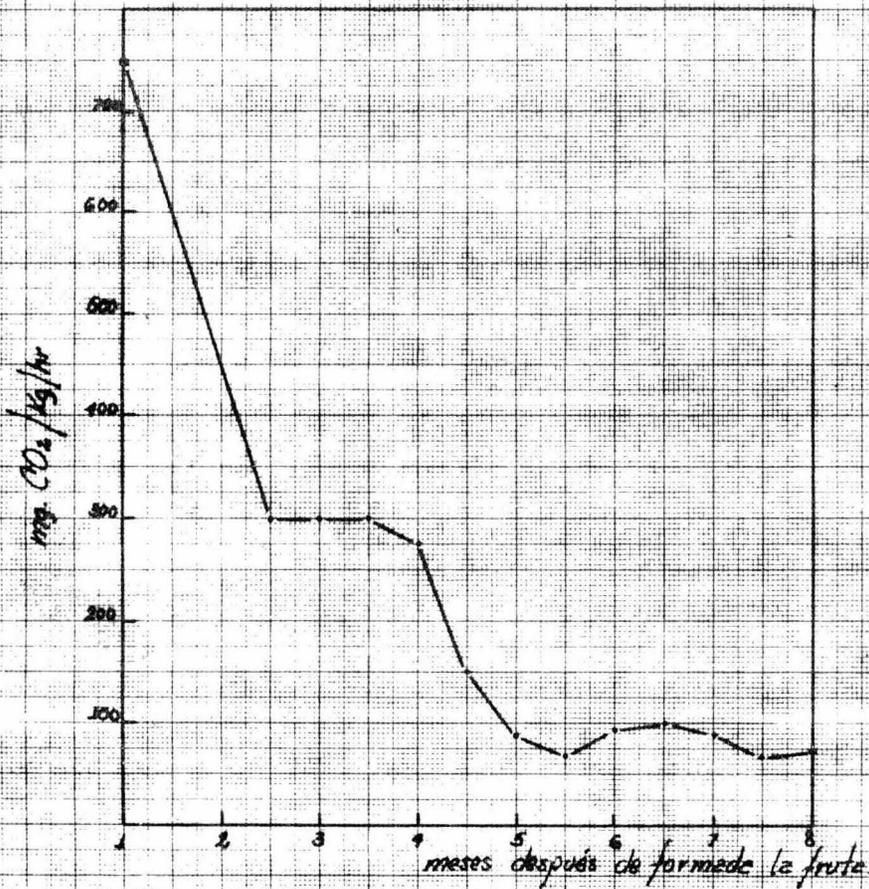
Cambios en los contenidos polifenólicos totales.



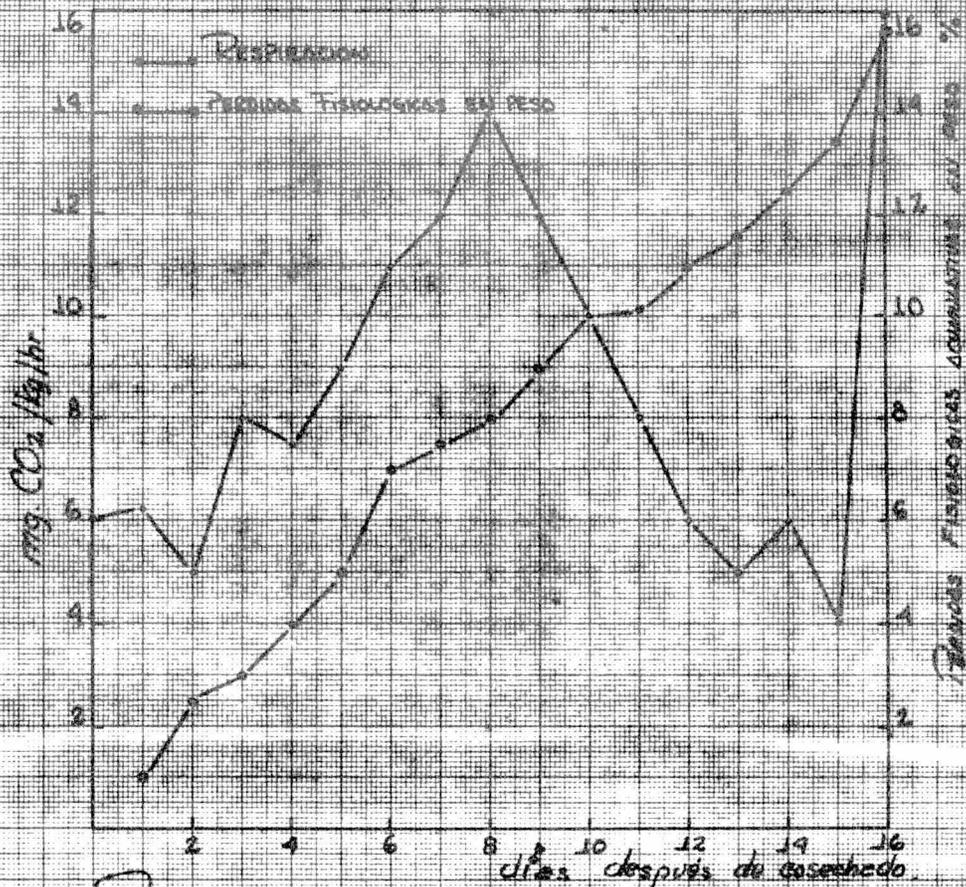
Cambios en el contenido de materia seca y nitrogeno total.



Cambios en los contenidos de acidez y vitamina C.

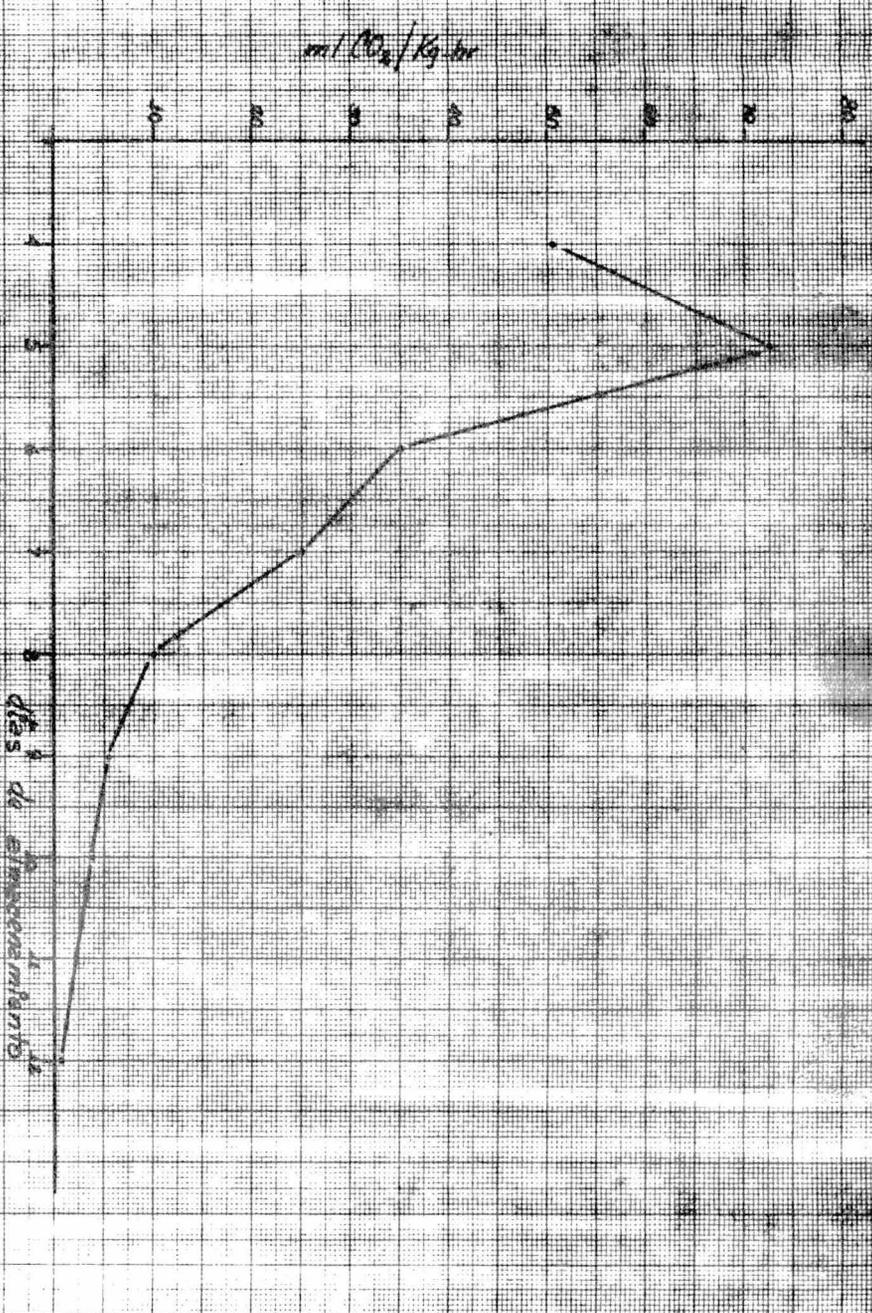


Patrón de respiración de la fruta desde su formación hasta su cosecha.



Patrón respiratorio de la fruta durante la maduración a 24-26°C y pérdidas fisiológicas acumulativas en peso.

Curva de respiración durante el período de maduración a 22°C



## CULTIVO DE LA VARIEDAD BETAWI. -

Propagación. - La propagación es asexual, o sea que se realiza por injerto sobre patrones francos, en este caso sobre plantas de chicozapote provenientes de semilla y de variedades resistentes y originarias de la región (chicozapote cimarrón o de montaña).

La propagación mas comercial de injerto es por aproximación, se escoge este tipo de injerto por ser el más precoz para empezar a producir. El injerto se hace con ramas bien conformadas casi del mismo grueso que el patrón y de fácil acceso, de preferencia que estén floreando o con frutos pequeños.

Almácigas. - Se realizan en bolsas de polietileno usando como materia orgánica tierra y depositando una semilla por bolsa, se debe regar continuamente y tener cuidado de plagas.

No es recomendable hacerlo en forma de cama, porque al sacar la planta se podría reventar la raíz.

Plantación. - Una vez realizado el injerto se procede a transplantarlo a su lugar definitivo: esta transplantación se efectúa en las primeras lluvias del mes de Mayo en agujeros de 50 cm. de diámetro por 50 cm. de profundidad aproximadamente; distanciados 10 m. uno de otro debido a que es una variedad baja y que se extiende. Al realizar el transplante se trata de que el injerto no quede tapado por la tierra o sea que quede por encima de ésta 10 cm. aproximadamente; cuidando tiempo después la eliminación de

brotos sobre el patrón de injerto, para que éste pueda desarrollarse adecuadamente.

Fertilización. - La única fertilización que se aplica a este tipo de árbol es la orgánica, aconsejándose la fertilización química de acuerdo a los resultados que se obtengan del análisis físico-químico del suelo.

Riego. - El árbol prospera con agua de lluvias del mes de Mayo al mes de Octubre; pero para un mejor desarrollo y mayor cosecha se recomiendan riegos auxiliares rodados o por aspersión en los meses restantes.

Labores Culturales. - Tener la plantación limpia de hierbas -- por medio de rastreo y el cajeteado de las plantas.

Cosecha. - Por ser el chicozapote una fruta climatérica, el -- chicozapote madura fuera del árbol, de aquí que se corte según a donde se -- destine la fruta, prácticamente se observó que el climatérico de esta varie-- dad ocurre al décimo día después del corte. (ver gráfica).

Para lugares lejanos al centro de producción, se corta la - - - fruta cuando está sazona, con 3/4 con la pared de la cáscara de color verde, calculando un tiempo óptimo de maduración de 2 a 3 días.

Para lugares cercanos al centro de producción, se corta la fru-- ta cuando está a 3/4 corrido, con la cáscara color café-rosada calculando un tiempo óptimo de maduración de 6 a 8 días.

La cosecha es continua, debido a la floración errática del ár-- bol; aumenta proporcionalmente con la edad de éste. El ciclo de formación de esta variedad está constituido de 8 meses, desde la fecundación hasta el

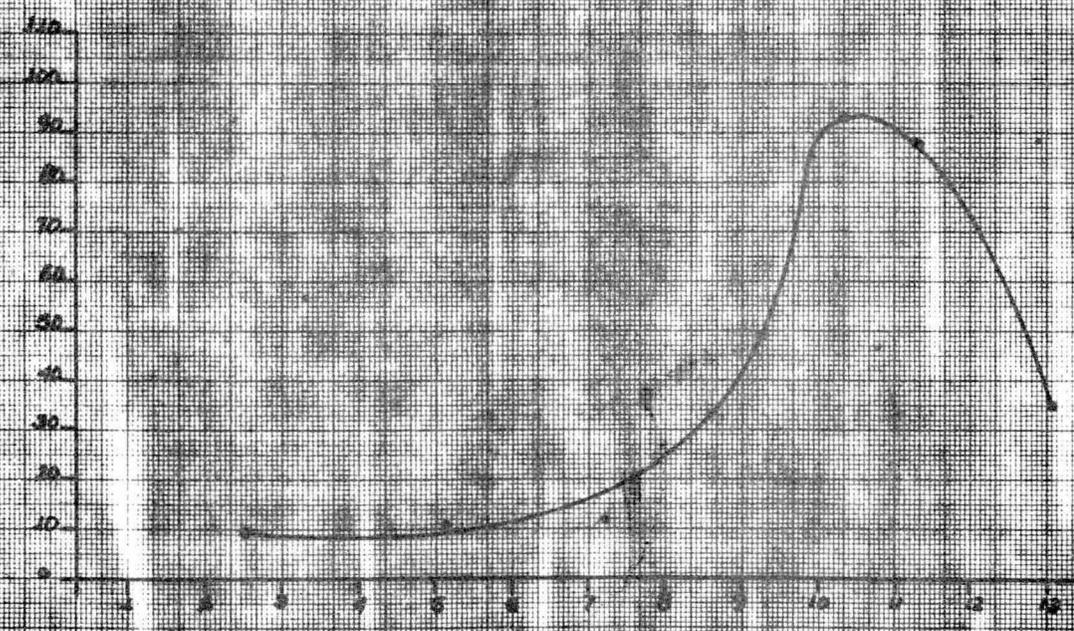
Patrón Respiratorio del Chitoyopato  
Variedad "BETAUS"

Medida de Respiración (ml. CO<sub>2</sub>/seg. lit)

110  
100  
90  
80  
70  
60  
50  
40  
30  
20  
10  
0

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

TIEMPO EN DIAS



máximo crecimiento; aunque prácticamente para los rendimientos del árbol se consideren los 3 últimos meses, los cuales representan el crecimiento -- del fruto solamente. (LAKSHMINARANYANA 1961).

Clima.- Esta variedad se cultiva en el Estado de Chiapas bajo un clima tropical, entre el nivel del mar y 200 m.s.n.m. con una presión entre los 760 y 746 mm.Hg., y con una temperatura que varía entre 25 y -- 35°C, prosperando positivamente hasta la fecha.

Plagas.- Las plagas más comunes son: Barrenador que pupa en los brotes nuevos, medidor, trips y hormigas. La forma de combatirlos es por fumigaciones periódicas cada 15 días por aspersión o espolvoración -- con el equipo adecuado, aplicando los siguientes insecticidas: Paration-Metílico o Malation 1.5 lt. por cada 100 lt. agua.

Folidol al 2%; o Folidol con DDT 2-10 polvo, SEVIN 2.5 kg. por cada 100 lts. de agua.

#### Rendimiento por árbol.

En época seca y con mala floración; 400 chicozapotes/árbol/ciclo.

En época de lluvias y/o con riego en los meses restantes:

mínimo: 700 chicozapotes/árbol/ciclo.

Normal: 900 chicozapotes/árbol/ciclo.

máximo: 1 200 chicozapotes/árbol/ciclo.

El peso aproximado varía de los 125 g./chicoz. a 333 g./chicoz., llegándose a obtener chicozapotes de 860 g.

### III. - ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

#### A). - Análisis Bromatológicos Bibliográficos.

De la información recopilada se encontró que las instituciones que reportan los análisis más completos son en primer lugar el Instituto Centroamericano y de Panamá de la Nutrición y el Instituto Nacional de la Nutrición de México.

Estos análisis los cito a continuación en forma comparativa:

	INN	INCAP-ICNND	(Nº Análisis)
Porción comestible	88 %	62 %	15
Valor energético	76 Cal	94 Cal	—
Humedad	—	75.0 %	12
Proteínas	0.7 g.	0.5 g.	12
Grasas	1.1 g.	1.1 g.	11
Carbohidratos	18.0 g.	23.0 g.	—
Fibra	—	1.6 g.	11
Cenizas	—	0.4 g.	12
Calcio	31.0 mg.	24.0 mg.	12
Fósforo	—	10.0 mg.	12
Hierro	1.49 mg.	1.0 mg.	12
Actividad de Vitamina A	—	10.0 mcg.	12
Tiamina	0.02 mg.	0.01 mg.	12
Riboflavina	0.00 mg.	0.01 mg.	11
Niacina	0.3 mg.	0.2 mg.	11
Acido ascórbico	12.0 mg.	15.0 mg.	12

Esta es la composición por cada 100 gramos de porción comestible (INN y INCAP-ICNND).

NOTA:- Los guiones (—) quieren decir que no se reporta el dato. No quiere decir que sea cero.

B).- Análisis Bromatológico de las Variedades Betawi y Russel.

Estos análisis fueron hechos por el Instituto Centroamericano de Investigaciones y Tecnología Industrial (ICAITI), Guatemala, C. A., a petición propia.

Los resultados se presentan a continuación en forma de tabla y comparativamente.

	BETAWI	RUSSEL
Fecha del análisis	9-7-74	9-7-74
Muestreo	3/4 corridos	3/4 corridos
Peso promedio (g.)	255.80	99.60
Porcentaje de pulpa (%)	89.51	84.34
Porcentaje de semilla (%)	1.01	3.34
Porcentaje de cáscara (%)	9.34	9.64
Dimensiones (largo x diámetro en cms).	9.5 x 7.3	6.02 x 5.4
Textura ( lb/in <sup>2</sup> )		
Con cáscara	20 - 26	23 - 26
Sin cáscara	22 - 25	19 - 21
Grados Brix	20.6	15.7
Vitamina C (mg.%)	85.5	46.90

	BETAWI	RUSSEL
Azúcares reductores (g.%)	5.62	7.38
Azúcares totales (g.%)	14.13	12.34
Humedad (g.%)	77.54	80.89
Ceniza (g.%)	2.93	2.26
Acidez como Ac. cítrico (g.%)	0.095	0.066

La fruta fue cortada el 5-7-74.

	BETAWI	RUSSEL
Fecha del análisis	15-7-74	15-7-74
Aspecto	Maduro	Maduro
Peso promedio (g.)	175.87	86.01
Porcentaje de pulpa (%)	89.76	90-79
Porcentaje de semilla (%)	0.86	1.33
Porcentaje de cáscara (%)	9.39	8.23
Dimensiones: (largo x diámetro en cms.)	9.5 x 6.6	6.9 x 5.8
Textura (lb/in <sup>2</sup> )		
Con cáscara	3	3
Sin cáscara	3	3
Grados Brix	15.7	17.7
Vitamina C (mg.%)	No dio lectura	No dio lectura
Azúcares reductores (g.%)	9.89	6.40
Azúcares totales (g.%)	12.98	11.24
Humedad (g.%)	77.69	76.30
Ceniza (g.%)	3.33	1.54

	BETAWI	RUSSEL
Acidez como Ac. cítrico (g.%)	0.063	0.038

La fruta fue cortada el 5-7-74.

	BETAWI	RUSSEL
Fecha del análisis	23-7-74	23-7-74
Aspecto	Sobremaduro	Sobremaduro
Peso promedio (g.)	163.68	64.73
Porcentaje de pulpa (%)	89.16	87.98
Porcentaje de semilla (%)	1.56	5.46
Porcentaje de cáscara (%)	9.27	10.41
Dimensiones: (largo x diámetro en cms).	8.53 x 6.1	4.87 x 4.55
Textura ( $lb/in^2$ )		
Con cáscara	3	3
Sin cáscara	3	3
Grados Brix	—	—
Vitamina C (mg.%)	No dio lectura	No dio lectura
Azúcares reductores (g.%)	7.17	9.67
Azúcares totales (g.%)	1.79	3.49
Humedad (g.%)	76.01	79.17
Ceniza (g.%)	4.72	3.47
Acidez como Ac. cítrico (g.%)	0.145	0.077

La fruta fue cortada el 5 - 7 - 74.

NOTA:- Los guiones (—) quieren decir que no se reporta el dato. No quiere decir cero.

NOTAS GENERALES. -

- 1.- El peso promedio fue sacado del peso de 5 frutos por análisis.
- 2.- La textura fue medida en un texturómetro de marca Magnus Texter, que expresa la textura en libras/pulg. cuadrada; siendo su rango de operación de 0 a 30 lbs/in<sup>2</sup>. Abajo del valor de 3 se considera una textura sumamente aguada.
- 3.- La muestra fue preparada primero pesando la fruta, luego se lavó y se le quitaron las cáscaras y semillas. La pulpa se picó para reducirla a pedazos pequeños que después se licuaron.
- 4.- La vitamina "C" fue determinada por el método de extracción - - Indofend-xileno. Este procedimiento está basado sobre la decoloración cuantitativa del 2,6 diclorofenolindofenol por el ácido ascórbico. El exceso de color se extrae con xileno y se mide en un colorímetro. En ausencia de materiales que interfieran; el aumento de ácido ascórbico presente en la muestra es proporcional al aumento de color decolorado. (MYER, 1966).
- 5.- Los azúcares totales fueron determinados por el método de - - - Pucher & Co. El método consiste en la extracción de azúcares solubles de un tejido vegetal seco con 80% de etanol. El residuo de azúcar libre es entonces tratado con una solución de ácido perclórico; el almidón extraído es precipitado con Iodo y el complejo almidón-iodo es descompuesto con un álcali; el almidón liberado es entonces determinado colorimetricamente con el reactivo de antrona. (WHISTER, R.L. 1964).
- 6.- La acidez libre, la humedad y las cenizas fueron determinados por los métodos del A.O.A.C. (11 Ed.) 22.058, 22.013 y 22.020 respectivamente.

C).- Análisis Bromatológico de la Variedad a industrializar.

Estos análisis fueron practicados en los laboratorios de la Comisión Nacional de Fruticultura.

VARIEDAD: BETAWI.

Fecha: 10 días después del corte.

Aspecto: Maduro.

Peso promedio: 172.5 g.

Medidas promedio;

(Largo x diámetro): 8.05 x 4.95 cms.

Porcentaje de pulpa: 83.01%.

Porcentaje de semillas: 0.70%.

Porcentaje de cáscaras: 16.29%.

Porcentaje de pulpa tamizada: 63.94%.

Porcentaje de fibra: 9.20%.

Textura: 170.25 mmHg = 3.29 lb/in<sup>2</sup>.

Grados Brix: = 16.5

Acidez titulable como Ac. cítrico = 0.028 g.‰.

Vitamina "C" = No dio lectura.

Azúcares reductores = 6.94 g.‰.

Azúcares totales = 11.49 g.‰.

Humedad = 76 g.‰.

Cenizas = 1.64 g.‰.

NOTAS.-

1.- El peso y las medidas promedio así como los rendimientos de

pulpa, fibra, cáscaras y semillas fueron determinadas sobre 1.10 Kg. de fruta que fueron constituídas por 7 frutos. La pulpa tamizada y la fibra se obtuvieron a través de un tamiz con la malla de 1 mm<sup>2</sup>.

2.- Las muestras para el análisis fueron tomadas de la pulpa tamizada.

3.- La acidez titulable como ácido cítrico fue determinada según el método oficial 22.058 del A.O.A.C.

4.- La vitamina "C" fue determinada por el método del 2,6 diclorofenolindofenol (A.O.A.C. 39.051, 39.052, 39.054, 39.055).

5.- Los azúcares reductores y totales se determinaron por medio de la oxidación de los azúcares con el licor de Fehling basándose en el método 10.148 del A.O.A.C.

6.- La humedad y cenizas se obtuvieron a partir de los métodos oficiales del A.O.A.C. 22.013 y 22.020 respectivamente.

#### COMENTARIOS.-

Comparando los análisis reportados por el Instituto Centroamericano de Investigaciones y Tecnología Industrial con los obtenidos en los laboratorios de la Comisión Nacional de Fruticultura se encontró una gran similitud entre dichos análisis. La única prueba que reporta una marcada diferencia es la de la acidez titulable esto se atribuye a que la acidez depende del grado de maduración de la fruta.

#### IV. - CONSERVACION Y MANEJO

MANEJO. - Partiendo de la base que el chicozapote se comporta como fruta climatérica y ya maduro es muy delicado en su manejo, debido a su débil cáscara; se aconseja cortarlo cuando la etapa de crecimiento se haya completado y la fruta esté sazona; es decir que las células habrán alcanzado su tamaño máximo y la composición característica de la especie y la fruta es tará en capacidad de madurar si se le separa de la planta.

En forma práctica la fruta se puede cortar cuando está a  $3/4$  ó  $3/4$  corridos esto es, cuando al raspar con la yema de los dedos, la arenilla de la cáscara, ésta cae quedando la cáscara lisa y de color verde pálido o café--según esté la fruta a  $3/4$  ó  $3/4$  corridos respectivamente. En este estado de maduración la fruta es bastante consistente y puede soportar el manejo tanto en el corte como en su transportación al centro de recolección y a la vez al lugar de procesado. El corte se puede efectuar por medio de cuchillas en -- forma de gancho auxiliadas con una bolsa colectora que se unen a una vara -- para cuando el fruto se encuentra en las partes altas del árbol o con la mano según esté el alcance.

La transportación del fruto desde el árbol al lugar de recolección, se hará en cajas de madera (rejas) de 30 ó 33 Kgs. que son de fácil manejo y económicas. Se recibe la fruta, se pesa y se pasa sin seleccionar a la cámara de almacenamiento para controlar su maduración.

ALMACENAMIENTO. - La función de una unidad de almacenamiento de frutas, es proveer un medio ambiente que permita mantener el produc-

to almacenado, tanto como sea posible, sin pérdida de calidad; entendiéndose por calidad una combinación de sabor, aroma, color, textura, contenido de humedad y otros factores asociados con la comestibilidad de la fruta. Un medio ambiente adecuado, puede obtenerse controlando la temperatura, la composición y circulación de la atmósfera de almacenamiento, previendo la contaminación microbiana, etc. El mantenimiento de un ambiente adecuado es complicado, por el hecho de que las frutas consisten de tejidos vivos. Esto significa que las frutas están continuamente generando calor, intercambiando gases por respiración, produciendo compuestos volátiles, etc., procesos que interaccionan y modifican el medio ambiente de almacenamiento y afectan notablemente las actividades metabólicas de la fruta, incidiendo sobre la calidad que pueda obtenerse.

Debido a que se tiene muy poca información acerca de las condiciones de almacenamiento de esta variedad de fruta tropical; cabe hacer la aclaración que los resultados encontrados hasta ahora pertenecen al chicozapote común; no se hicieron estudios de almacenamiento sobre la variedad BETAWI, que la que se piensa industrializar, debido a que no había en existencia una producción tal que permitiera obtener resultados aceptables.

Los estudios realizados de almacenamiento fueron hechos tanto a temperatura ambiente como a bajas temperaturas hasta llegar a encontrar las temperaturas críticas (Ver cuadros), teniendo como conclusiones lo siguiente:

La temperatura crítica varía de 6 a 10°C en donde se encuentra incapacidad para madurar, o aún a 20 días la fruta presenta características físicas y químicas de fruta verde; al colocar esta fruta al ambiente, sin embargo, su madurez fue completamente anormal. Prácticamente se observó una

CHICOZAPOTE VERDE ALMACENADO BAJO REFRIGERACION

Temperatura o C	a	b	c	Color		Observaciones
	Carbohidratos totales, %	Acidez total, %		Exterior	Interior	
20 a 5°C	4.37	.146	29.86	Café	Café blanco	Verde
6 a 20°C	4.42	.092	47.96	Café	Café obscuro	Sobremadura
20 a 8°C	4.60	.111	41.40	Café	Café blanco	Verde
6 a 20°C	4.49	.122	36.71	Café	Café obscuro	Sobremadura

d	e	f
Pectina soluble en agua, mg%	Contenido de metoxilo, mg%	Pectinesterasa U/g N <sub>2</sub> x 10 <sup>3</sup>
255.1	37.86	.169
293.8	23.70	.763
346.3	43.72	.166
634.1	100.13	.751

a Por método de fenol sulfúrico (Hodge y Hofreiter 1962).

b Por método de Jaffé et al (1950).

c Índice A= Carbohidratos totales/acidez titulable como ácido cítrico.

d Determinada por el método de Deshpande (1965).

e Determinada por el método de Deshpande (1965).

f Determinada por el método de Hills y Mattern (1947).

CHICOZAPOTE VERDE ALMACENADO AL AMBIENTE

Tiempo días	a	b	Indice A <sup>c</sup>	Color		Observaciones
	Carbohidratos totales, %	Acidez total, %		Exterior	Interior	
0	3.83	.132	29.12	Café	Café blanco	Verde
5	4.52	.159	28.52	Café	Café blanco	Semimadura
8	5.21	.080	65.54	Café	Café	Madura
14	3.79	.104	36.47	Café	Café obscuro	Sobremadura

d	e	f
Pectina soluble en agua, mg%	Contenido de metoxilo, mg%	Pectinesterasa U/g N <sub>2</sub> x 10 <sup>3</sup>
350.0	36.0	0.200
531.0	49.0	0.454
728.7	115.0	1.385
358.5	53.69	0.835

- a Por método de fenol sulfúrico (Hodge y Hofreiter 1962).  
 b Por método de Jaffé et al (1950).  
 c Índice A= Carbohidratos totales/acidez titulable como ácido cítrico.  
 d Determinada por el método de Deshpande (1965).  
 e Determinada por el método de Deshpande (1965).  
 f Determinada por el método de Hills y Mattern (1947).

inhibición tanto en enzimas como de producción o degradación de compuestos. Más aun, la fruta estaba en un estado de sobre maduración que de ninguna manera se acercaba a los chicozapotes maduros que comunmente se consumen.

Esta fruta madura normalmente entre 6 y 8 días después de ser cortada, subiendo su contenido de azúcares y descendiendo su acidez. La cantidad de pectina soluble aumenta considerablemente y la actividad de la pectinesterasa es máxima en la madurez. (ROLZ C. y AGUIRRE F.- 1971 B).

Métodos de Conservación.- Para el almacenamiento de frutas tropicales, se tienen 3 tipos disponibles; en el presente trabajo se expondrán y analizarán dichos métodos refiriéndolos en su estudio a la conservación del chicozapote.

Conservación a bajas temperaturas (Refrigeración).- El control de temperatura es el factor independiente más importante en las operaciones de conservación. Este método trabaja bajo el principio de que cuanto más alta es la temperatura, mayor es la actividad metabólica de las frutas y menores su vida útil. Esto significa que para extender al máximo el período en el cual la fruta no pierde su calidad, es necesario almacenarlas a las temperaturas más bajas posibles. Sin embargo, con frutas tropicales, a diferencia de las producidas en climas templados, existe un límite mínimo más alto de temperatura, por cuanto son mucho más susceptibles a sufrir daños por frío; es decir, que las temperaturas mínimas permisibles son mayores que las soportadas por las frutas de climas templados. Esto generalmente resulta en períodos de almacenamiento y mercadeo, más costos, o implica la necesidad de utilizar métodos de almacenamiento, más sofisticados que la simple - -

refrigeración.

El almacenamiento en refrigeración es recomendado por varias razones: 1. - Porque reduce la respiración y otras actividades metabólicas; en otras palabras, retarda la maduración. 2. - Reduce la pérdida de humedad, - la cual es una función exponencial de la temperatura, y 3. - Reduce las pérdidas por pudrición de origen microbiano. Para obtener los mejores resultados, es altamente importante que la temperatura de almacenamiento sea constante. En muchos casos, variaciones de 10°C arriba o abajo del nivel requerido son suficientes para ocasionar pérdidas, sea por daños por frío o por aceleración del proceso de maduración.

Otro factor importante, en almacenamiento **refrigerado** y en otros tipos de almacenamiento, es la humedad relativa del aire, que afecta directamente el mantenimiento de la calidad del producto. Si es muy baja, la fruta perderá cantidades excesivas de humedad y como consecuencia se marchitará y arrugará; si es muy alta, podría favorecer la infestación microbiana. El control de hongos es particularmente difícil si la humedad relativa se aproxima a 100%, la cual resulta en condensación de la humedad.

Un aspecto que debe tenerse en cuenta en el diseño de un equipo para almacenamiento refrigerado, es que muchos productos tienen velocidades de respiración mucho mayores que otros, a la misma temperatura. Esto significa que aquéllos requieren mayor capacidad de refrigeración para mantenerlos a una temperatura especificada.

Conservación bajo atmósferas controladas.- El sistema de almacenamiento bajo atmósferas controladas se basa en los efectos que inducen los cambios en la composición de los gases de la atmósfera que rodea la fruta, específicamente de los gases involucrados en el proceso de respiración (oxígeno y dióxido de carbono). El almacenamiento bajo atmósferas controladas puede utilizarse con ventaja en conservación de frutas, especialmente en aquellas con altas temperaturas críticas, ya que permite mantenerlos durante períodos comparables o mayores a los que se obtendrían teóricamente a temperaturas muy bajas y sin el riesgo de los desórdenes ocasionados por éstos. En todos los casos, conlleva una reducción de la concentración de oxígeno o un incremento en la concentración de dióxido de carbono.

Las mezclas óptimas dependen de la especie, variedad localización de la zona de producción, etc.

Existen diferentes técnicas para crear y mantener una atmósfera de la composición deseada. El método más sencillo es permitir que la fruta consuma el oxígeno del aire y genere  $\text{CO}_2$ ; tiene la desventaja de que requiere largo tiempo para generarse y que es sumamente difícil de controlar. Otras técnicas utilizan atmósferas premezcladas, las cuales se hacen circular continuamente a través de las cámaras de almacenamiento. Una variante de esta última, es la utilización de generadores de  $\text{CO}_2$ , en combinación o no con absorbedores de éste, para mantenerlo en el nivel deseado. Otra técnica que está siendo desarrollada, es la utilización de membranas de materiales plásticos que son selectivamente permeables al  $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$ .

Las principales ventajas de almacenamiento en atmósfera controlada pueden sumarse como sigue:

1. Retarda eficientemente la maduración, permitiendo incrementar el tiempo de almacenamiento, sin pérdidas en cuanto a calidad se refiere.
2. Permite almacenar a temperaturas más elevadas, reduciendo los riesgos de daños por frío.
3. Inhibe la síntesis de etileno y otros compuestos volátiles.
4. Puede ser móvil o estacionario.

Por otro lado, es relativamente difícil de controlar, especialmente en atmósferas de bajo contenido de oxígeno, a las cuales se corre el riesgo de producir daños por anaerobiosis. Los factores que deben considerarse para el almacenamiento de frutas bajo atmósferas controladas, son los siguientes:

El producto debe alcanzar un buen precio en el mercado.

La etapa de madurez de la fruta debe estar en capacidad de madurar después de cosechada.

La temperatura debe ser el valor óptimo para la fruta que se desea almacenar.

La humedad debe ser la óptima, que depende de la fruta.

La atmósfera debe ser la óptima, desde el punto de vista de conservación, además, debe ser fácilmente producida y controlada.

La velocidad de flujo de gases debe determinarse cuantos cambios de atmósfera son necesarios.

Almacenamiento bajo vacío.- Este sistema de conservación mantiene los productos a temperatura controlada, en aire humidificado a presiones entre  $1/2$  y  $1/20$  del valor de la presión atmosférica. El método permite regular todos los factores ambientales que causan descomposición y deterioro de calidad, en forma continua, sencilla y automática únicamente por medios mecánicos. En el vacío parcial que se genera bajo el ABV, el dióxido de carbono, el etileno y los subproductos volátiles se difunden rápidamente de los tejidos de la fruta y son arrastrados inmediatamente afuera de la cámara de almacenamiento; además, a la presión de trabajo, la concentración de oxígeno es reducida por el descenso en su presión parcial, lo cual se traduce en la reducción de la intensidad de respiración, con el retardamiento consecuente en el proceso de maduración y de la síntesis de etileno. Las ventajas del sistema de almacenamiento bajo vacío pueden sumarse como sigue:

1. Retarda eficientemente la maduración, permitiendo incrementar el tiempo de almacenamiento sin pérdidas en cuanto a calidad se refiere.
2. Dado que extrae fuera de la cámara de almacenamiento los compuestos volátiles producidos por la fruta, entre los cuales se han encontrado compuestos que contribuyen a los daños por frío, es posible almacenar abajo de la temperatura crítica sin que aquéllos ocurran y con un consiguiente incremento en la vida de la fruta.
3. Dado que las condiciones de almacenamiento se alcanzan en aproximadamente 30 minutos, permite la inspección periódica del producto, carga y descarga, sin causar efectos adversos.

4. Puede ser móvil o estacionario o ambos.
5. Los costos de equipo son relativamente bajos o similares a -- otros sistemas de almacenamiento, y
6. Los costos de operación son mínimos, ya que sólo agua y electricidad son empleados. (ICAITI).

Analizando y concluyendo para cada uno de estos métodos de conservación se tiene que:

1.- El chicozapote posee características muy tropicales, esto es decir, que sólo soporta para su refrigeración una diferencia de temperaturas igual a  $10^{\circ}\text{C}$ ; considerados entre la temperatura del corte y la del almacenamiento, la fruta se corta aproximadamente a  $30^{\circ}\text{C}$  y sólo se puede refrigerar a una temperatura mayor a los  $20^{\circ}\text{C}$  y aun así si se conserva alrede--dor de  $20^{\circ}\text{C}$  se está en peligro (si el corte se hizo ya lograda la fruta o no),-de que la fruta no madure. Aunque en la literatura consultada se haya encontrado una temperatura crítica del chicozapote en la cual hay incapacidad de maduración igual a  $6-10^{\circ}\text{C}$ , prácticamente se encontró esta temperatura crítica igual a los  $12-15^{\circ}\text{C}$ . Este tipo de conservación es difícil de llevarse a acabo, por eso se concluye que la refrigeración inhibe el proceso de maduración de la fruta y por tanto, aunque sea el método más comercial y con mayor experiencia en la conservación de alimentos no es recomendable para esta fruta.

2.- El método de atmósferas controladas, es el más apropiado -por el principio en el cual se basa: al controlar la relación  $\text{O}_2/\text{CO}_2$  y remo-  
ver el etileno producido por la fruta se retarda en forma uniforme y por más

tiempo de maduración. Este tipo de conservación hace necesario el estudio de las atmósferas más adecuadas para el chicozapote y que se conserve la fruta a una temperatura mayor a 17°C; esto implica un mayor costo en comparación al de refrigeración.

3.- El método bajo vacío es similar en principio al de atmósferas controladas y por lo consiguiente adolece de los mismos problemas anteriores; es más costoso, se tiene menos experiencia que en los anteriores y también se tiene que efectuar un estudio de la relación de atmósferas ( $O_2/CO_2$ ) más adecuadas.

Por otro lado se tiene que, actualmente la fruta se conserva al ambiente para su presentación al mercado como fruta fresca. En base a esto se puede pensar en una conservación bajo atmósferas autocontroladas, es decir, la fruta se conserva a temperatura ambiente y envuelta en bolsas de polietileno con o sin agujeros. El chicozapote como todo organismo aeróbico, absorbe oxígeno y produce dióxido de carbono, al estar envuelta. La relación  $O_2/CO_2$  va a ir disminuyendo o se irá retardando la respiración y por tanto retardando la maduración. El envoltente de polietileno podrá tener o no agujeros, eso dependerá si la fruta respire en forma rápida o lenta, si la fruta respira lentamente se puede cerrar la bolsa y no utilizar agujeros; si respira rápidamente o sea conserve gran cantidad de oxígeno, la bolsa necesita agujeros y a la vez, en función de la respiración será el tamaño de los agujeros.

## V.- INDUSTRIALIZACION

Actualmente en la parte Sur del Estado de Chiapas se ha comercializado el cultivo de las 2 variedades analizadas, habiéndose encontrado que por la forma, tamaño y rendimiento de la pulpa, la más viable a industrializar es la variedad BETAWI que permite obtener unos frutos grandes, ovoides, con 1 a 2 semillas y una cáscara delgada, lo cual permitió obtener en las pruebas de rendimiento un resultado de 83% de pulpa que al compararlo con el obtenido en el patrón representativo del achras sapota L. (INCAP-ICNN) resulta representativo ya que este último fue de 85% de pulpa.

Para el presente trabajo sólo se hicieron estudios de industrialización para elaborar mermelada, en base a que es la forma que menos pasos presenta y conserva más el sabor característico de la fruta. Respecto a esto último se ha comprobado que el chicozapote está clasificado como fruta de sabor simple, con un índice de sabor igual a 132 unidades, este índice es en base al contenido de ácido cítrico, taninos, y azúcares totales de la fruta (CZYHRINCIW N.). Esto hace que al diluir el suero de la pulpa y la separación de ésta en la elaboración de jugos y refrescos se pierda el sabor característico de la fruta. Por otro lado tenemos que la constitución arenosa de la pulpa presenta sedimentación, lo cual hace una presentación característica, no deseada y por tanto no comercial.

Respecto a otro tipo de industrialización, el Instituto Centroamericano de Investigaciones Tecnológicas Industriales (ICAITI) ha reportado

que se hicieron ensayos sobre la deshidratación del chicozapote verde y maduro en un secador de planta piloto de gabinete a presión atmosférica, a una temperatura de bulbo seco igual a 60°C, y de bulbo húmedo entre 30 y 40°C, con una velocidad superficial media del aire de 15 m/seg. en las bandejas -- utilizadas.

Las pérdidas por elaboración fueron aproximadamente del 40%, la carga en las bandejas fue de 4.4 kg/m<sup>2</sup> y la humedad inicial de 72.5% al 9%.

Los resultados dejaron mucho que desear, el chicozapote verde -- tiene un sabor astringente y a látex; en el secado de la fruta madura se pierde de bastante el sabor característico y se obtuvo una curva de secado que se -- presenta a continuación.

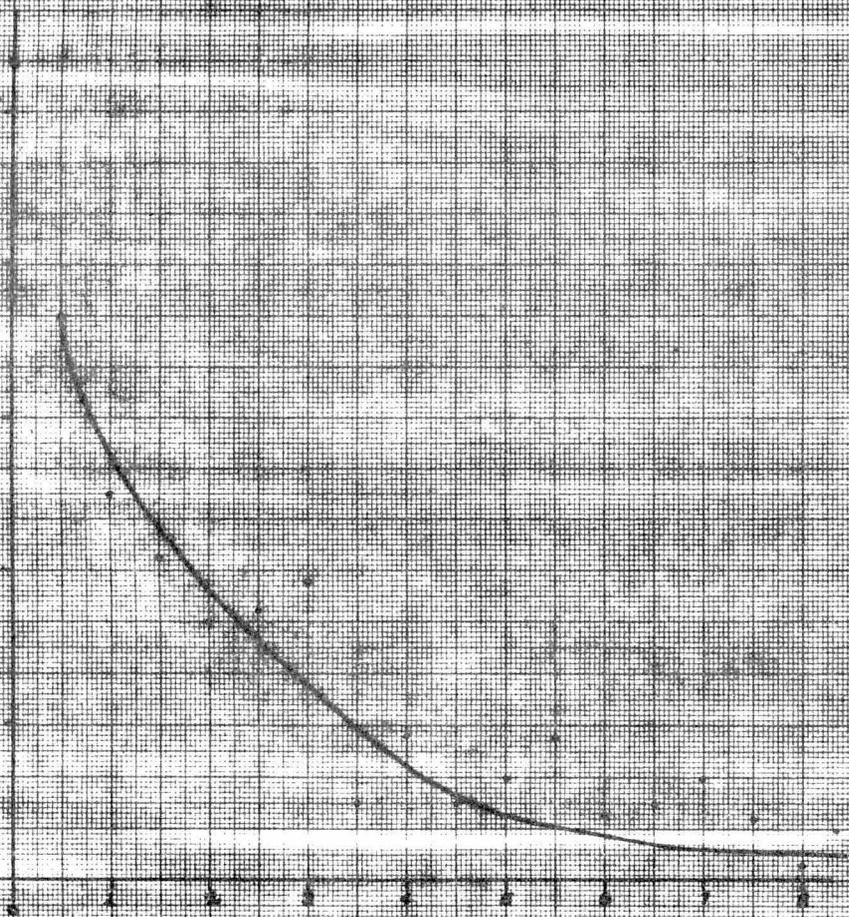
Para poder determinar el proceso a nivel industrial de la mermelada de chicozapote, se hicieron pruebas de laboratorio utilizando el método -- común de fabricación de mermeladas.

Las pruebas se hicieron con el fin de utilizar la pulpa en 2 formas:

- 1.- Como mermelada con sabor natural, adicionándole única-  
mente los conservadores necesarios.
- 2.- Como mermelada base con la adición de saborizantes ar-  
tificiales y conservadores.

El proceso utilizado fue el mismo para los 2 casos y se describe -- a continuación:

Humedad  $\rho$  H<sub>2</sub>O/g material seco



Tiempo de secado (Horas)

Curva de secado del Petros Sepota L. en secciones.

FORMULA. -

Pulpa tamizada de chicozapote.....	500 g.
Azúcar cristalina blanca .....	500 g.
Acido cítrico, solución al 50% .....	2 ml.
Metabisulfito de sodio, sol. al 10%....	0.2 ml.
Benzoato de sodio, solución al 10% ....	8 ml.
Saborizante .....	0.5 ml.

La malla utilizada en el tamiz fue de 1 mm<sup>2</sup>.

Se usaron metabisulfito de sodio y benzoato de sodio debido a que no se esterilizaron los envases.

PROCESO. -

Se mezcla la pulpa y el azúcar en un recipiente de acero inoxidable, se calienta lentamente hasta ebullición y agitando para que no se pegue la pulpa azucarada en las paredes del recipiente cuando se llega a la ebullición se adicionan los aditivos conservadores. Para el caso de la mermelada base se adiciona también el saborizante, luego se envasa en caliente, cerrando herméticamente para provocar el vacío con un enfriamiento lento -- con agua, cuidando de que no se estallen o rompan los envases.

Siguiendo este método se hicieron pruebas, lográndose resultados positivos de color y sabor en la mermelada para los dos casos citados. En base a la técnica usada a nivel laboratorio se ha pensado en una secuencia -- de pasos que se citan en el cuadro a continuación.

# SECUENCIA DE OPERACIONES EN LA OBTENCION DE LA MERMELADA DEL CHICOZAPOTE

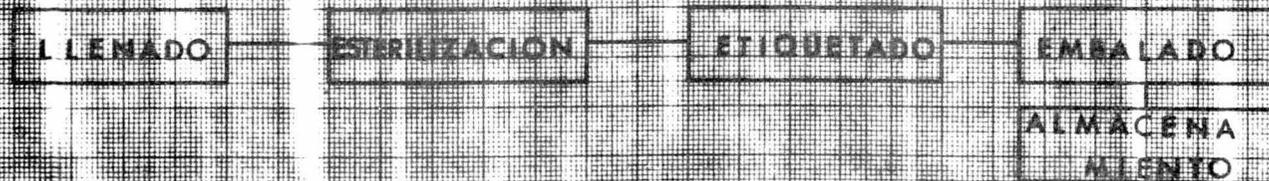
## PREPARACION DE LA FRUTA



## REDUCCION DE TAMAÑO Y FABRICACION



## EMPAQUADO Y ALMACENAMIENTO



Esta secuencia propuesta puede sufrir cambios en las etapas posteriores a la del cocimiento según las siguientes variables.

Si al producto se le añaden los conservadores mencionados no hay necesidad de esterilizar a 100°C, en primer lugar por la temperatura a la cual se envasa (aprox. 90°C), segundo la mermelada lleva ácido cítrico y un 60% de azúcar aproximadamente lo cual inhibe el desarrollo microbiano dentro del producto y permite que los factores de esterilización no sean tan estrictos y tercero como una mayor protección es la adición de conservadores.

Si el producto no lleva conservadores, si es necesaria la esterilización en autoclave, para lo cual la mermelada sería enlatada en caliente -- (85°C aprox) y esterilizada con la lata volteada a 100°C durante 2 horas aproximadamente. Este tiempo se puede reducir utilizando un autoclave rotatorio, repercutiendo esto en el costo del equipo.

Por otro lado este planteamiento teórico lleva modificaciones bastante notorias al llevarlo a la práctica por las siguientes razones:

En base a esto se pensó en hacer modificaciones que permitan industrializar mango, guayaba y papaya, frutas que son de fácil adquisición en la zona por los excedentes que se tienen en la producción. (Ver cuadro de la Producción Frutícola en el Estado de Chiapas).

Las modificaciones serían las siguientes:

Luego de efectuar un lavado con agua a temperatura ambiente en un tanque y transportar la fruta con una banda hacia el molino desmenuzador:

se propone una escalde de la furta en marmitas con calentamiento de vapor a 70°C durante 45 a 60 segundos. Luego se efectuaría la transportación -- por medio de las canastillas de las marmitas a un nivel superior donde se encontraría el molino desmenuzador de martillos. La selección de la fruta se efectuaría en la banda transportadora y en forma manual.

VI. - DISEÑO

DATOS DE DISEÑO. -

a). Pesos y medidas del fruto:

La selección se hizo al azar.

Fruta pesada: 1107.9 g. = 1.10 kg.

Pesos de cada fruto: 221 g., 191.2 g., 152 g., 151.5 g., --  
140.7 g.

Peso promedio del fruto: 172.5 g.

Medidas de cada fruto: Diámetro por longitud (cms.)

6 x 8.25, 4.7 x 8.10, 5.5 x 8.62, 4.7 x 8.70, 4.7 x 7.6, --  
4.8 x 8.2, 4.4 x 6.8.

Medidas promedio del fruto: 4.95 cms. por 8.05 cms.

b). Rendimiento de la producción agrícola:

Se escogieron árboles de 8 años de edad, en los cuales la --  
producción es estable y normal (CHEMMA, BHAT & NAIK).

Peso promedio por fruto: 172.5 g.

Producción normal por árbol: 900 chicozapotes/árbol/ciclo.

Producción mínima por árbol: 400 chicozapotes/árbol/ciclo.

Producción normal en kgs./árbol/ciclo: 155.250.

Producción mínima en kgs./árbol/ciclo: 69.0

Producción normal por hectárea: en base a 100 árboles por  
hectárea, (10 x 10): 15.5 TON/Ha.

Producción mínima por hectárea: en base a 100 árboles por hectárea, (10 x 10): 6.9 TON/Ha.

Por la floración errática del árbol se suponen 2 ciclos por año.

Producción anual mínima por hectárea: 13.8 TON/Ha.

Producción anual normal por hectárea: 31 TON/Ha.

c). Rendimento de la fruta:

Peso de la fruta utilizada: 1 107.9 g.

Peso de las cáscaras: 180.5 g.

Peso de las semillas: 7.8 g.

Peso de la pulpa tamizada en malla de 1 mm<sup>2</sup>: 708.5 g.

Pérdidas por procesado: 109.1 g.

Porcentaje de cáscaras:  $\frac{180.5 \times 100}{1107.9} = 16.29\%$

Porcentaje de semillas:  $\frac{7.8 \times 100}{1107.9} = 7.04\%$

Porcentaje de pulpa:  $100\% - 16.99\% = 83.01\%$

Porcentaje de fibra cruda:  $\frac{102.0 \times 100}{1107.9} = 9.20\%$

Porcentaje de pulpa tamizada:  $\frac{708.5 \times 100}{1107.9} = 63.94\%$

Porcentaje de pérdidas de procesado:  $83.01\% - 73.14\% = 9.87\%$

d). Rendimiento de industrialización:

Utilizando el procedimiento de laboratorio se emplearon - -

1820 g. de pulpa y 1820 g. de azúcar cristalizada blanca, pa

ra formar 3640 g. de producto terminado, que se envasaron en 19.5 frascos con una capacidad de 169.5 g. cada frasco, por lo que el rendimiento de industrialización fue del 90.8% y las pérdidas por procesado del 9.2%.

e). Capacidad de la planta:

La capacidad de la planta para este estudio se puede fijar por 2 métodos:

- 1.- Por medio de un estudio de mercado del producto a lanzar.
- 2.- Y cuando se fija en función a la producción existente de un determinado producto o sea que se toma en cuenta la disponibilidad de materia prima y su incremento en un futuro cercano.

Para el caso particular de este trabajo, la capacidad de la planta se piensa fijar en función no sólo del procesamiento del chicozapote sino de otras frutas que se producen en la zona.

En el primer caso citado, se hace el estudio de mercado, se fija el volumen de producción y de ahí la capacidad de la planta. Este estudio para el caso del chicozapote no se ha hecho aun pero se ha pensado hacer en un futuro muy próximo.

En base a la disponibilidad de materias primas se fijó la capacidad de la planta en 10 TON/día. Esta estimación se hizo en base a lo siguiente: -

En la República Mexicana se cultivan cerca de 4000 hectáreas de chicozapote en los Estados de Campeche, Yucatán, Tabasco y Chiapas con el fin de explotar el látex. (CASTILLO TRULLIN). Con fines frutícolas cerca de 1057 hectáreas, con un volumen de producción igual a 8201 TON, de esta producción el 3.5% la genera el estado de chiapas (CONAFRUT E.E. 1972). - A continuación anexo el cuadro de la producción nacional de chicozapote.

Debido a la baja producción de esta especie, no se puede diseñar una planta en exclusiva para procesar chicozapote, lo cual sería incosteable, por lo que se ha pensado en procesar frutas que alcanzan gran producción y de las cuales se tienen excedentes que no pueden llegar al mercado de consumo como fruta fresca, este es el caso del plátano variedad Roatán y el mango criollo.

Por otro lado existen otras especies que se pueden procesar en función de su bajo precio en el medio rural y su accesibilidad a la planta ya que sus cultivos se encuentran en un área de 100 Kms. a la redonda, es el caso del tamarindo, la guayaba, la papaya y la guanábana.

Con esto se tendría en operación continua a la planta, especificando que para lograr esto se tendría que hacer un estudio detallado del proceso para cada fruta aprovechando el ya establecido para el chicozapote.

#### DATOS DE DISEÑO DE LA PLANTA.

##### Balance de Materia. -

Datos:

CHICOZAPOTE  
 PRODUCCION NACIONAL CALCULADA PARA  
 1972

Entidad	Superficie cosecha Has.	%	Volumen de la producción Tons.	%	Valor de la producción Pesos.
Rep. MEXICANA	1 057	100.00	8 201	100.00	14 761 800
Veracruz	625	59.13	4 835	58.96	8 703 000
Tabasco	138	13.06	1 100	13.41	1 980 000
Campeche	120	11.35	990	12.07	1 782 000
Yucatán	98	9.27	754	9.19	1 357 200
Chiapas	37	3.50	228	2.78	410 400
Oaxaca	19	1.80	143	1.74	257 400
Michoacán	15	1.42	126	1.54	226 800
Quintana Roo	5	0.47	25	0.31	45 000

ESTADO DE CHIAPAS

PRODUCCION FRUTICOLA EN EL AÑO DE 1972

FRUTAS	Superficie Cosechada Has.	Volumen de la producción Tons.	Valor de la producción Pesos
Total estatal	15 015		238 626 000
1.- Plátano	6 400	160 000	112 000 000
2.- Aguacate	720	11 900	47 600 000
3.- Mango	750	16 000	33 600 000
4.- Naranja	1 700	17 000	8 500 000
5.- Durazno	450	3 300	7 590 000
6.- Mamey	84	2 092	3 765 600
7.- Sandía	1 170	6 400	3 520 000
8.- Melón	975	3 900	3 510 000
9.- Manzana	150	1 800	2 520 000
10.- Ciruela del país	200	1 600	2 400 000
11.- Tamarindo	160	1 360	2 312 000
12.- Limón mexicano	700	4 600	2 070 000
13.- Guayaba	180	1 350	1 485 000
14.- Piña	225	3 317	1 326 800
15.- Lima	170	1 400	1 050 000
16.- Tecojojote	192	1 152	1 036 800
17.- Pera	49	500	825 000
18.- Ciruela de almendra	100	375	750 000
19.- Papaya	90	1 160	696 000
20.- Cacahuete	356	363	544 500
21.- CHICOZAPOTE	37	223	410 400
22.- Nuez de castilla	36	72	324 000
23.- Higo	20	130	195 000
24.- Toronja	19	185	148 000
25.- Jícama	48	180	144 000
26.- Chabacano	4	38	121 600
27.- Granada roja	12	93	102 300
28.- Capulín	12	43	43 000
29.- Membrillo	6	30	36 000

NOTA:- Estimaciones del Departamento de Estudios Económicos de la CONAFRUT.

Capacidad estimada:  $10 \text{ TON/día} = 10000 \text{ kg/día} \times 1 \text{ día}/8 \text{ hs.}$   
 $= 1250 \text{ Kg./hs.}$

Rendimiento de industrialización: 90.8%.

Porcentaje de cáscaras: 16.29%.

Porcentaje de semillas: 7.04%.

Porcentaje de pulpa: 83.01%.

Porcentaje de fibra cruda: 9.20%.

Porcentaje de pulpa tamizada: 63.94%.

Porcentaje de pérdidas: 9.87%.

Planteamiento.-

El proceso es continuo con un tiempo de espera en el despulpador. -

La operación que domina el proceso es el cocimiento por ser la más lenta.

Cálculos.-

Para el cocimiento: Se requieren obtener 1250 kg/hr. de producto terminado en base a la fórmula antes descrita. Por tanto se necesita el 50% de azúcar y el 50% de pulpa tamizada:

Azúcar = 625 kg/hr.

Pulpa tamizada = 625 kg/hr., esto equivale al 90.8% del rendimiento de industrialización. Por tanto se requieren:

$625 \text{ kg/hr.} + (0.092)(625) = 682.5 \text{ kg/hr.}$  de pulpa tamizada. -

Acido cítrico = 1 g/kg. de Prod. terminado.

$1 \text{ g/kg. PT} \times 10000 \text{ KgPT/día} = 10 \text{ kg/día} \times 1 \text{ día}/8 \text{ hr.} = 1.25$   
kg/hr. de ácido cítrico.

Conservadores. -

Metabisulfito de sodio = 20 mg/Kg.PT.

20 mg/1KgPT x 10000 KgPT/día x 1 día/8 hr. = 25 g/hr. de metabisulfito de sodio disuelto al 10%.

Benzoato de sodio disuelto al 10% = 8 ml./Kg PT.

8 ml/KgPT x 10000 KgPT/día x 1 día/8 hr. = 10 L/hr.

Saborizante = 0.5 ml/Kg PT.

0.5 ml/KgPT x 10000 Kg PT/día x 1 día/8 hr. = 0.625 L/hr.

Para el despulpador:

Deben de salir 682.5 Kg/hr de pulpa tamizada hacia el cocimiento esta cantidad es el 63.94% de la cantidad total de fruta que entra a proceso .

Calculando la cantidad total de fruta a procesar:

$$\begin{array}{l} 682.5 \text{ Kg/hr} \dots 63.94\% \\ X \text{ Kg/hr} \dots 100.0\% \end{array} \quad X = \frac{682.5 \times 100}{63.94} = 1067.40 \text{ Kg/hr.}$$

Cálculo de residuos. -

Cáscaras: 1067.40 Kg/hr.... 100%.

X Kg/hr.... 16.29%.

$$X = \frac{1067.40 \times 16.29}{100} = 173.87 \text{ Kg/hr.}$$

Fibra cruda: 1067.40 Kg/hr.... 100%.

X Kg/hr.... 9.2%.

$$X = \frac{1067.40 \times 9.2}{100} = 98.2 \text{ Kg/hr.}$$

Semillas: 1067.40 Kg/hr.... 100%.

X Kg/hr.... 7.04%.

$$X = \frac{1067.40 \times 7.04}{100} = 75.14 \text{ Kg/hr.}$$

Pérdidas no recuperables: 1067.40 Kg/hr.... 100%.

X Kg/hr.... 9.87%.

$$X = \frac{1067.40 \times 9.87}{100} = 105.3 \text{ Kg/hr.}$$

Para el envasado:

Se utilizarían latas del Núm. 10 con capacidad de 3 Kgs./lata.

$$1250 \text{ Kg/hr} \times 1 \text{ lata/3 Kg.} = 416.6 \text{ latas/hr.}$$

Balance de Energía. -

Para el proceso se necesita calor en las etapas de precocido de la fruta y en el cocimiento de la mermelada, en resumen la pulpa se calentaría de 22°C a 90°C, temperatura en la cual se alcanzaría el cocimiento del producto; el calor necesario para efectuar esta operación es el siguiente:

$$Q = m C_p (T_2 - T_1).$$

en donde:

Q = Calor necesario Kcal/hr.

m = Masa de la pulpa en Kg/hr. = 1250.

C<sub>p</sub> = Capacidad calorífica de la pulpa cal/g°C = 0.75

T<sub>2</sub> = Temperatura de cocimiento de la pulpa °C = 90

T<sub>1</sub> = Temperatura inicial de la pulpa °C = 22.

Cálculo de la capacidad calorífica:

Como se carece de datos experimentales de valores de  $C_p$  del chicozapote en pulpa, se puede calcular este valor en función de que se trata de una solución acuosa relacionando directamente el valor del  $C_p$  del agua con el porcentaje de humedad de la fruta (aproximadamente 75%). (HIMMEMBLAU D.).

$$C_p \text{ fruta} = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C} \times 0.75 = 0.75 \text{ cal/g}^\circ\text{C}.$$

Sustituyendo los valores en la fórmula general se tiene:

$$Q = 1250\ 000 \text{ g/hr} \times 0.75 \text{ cal/g}^\circ\text{C} \times (90 - 22)^\circ\text{C} =$$

$$Q = 63\ 750 \text{ Kcal/hr.}$$

Este calor será suministrado en forma de vapor por medio de una caldera. Calculando la potencia de la caldera se tiene:

$$Q = 63\ 750 \text{ Kcal/hr} \times (\text{factor de conversión a BTU/seg} = 0.0011024) \times 3600 \text{ seg/hr.}$$

$$Q = 63\ 750 \text{ Kcal/hr} \times 0.0011024 \times 3600 \text{ seg/1hr.} = 253\ 000 \text{ BTU/hr.}$$

Si un HP = 33 480 BTU/hr y desde 212°F. La potencia requerida será:  $253\ 000 \text{ BTU/hr} \times 1 \text{ HP}/33\ 480 \text{ BTU/hr} = 7.55 \text{ HP}$ . Según este cálculo se necesitaría una caldera de 10 HP, pero como esta potencia va a estar distribuída en 4 marmitas con un consumo de 5 HP/marmita y una autoclave de 7 HP, se recomienda el uso de una caldera de 36 HP, justificándose además que la planta podría tener ampliaciones sin modificar este tipo de equipo.

Agua de Lavado. -

Se utilizaría directamente al pasar la fruta por la banda transportadora.

Como índice para calcular la cantidad de agua necesaria se tiene:  $2 \text{ m}^3/\text{hr}$  para una capacidad de  $5000 \text{ kg/hr}$  por lo que para  $1250 \text{ kg/hr}$  de producto se necesitarían  $0.4 \text{ m}^3/\text{hr}$ .

Los balances de materia y energía así como la cantidad de agua de lavado vienen representados esquemáticamente en un diagrama de flujo a continuación.

Equipo. -

La capacidad de la planta es muy pequeña para el equipo que se encuentra con las firmas comerciales, por lo que el equipo seleccionado para el proceso está diseñado para una capacidad de  $2000 \text{ Kg/hr}$ .

BANDA TRANSPORTADORA.

Para esta capacidad pueden utilizarse dos tipos de banda:

Banda de  $30 \text{ cm.}$  de ancho por  $6 \text{ m.}$  de largo, ésta utilizaría aproximadamente 6 personas para la selección de la fruta.

Banda de  $60 \text{ cm.}$  de ancho por  $4.5 \text{ m.}$  de largo, utilizando 4 personas para la selección de la fruta.

La velocidad de la banda varía según su anchura entre  $3\text{-}6 \text{ m/min.}$

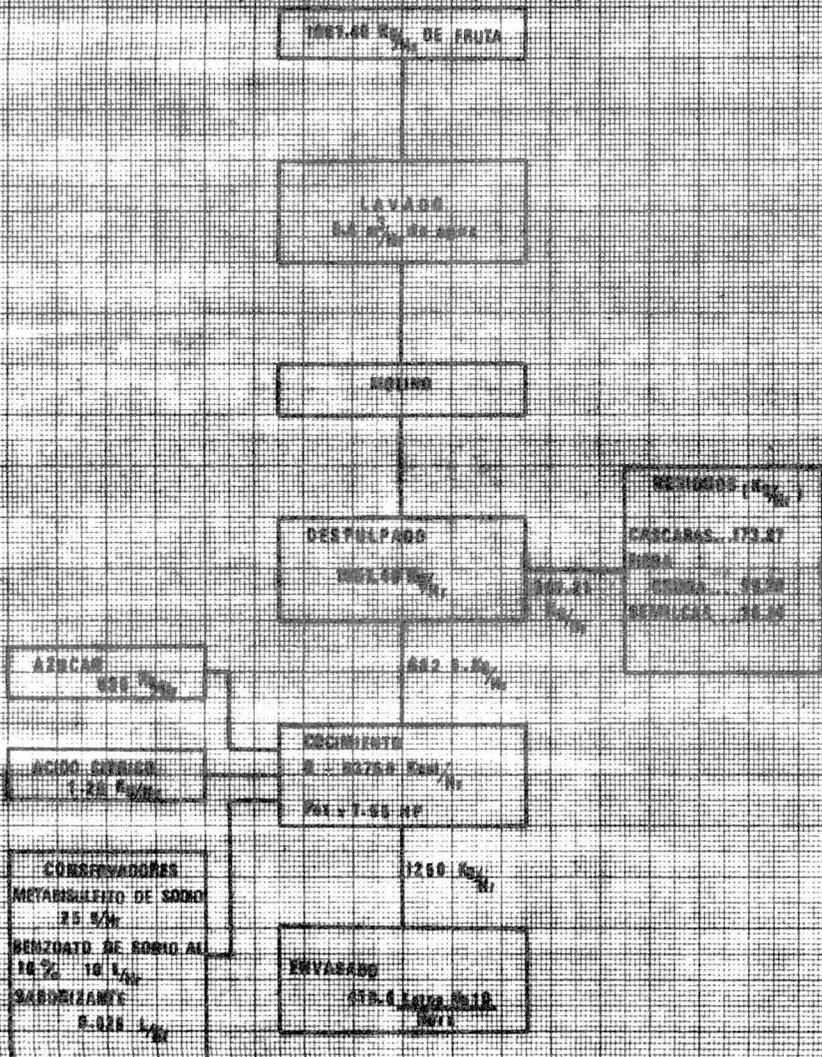
El valor aproximado es de  $47\ 500.00$  pesos.

MARMITA CON CHAQUETA DE VAPOR.

Se utilizarían para el precocido o escaldado de la fruta, necesitando 2 unidades para la capacidad mencionada.

# DIAGRAMA CUANTITATIVO DE FLUJO EN LA ELABORACION DE LA MERMELADA DEL CHICOZAPOTE

BASE: Un día de operación. Producción: 10 Ton/8 hr



La capacidad de cada marmita sería de 200 Kg de fruta y 400 litros de agua.

Las dimensiones de cada marmita son de 1 m. de diámetro por 0.70 m. de profundidad.

La energía necesaria por marmita para llevar un escaldado a 70°C durante 45-60 seg. es de 5 HP de vapor.

El valor aproximado de la marmita es de 25 000.00 pesos.

La marmita estaría complementada de una canastilla para la transportación de la fruta escaldada al molino desmenuzador y su costo aproximado es de 7 500.00 pesos.

Esta etapa ocuparía dos personas, una por cada marmita para el manejo de las canastillas al desmenuzador.

#### MOLINO DESMENUZADOR.

Se emplearía un molino de martillos, constituido de una tolva para la alimentación de la fruta escaldada en acero inoxidable, un eje de acero inoxidable con 4 martillos impulsado por un motor de 2 Hp a una velocidad aproximada de 800 RPM y finalmente la salida directa al despulpador.

Su costo aproximado es de 40 000.00 pesos.

#### DESPULPADOR.

El despulpador refinador (finisher) estaría compuesto de una tolva para alimentación, bastidor, tanque y tapa de acero inoxidable, así como los tamices y el eje; la estructura sería de acero al carbón.

El tamiz requerido para obtener la pulpa adecuada debe tener 1 mm<sup>2</sup> de área en la malla.

El equipo auxiliar sería un tambor de 200 litros para la recolección de los residuos y un motor eléctrico trifásico de 5 HP 220/440 C.A. Se emplearía una persona, encargada del cambio de tambor y del arranque del molino desmenuzador y del despulpador.

Las dimensiones del equipo serían: Altura total = 1.40 m, ancho total = 0.70 m, largo total = 1.70 m, peso neto = 285 Kgs. y un volumen de  $1.7 \text{ m}^3$ .

Su costo aproximado es de 85 000.00 pesos.

#### MARMITA CON CHAQUETA DE VAPOR C/AGITADOR.

Se utilizarían 2 unidades para el cocimiento de la pulpa, con la capacidad y dimensiones iguales a las antes descritas para el precocido de la fruta.

El equipo auxiliar empleado serían 2 agitadores, para evitar que en el cocimiento se pegue el azúcar añadida a las paredes del recipiente, -- homogeneizar la mermelada y uniformizando el calentamiento de la mermelada.

Para la adición de azúcar podría utilizarse una tolva con un tamiz grueso que serviría para limpiarla de impurezas, ésta se colocaría en la -- parte superior de la marmita, necesitándose 3 personas para esta operación.

La adición de ácido cítrico, conservadores y saborizante según -- fuese el caso lo haría 1 persona directamente a la marmita ya que son cantidades pequeñas que no ameritan un equipo especial de almacenamiento.

El costo aproximado de una marmita con agitador y tolva es de -- 52 500.00 pesos.

#### LLENADORA.

Sería una llenadora de pistón semiautomática, provista de una -- tolva cónica de acero inoxidable de la cual fluye el producto por gravedad -- hacia la válvula, con capacidad para 40 litros; cilindros y válvula de acero inoxidable, la velocidad fluctúa entre 900 y 2400 operaciones por hora, ocupa sólo un operario.

Sus dimensiones son de 660 mm. de largo por 500 mm. de ancho por 1500 mm de altura, está dirigida por un motor de 1/2 HP. Su costo -- aproximado es de 20 000.00 pesos.

#### CERRADORA ENGARGOLADORA.

Esta parte del equipo puede ser automática o manual, necesitando un motor de 3/4 HP para su dirección, esta unidad ocupa un volumen -- aproximado de 1.1 m<sup>3</sup> utilizando un operario en el caso de ser manual.

Su costo aproximado es de 40 000.00 pesos.

#### AUTOCLAVE.

Se requeriría un autoclave de 5 HP de vapor; como equipo auxiliar emplea 6 canastillas y un operario para su manejo y siendo su costo -- aproximado de 30 000.00 pesos y 2 000.00 pesos por canastilla.

#### ETIQUETADORA.

Se necesitarían 2 unidades provistas cada una de un tanque removible para pegamento, rodillo engomador y tolva para alimentación de acero inoxidable, perilla de ajuste para regular la cantidad de goma o pegamento,

portacuchillas o levantadores de etiquetas, tanque y base de materiales no oxidables.

Sus dimensiones son 39 cm. de largo por 28 cm. de ancho por -- 17.5 cm. de alto y su peso neto de 10.250 Kgs. con un volumen de embarque de 0.04 m<sup>3</sup>.

El equipo motriz es de 1/15 de HP 110 V.C.A.

Se requiere un operario para el embalaje de las latas.

Su costo aproximado es de 10 000.00 pesos.

Las notificaciones generales de diseño son las siguientes:

Todo el material que tiene contacto con la fruta primero y luego con la pulpa y mermelada es de acero inoxidable.

Las latas a utilizar son del Núm. 10 (603 x 700) con capacidad de 3 Kgs. con barniz interno tipo alimenticio y su costo aproximado es de -- 4 230.00 pesos el millar, el empaque puede ser en bolsa o en paleta.

El calor necesario para el proceso será suministrado por una -- caldera de 36 HP con un precio aproximado de 140 000.00 pesos.

El área de proceso sería de 15 m. por 45 m, teniendo un área -- equivalente para el almacenamiento de latas vacías, azúcar, conservado-- res y producto.

La distribución del área de proceso se recomienda en 2 niveles -- con el fin de utilizar la gravedad como fuerza motriz y no de medios mecá-- nicos para generar el movimiento.

En el proceso se ocuparía un total de 15 a 17 personas.

Los servicios de la planta quedan resumidos como siguen:

Agua = 10 litros/lata procesada.

Energía eléctrica = 15 HP.

Vapor = 25 HP.

El diagrama esquematizado del proceso se presenta a continuación.

f). Localización de la Planta. -

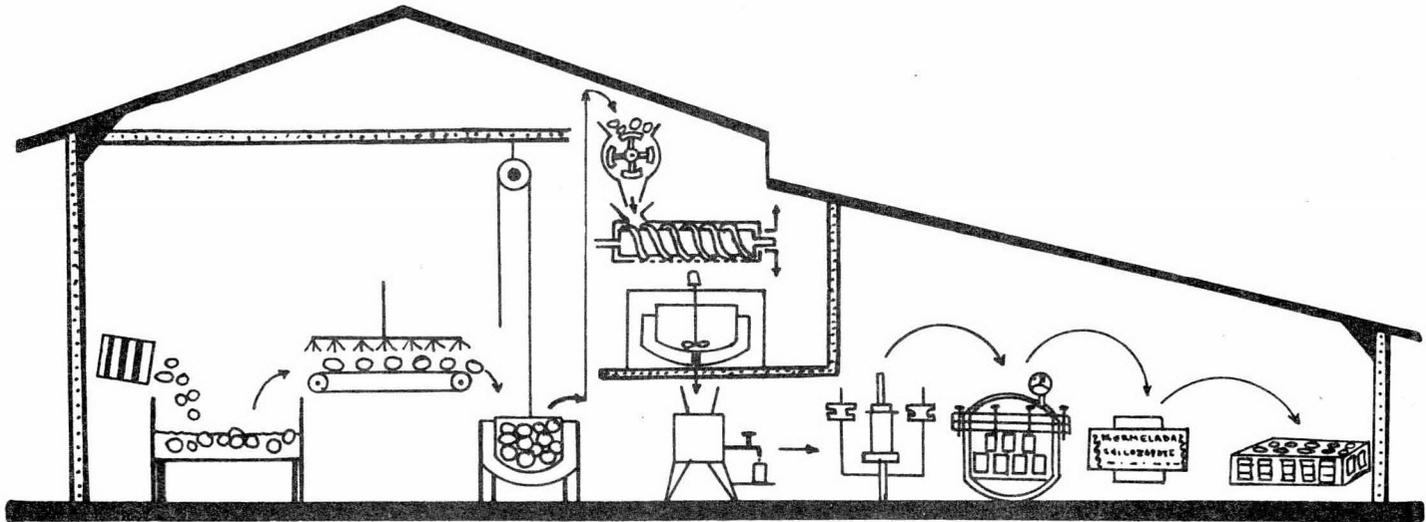
Los factores locacionales que se tomaron en cuenta son la mano de obra, abastecimiento de materias primas, agua, terreno, electricidad, drenaje, etc. que existen en la localidad.

Otros como los materiales auxiliares (latas, azúcar, aditivos), se pueden obtener y realizar convenientemente sin problemas de cantidad y calidad, ya que el lugar se encuentra bien comunicado.

La localización se encuentra en el Municipio de Tapachula el cual tiene una superficie de  $1109 \text{ Km}^2$ , está situado a  $14^\circ 57' 16''$  latitud norte y a  $92^\circ 12' 06''$  longitud oeste del Meridiano de Greenwich; con una altitud de 182 m.s.n.m. La climatología del Municipio se cita a continuación en el cuadro siguiente:

El lugar seleccionado fue en el kilómetro Núm. 4 de la carretera Costera Tapachula - Arriaga, a la orilla de la carretera por cumplir los requisitos anteriormente mencionados.

# LINEA DE PROCESO PARA LA INDUSTRIALIZACION DE LA FRUTA



CONDICIONES CLIMATOLOGICAS DEL  
MUNICIPIO DE TAPACHULA, CHIAPAS.  
AÑO DE 1973

MES	BULBO SECO °C	BULBO HUMEDO °C	VELOCIDAD DIRECCION DEL VIENTO m/seg.	HUMEDAD RELATIVA %	PRECIPI TACION mm H 0 2
Enero	26.8	21.1	1.1 Norte	63	Inaprecia- ble
Febrero	27.0	21.3	1.3 Norte	62	10.5
Marzo	28.0	23.0	1.3 Norte	66	16.9
Abril	28.6	23.0	1.4 Norte	70	86.0
Mayo	27.7	23.6	1.4 Norte	72	150.9
Junio	26.5	23.1	1.5 Norte	77	390.6
Julio	26.4	23.1	1.2 Norte	73	419.8
Agosto	26.2	22.8	1.3 Norte	76	503.4
Septiembre	26.2	23.2	1.0 Norte	79	491.3
Octubre	25.8	22.9	0.9 Norte	79	374.9
Noviembre	26.7	22.9	0.9 Norte	72	87.4
Diciembre	25.3	20.5	1.0 Norte	65	12.0

PRESION NORMAL DE LA CIUDAD 746 mm Kg. = 994.7 milibares.

\* Datos tomados de la Oficina Metereológica de la Ciudad de Tapachula.

VII. - ESTUDIO ECONOMICO

COSTO DE CULTIVO. - (Pesos/Hectárea).

Bases: Jornal: \$ 34.90 (Salario para el campo en la zona 102).

Día-Tractor: \$ 82.50 (E.E. CONAFRUT).

Preparación de la tierra. -

Desmonte mediano: 40 Jornales/Ha.	1 396.00
Destronque: 20 Jornales/Ha.	698.00
Barbecho: 3 Ha/día-tractor.	247.50
Rastreo: 10 Ha/día-tractor.	825.00
Trazado y balizado: 3 Jornales/Ha.	104.70
Ahoyadura: 5 Jornales/Ha.	174.50
Plantación: 2 Jornales/Ha.	69.80

Costo de la planta. -

\$ 150.00/planta ya injertada, como son 100 plantas/Ha.	15 000.00
--	-----------

Conservación del cultivo. -

Cajeteo: \$ 1.50/árbol x 100 árboles/Ha. x 3 cajeteos/año.	450.00
Limpias: 10 Ha/día-tractor x 3 limpiezas/año.	2 475.00
Fertilización y combate de plagas/Ha.	450.00
Cosecha: 38 Jornales/Ha. a 200 Kg/Jornal.	1 326.00
	<hr/>
TOTAL/Ha.	23 216.50

El precio de la tonelada de chicozapote a nivel rural para 1974 - es de: \$ 2,000.00

Los salarios incluyen el aumento decretado el 1º de Septiembre de 1974, correspondientes al 22%.

Los índices para este estudio fueron tomados del Departamento de Estudios Económicos de la CONAFRUT.

#### CAPITAL FIJO DE LA PLANTA. -

Equipo: Las cotizaciones de los equipos que se citan a continuación fueron hechas por la empresa Maquinaria para Procesar Alimentos, S. A. (MAPASA).

1 Banda transportadora.	47 500.00
2 Marmitas con chaqueta de vapor.	50 000.00
2 Canastillas adaptadas a las marmitas.	15 000.00
1 Molino desmenuzador.	40 000.00
1 Despulpador.	85 000.00
2 Marmitas con chaqueta de vapor.	50 000.00
2 Agitadores.	45 000.00
1 Llenadora semiautomática.	20 000.00
1 Cerradora engargoladora.	40 000.00
1 Autoclave.	30 000.00
6 Canastillas para el autoclave.	12 000.00
2 Engomadoras.	10 000.00
1 Caldera de 36 HP.	140 000.00

---

TOTAL: 584 500.00

Inmuebles: Utilizando el factor para plantas sólido-fluido (PETERS & - -  
TIMMERHAUS) igual a 47% del costo del equipo. Este factor -  
incluye todo tipo de construcción que se realice, y se usa a ni-  
vel de anteproyecto. Por tanto:

$$584\ 500.00 \times 0.47 = 274\ 715.00$$

Terreno: Se requiere un área total de  $30\text{ m} \times 90\text{ m} = 2700\text{ m}^2$ . En la -  
zona donde se localizó la planta, la hectárea de terreno está -  
cotizada a \$ 18 000.00; por tanto:

$$1\text{m}^2 = 1.80 \times 2700\text{ m}^2 = \$ 4\ 860.00.$$

CAPITAL FIJO TOTAL:  $584\ 500.00 + 274\ 715.00 + 4\ 860.00 = \underline{864\ 075.00}$

#### COSTO DE PRODUCCION. -

Materia prima: Pesos/10 Ton/día.

Fruta: \$ 2 000.00/Ton (E.E. CONAFRUT), se necesitan 8539.20

$$\text{Kg/día por tanto: } X = \frac{8\ 539 \times 2\ 000.00}{1\ 000} = 17\ 078.40$$

Azúcar: \$ 110.85/50 Kg. (UNPASA) = 2 217.00/Ton + 410.00/ -

Ton de flete (E.E. CONAFRUT) = 2 627.00/Ton: como -

se necesitan 5 000/Kg/día:  $X = \frac{5\ 000 \times 2\ 627.00}{1\ 000} =$  -

13 135.00.

Acido cítrico monohidratado: \$ 27.00/Kg (CENTRAL DE DRO - -

GAS) + 0.41/Kg de flete = 27.40/Kg como se necesitan -

$$10\text{ Kg/día: } X = \frac{10 \times 27.40}{1} = 274.00^{\circ}$$

Metabisulfito de Sodio: \$ 18.00/Kg (CENTRAL DE DROGAS) - -  
+ 0.41/Kg de flete = 18.41/Kg, como se necesitan 0.2 - -  
Kg/día:  $X = \frac{18.41 \times 0.2}{1} = 3.68$

Benzoato de Sodio: \$ 38.00/Kg (CENTRAL DE DROGAS) + 0.41/-  
Kg de flete = 38.41/Kg, como se necesitan 8 Kg/día: - - -  
 $X = \frac{8 \times 38.41}{1} = 307.28$

Saborizante: \$ 200.00/1 (CENTRAL DE DROGAS); como se nece\_  
sitan 0.5 l/día:  $X = 200.00 \times 0.5 = 100.00$

Latas del Núm. 10: \$ 4 320.00/MILLAR (DEPTO. AGROINDUS--  
TRIAL CONAFRUT) + 112.75/Millar, de fletes = 4 432.75;  
como se necesitan 3332.8 latas/día:  
 $X = \frac{4\,432.75 \times 3332.8}{1\,000} = 14\,773.46$

Cajas de cartón: \$ 5 165.00/Millar (DEPTO. AGROINDUSTRIAL -  
CONAFRUT), como cada caja pesa 1 Kg. para 1000 Kg. co  
rresponden 410.00 de flete por lo que el precio es de: - - -  
5 475.00/millar de cajas, se utilizarían 6 latas por caja - -  
necesitándose 555 cajas/día, de aquí que el precio sería:  
 $X = \frac{5\,475.00 \times 555}{1\,000} = 3\,038.62$

La cantidad por concepto de flete incluye el seguro, pontaje, etc.-  
y es igual a \$ 410.00/Ton (E.E.CONAFRUT).

TOTAL DE MATERIA PRIMA: (Pesos/10 Ton/día).

$$17\ 078.40 + 13\ 135.00 + 274.00 + 3.68 + 307.28 + 100.00$$
$$14\ 773.46 + 3\ 038.62 = \$ 48\ 710.44.$$

Servicios: Pesos/10 Ton/día.

Agua:  $0.50/\text{m}^3$  (SRH costo para el Municipio de Tapachula Chiapas), incluye bombeo, como se requieren -  $4.0\ \text{m}^3/\text{día}$ :

$$X = \frac{4.0 \times 0.50}{1} = 2.60$$

Electricidad: \$  $0.25/\text{Kwh}$  (CFE costo para el municipio - de Tapachula, Chiapas), como se requieren  $11.18\ \text{Kwh}/\text{día}$ :

$$X = \frac{11.18 \times 0.25}{1} = 2.79$$

Vapor:  $0.05/\text{Kg}$  vap. incluyendo depreciación de la caldera (ROJO y DEL REGIL); como se requieren  $2052\ \text{Kg}/\text{día}$ :

$$X = 2052\ \text{Kg}/\text{día} \times 0.05/\text{Kg} = 102.60.$$

El combustible a usar sería diésel; su valor está incluido en el precio del Kg. de vapor.

TOTAL DE SERVICIOS: Pesos/10 Ton/día.

$$2.00 + 2.79 + 102.60 = 107.39.$$

Mano de obra: Pesos/10 Ton/día.

a). Directa de Operación:  $16\ \text{obreros} = \frac{16 \times 8\text{hr}}{10\ \text{Ton}/\text{día}} = 128\ \text{hr.-hom.}$

Si 8hr/1 obrero = 48.80 (Com.Nal.de Salarios). implica-  
6.10/hr-hombre por tanto:  $128 \times 6.10 = 780.80$ .

- b). Supervisión de Operación: Se requiere un Ingeniero de -  
Producción con un salario de 200.00/día (Com. Nal. de -  
Salarios).
- c). Directa de Limpieza y Mantenimiento: De la práctica se  
ha obtenido: 1 día de mantenimiento/15 día operación es-  
to equivale a  $780.80/15 = 52.05/\text{día}$ .
- d). Supervisión de Mantenimiento: 10.00/Ton producto (ROJO  
y DEL REGIL); esto es:  $\frac{100.00}{15} = 6.60/\text{día}$ .
- e). Prestaciones:  $1.25 \times (a+b+c+d)$  (ROJO Y DEL REGIL) es  
to sería:  $1.25 \times (780.80 + 200.00 + 52.05 + 6.60) =$  -  
1 299.31.

TOTAL DE MANO DE OBRA: Pesos/10 Ton/día.

$$780.80 + 200.00 + 52.05 + 6.60 + 1\ 299.31 = 2\ 338.76.$$

DEPRECIACION Y AMORTIZACION: Pesos/día.

Depreciación: 10%/año para equipo y 3%/año para las - -  
construcciones (ROJO Y DEL REGIL).

Equipo:  $584\ 500.00 \times 0.10 = 58\ 450.00/\text{año}$  considerando 330 -  
días laborables/año; esto es:  $\frac{58.450}{330} = 177.12/\text{día}$ .

Construcciones:  $274\ 715 \times 0.03 = 8\ 241.45/\text{año}$ ; bajo la consi-  
deración anterior se tiene:  $\frac{8\ 241.45}{330} = 24.97/\text{día}$ .

Amortización: Es igual al capital fijo/tiempo en que recupera el capital. Si se supone un tiempo de recuperación igual a 10 años se tiene:  $\frac{864\,075.00}{10} = 86\,407.50/\text{año}$ ; considerando 330 días laborables/año se tiene:  $86\,407.50/330 = 261.84/\text{día}$ .

TOTAL DE DEPRECIACION Y AMORTIZACION: Pesos/día.

$$177.12 + 24.97 + 261.84 = 463.93.$$

GASTOS ADMINISTRATIVOS: Se considera como el 50% de la mano de obra directa (PETERS & TIMMERHAUS), por tanto:  $780.80/\text{día} \times 0.5 = 390.40/\text{día}$ .

Distribución y mercadeo: Se considera el 20% del costo de producción (PETERS & TIMMERHAUS), por tanto:

Costo de producción = materia prima + servicios = mano de obra + depreciación y amortización + gastos administrativos =  $48\,710.44 + 107.39 + 2\,338.76 + 463.93 + 390.40 = \$ 52\,010.92/10 \text{ Ton/día}$ .

$$(\$ 52\,010.92) \times 0.2 = 10\,402.18/10 \text{ Ton/día}.$$

COSTO TOTAL DE OPERACION: Materia prima + servicios + mano de obra + depreciación y amortización + gastos administrativos + distribución y mercadeo =  $52\,010.92 + 10\,402.18 = \$ 62\,413.10/10 \text{ Ton/día} = 6.24/\text{Kg. producto}$ .

PRECIO DE VENTA: Costo total de operación + 40% de utilidad bruta (E.E. CONAFRUT.);  $62\,413.10 + 0.4 \times 62\,413.10 =$  -----  
 $87\,378.34/10 \text{ Ton/día} = 8.73/\text{Kg. producto.}$

UTILIDAD NETA:  $k' \times$  utilidad bruta (ROJO Y DEL REGIL).

$k' =$  factor que incluye impuesto sobre la renta + reparto de utilidades = 50%.

$U_n = 0.5 \times 24\,965.24 = 12\,482.62/10 \text{ Ton.}$

$U_n = 12\,482.62/10 \text{ Ton} = 1.24/\text{Kg. prod.}$  equivalente al 14.20%.

INVERSION TOTAL = Capital fijo + Capital de trabajo (ROJO Y DEL REGIL).

Capital fijo = 864 075.00

Capital de trabajo:  $a + b + c + d =$  pesos. (SCHWEYER).

a). Dinero en el banco para cubrir salarios que van a ser pagados en un mes de operación:

Mano de obra + gastos administrativos =  $2\,338.76 + 390.40$   
 $= 2\,729.16/\text{día} \times 30 \text{ días} = 81\,874.80.$

b). Valor del producto vendido en donde el pago no ha sido recibido (cuentas por cobrar). Se supone que las ventas son a crédito de 30, 60 por lo que la media es de 45 días. Si es vendido todo lo producido:

$87\,378.34/\text{día} \times 45 \text{ días} = 3\,932\,025.30.$

c). Inventario de producto terminado por un mes de operación:

$$87\,378.34/\text{día} \times 30 \text{ días} = 2\,621\,350.20$$

d). Valor de materia prima y suministros en stock. Fruta - -

$$\text{equivalente a 8 días} = 17\,078.40/\text{día} \times 8 \text{ días} = 136\,627.20.$$

Azúcar equivalente a 30 días:  $13\,135.00 \times 30 = 394\,050.00$ .

Acido cítrico monohidratado equivalente a 30 días:  $274.00 \times 30 = 8\,220.00$

Metabisulfito de sodio equivalente a 30 días:  $3.68 \times 30 = 110.40$ .

Benzoato de sodio equivalente a 30 días:  $307.28 \times 30 = \text{----}$

$9\,218.40$

Saborizante equivalente a 30 días:  $100.00 \times 30 = 3\,000.00$ .

Latas equivalente a 30 días =  $14\,773.46 \times 30 = 443\,203.80$ .

Cajas de cartón equivalente a 30 días =  $3\,038.62 \times 30 = 91\,158.60$ .

TOTAL DE MATERIA PRIMA EN STOCK =  $136\,627.20 + 394\,050.00 +$

$8\,220.00 + 110.40 + 9\,218.40 + 3\,000.00 + 443\,203.80 + 91\,158.60$

$= 1\,085\,588.40$ .

Capital de trabajo :  $a + b + c + d = 81\,874.80 + 3\,932\,025.30 + \text{----}$

$2\,621\,350.20 + 1\,085\,588.40 = 7\,720\,838.70$ .

INVERSION TOTAL:  $864\,075.00 + 7\,720\,838.70 = 8\,584\,913.70$ .

RENTABILIDAD ANUAL =  $\frac{\text{Utilidad neta anual}}{\text{Inversión total}} = \frac{4\,119\,264.60}{8\,584\,913.70} \times 100$

R = 47%.

PUNTO DE EQUILIBRIO. -

Consideración: Se supone que todo lo producido es todo lo vendido.

Sea  $Z$  = Utilidad Bruta.

= Valor total de las ventas en valor neto.

= Suma de todos gastos y costos que tiene la empresa:

$$= nv + F.$$

$$Z = -$$

Si  $n = N^{\circ}$  de unidades vendidas =  $N^{\circ}$  de unidades producidas.

$s$  = Precio unitario de venta.

$v$  = Costo unitario variable = 60% ventas (ROJO Y DEL REGIL).

$F$  = Todos los costos fijos (ROJO Y DEL REGIL).

Cálculos:- Base: Un año de operación a 100% de capacidad.

$$= ns = 3300 \text{ TON/AÑO} \times 8\,737.83 \text{ pesos/TON} = 28\,834\,839.00 \text{ \$/Año.}$$

$$nv = 0.6 \times 28\,834\,839.00 = 17\,300\,903.40.$$

$$F = 864\,075.00$$

$$nv + F = 17\,300\,903.40 + 864\,075.00 = 18\,164\,978.40$$

$$Z = 2496.540/1 \text{ Ton} \times 3300 \text{ TON/AÑO} = 8\,238\,582.00/\text{Año.}$$

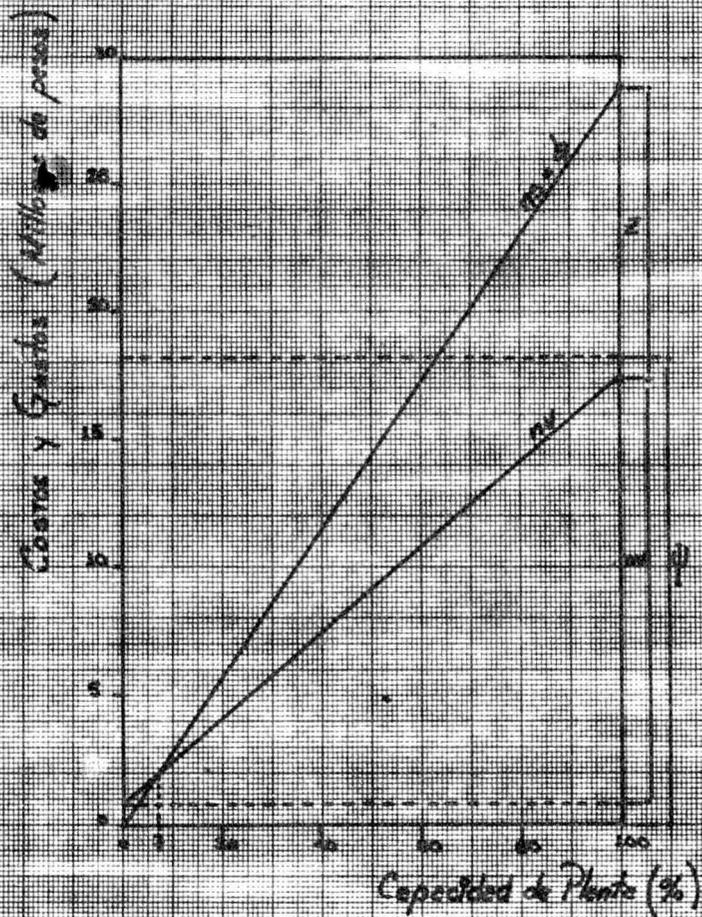
$$Un = 1248.26/1 \text{ Ton} \times 3300 \text{ TON/AÑO} = 4\,119\,264.60/\text{Año.}$$

GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO:

Se presenta a continuación:

Conclusiones. -

Los costos fijos y variables son muy bajos.



Punto de Equilibrio de la Planta

Se tiene una empresa con puras ganancias.

El punto de equilibrio se encuentra al 7% de capacidad de la planta.

NOTA:- Los valores de las cotizaciones así como los salarios obtenidos para la elaboración del estudio económico presentado fueron recopilados -- en el mes de Octubre de 1974.

## VIII. - CONCLUSIONES

Debido a la gran demanda del mercado nacional de consumo, se recomienda el aumento de áreas de cultivo con variedades mejoradas como las ya citadas y con la ayuda técnica necesaria.

Se analizaron bibliográficamente 3 métodos de conservación para la fruta, llegándose a la conclusión de que el más apropiado es el método -- bajo atmósferas controladas ( $O_2/CO_2$ ); no se pudo experimentar por la falta del equipo necesario.

De los resultados obtenidos en la industrialización se observó -- que si es factible el procesamiento del chicozapote para la obtención de -- mermeladas. Esto se basa en que económicamente es competitivo en el -- mercado nacional, no se requiere de la importación del equipo evitándose -- así especulaciones y salida de divisas; los factores que intervienen en la -- elaboración como son las materias primas, los servicios y la mano de obra tienen fácil accesibilidad al lugar seleccionado para montar la planta.

Resumiendo lo antes dicho cabe finalmente decir que el objetivo -- de este trabajo se cumplió al obtenerse resultados positivos de la hipótesis -- planteada y sirviendo con esto al desarrollo agroindustrial del Estado de -- Chiapas.

IX.- BIBLIOGRAFIA

- A.O.A.C. (1971).- ASSOCIATION OF THE OFFICIAL AGRICULTURE --  
CHEMIST METHOD OF ANALYSIS.- 11 Ed. Núms.-  
10.148, 22.013, 22.020, 22.058, 39.051, 39.052, --  
39.054, 39.055.
- CASTILLO T. Manuel (TESIS) 1966.- ASPECTOS SOCIALES Y ECONO-  
MICOS DERIVADOS DE LA EXPLOTACION ACTUAL-  
Y FUTURA DEL ACHRAS SAPOTA LINN.- E.N.A., -  
Chapingo.
- CHEMMA, G.S. BHAT, S.S. & NAIK, K.C.- COMERCIAL FRUITS OF -  
INDIA.- MacMillan & Company Ltd. Madras 1954.
- CONAFRUT E.E. 1972.- ESTUDIO FRUTICOLA DEL ESTADO DE CHIA-  
PAS.- Departamento de Estudios Económicos de la -  
Comisión Nacional de Fruticultura, 1972.
- CZYHRINCIW N. (1969).- TROPICAL FRUIT TECHNOLOGY.- Advanced  
Food Research 17: 153 - 207.
- HIMMELBLAU David L.- PRINCIPIOS Y CALCULOS BASICOS DE LA IN-  
GENIERIA QUIMICA.- 1a. Ed. 1970.- C.E.C.S.A.
- ICAITI.- SEMINARIO SOBRE TECNOLOGIA DE LAS FRUTAS-  
TROPICALES, 1971.- Instituto Centroamericano de  
Investigaciones Tecnológicas Industriales.- Guate-  
mala, C. A.

- INCAP - ICNND (1961). - TABLA DE COMPOSICION DE ALIMENTOS. - -  
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. -  
Guatemala, C. A.
- INN. - VALOR NUTRITIVO DE LOS ALIMENTOS MEXICA--  
NOS. - Publicación de la División de Nutrición - L --  
12, 6a. Ed. (1974). Instituto Nacional de la Nutri--  
ción. - México.
- JIMENEZ M. Luis, 1951. - EL CHICLE, SU EXPLOTACION FORESTAL-  
E INDUSTRIALIZACION. - Biblioteca Pública Ledez-  
ma México. - 125 p.
- KENNARD, W. C. & WINTERS M.F. 1963. - FRUTAS Y NUECES DEL --  
TROPICO. - Ed. Limusa Wiley, S. A. México. - - -  
Trad. Antonio Marino.
- LAKSHMINARANYANA S & SUBRAMANYAN H. - PHYSICAL, CHEMICAL  
AND PHYSIOLOGICAL CHANGES IN SAPOTA FRUIT  
(ACHRAS SAPOTA LINN. SAPOTACEAE). DURING-  
DEVELOPMENT AND RIPENING. - Journal of Food -  
Science and Thecnology: Vol. 8, Dec. 1966.
- MYER, Freed, (1966). - METHODS OF VITAMIN ASSAY. - Third - --  
Edition p. 306 - 312.
- OCHSE J.J. SOULE Jr. DIJKMAN, WEHLBURG. - CULTIVO Y MEJORA-  
MIENTO DE PLANTAS TROPICALES Y SUBTROPI-  
CALES. - Ed. Limusa Wiley México 1965.

- PETERS MAX S. & TIMMERHAUS KLAUS D.- PLANT DESIGN AND - - -  
ECONOMICS FOR CHEMICAL ENGINEERS.- 2d. - -  
Ed. Mc Graw Hill, Kogakusha Co. Ltd.- 1968.
- PITTIER, J. (Revista).- ACHRAS "CHICLE".- Journ. Wash. Acad. Sci.-  
9: 431-438, 1919.
- POPENOE, Wilson.- MANUAL OF TROPICAL AND SUBTROPICAL - - -  
FRUITS.- 1a. Ed. Mac Millan Co.- 1932.
- ROJO Y DEL REGIL, Eduardo.- APUNTES DE ECONOMIA INDUSTRIAL -  
II.- 2º Semestre de 1973.
- ROLZ, C. y AGUIRRE, F. (1970).- INFORME DE ACTIVIDADES, PRO-  
GRAMA MULTINACIONAL DE FRUTAS TROPICALES,  
ICAITI/OEA.- Guatemala, C. A.
- ROLZ, C. y AGUIRRE, F. (1971 b).- INFORME DE ACTIVIDADES, PRO-  
GRAMA MULTINACIONAL DE FRUTAS TROPICALES,  
ICAITI/OEA.- Guatemala, C. A.
- SCHWEYER, Hebert English.- PROCESS ENGINEERING ECONOMICS.- -  
Mc Graw Hill, 1955, New York. Series in Chemical-  
Engineering.
- SOLE, Pedro C. Ph. D.- ENSAYOS PRELIMINARES SOBRE DESHIDRA- -  
TACION DE FRUTAS TROPICALES.- Revista ICAITI,  
Guatemala, C. A.- Vol. 2 pág. 15 año 1966.

WHISTER, R.L. (1964).- METHODS IN CARBOHYDRATES.- Chemistry  
Academic Press, New York, London, Vol. IV p. 33-  
36.