

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

**ANTEPROYECTO DE UNA PLANTA PARA  
LA ELABORACION DE UNA BEBIDA ENLA-  
TADA HECHA A PARTIR DE TUNA**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**

**INGENIERO QUIMICO**

**P R E S E N T A**

**ARMANDO BEJARANO Y ALMADA**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

TESIS 1973.

LAS \_\_\_\_\_  
ASO M.t. 35  
PRCHA \_\_\_\_\_  
PROC \_\_\_\_\_  
9 \_\_\_\_\_



101101003

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA:

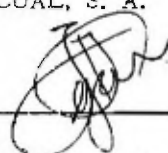
PRESIDENTE:	Enrique García Galeano
VOCAL:	Rubén Berra García Coss
SECRETARIO:	Cutberto Ramírez C.
PRIMER SUPLENTE:	Alejandro Garduño Torres
SEGUNDO SUPLENTE:	Angela Sotelo López

Sitio donde se desarrolló el tema:

REFRESCOS PASCUAL, S. A.

Nombre completo y firma del sustentante:

ARMANDO BEJARANO Y ALMADA



---

Nombre completo y firma del asesor del tema:

ENRIQUE GARCIA GALEANO



---

A la Facultad de Química de la U. N. A. M.

y a mis Maestros, mi gratitud

Al maestro Enrique García Galeano,  
por su orientación en la realización de  
este trabajo.

A mis padres por su cariño ,  
ejemplo y comprensión

A Doña Laura por su cariño

A mis hermanos:  
Gloria y Lourdes  
Rafael y Alejandro



A la Dirección Técnica de Refrescos Pascual,  
por las facilidades y apoyo en la elaboración  
de este trabajo.

Héctor Bañuelos

Marco Arteaga

Alfonso Villa

Miguel Angel Guzmán



Armando Lozano  
Guillermo Benítez  
José Luis Ureña  
Alberto Bazán  
Manuel Sulvarán  
Roberto Miranda  
Carlos Carbajal  
Juan Oñate  
Enrique Arroyo  
Francisco Díaz  
Octavio Fortoul  
Guillermo Bedolla  
Jaime Benitez  
Marco Lagarde  
Ramiro Méndez  
Pablo Ramírez

# I N D I C E

	Página
<b>CAPITULO I</b>	
Historia	3
Clasificación Botánica del Nopal	9
Biología del Nopal	13
Variedades de Nopal más Comunes en México	26
Variedades de Tunas	32
Recomendaciones para el Cultivo del Nopal	40
Lugares para el Desarrollo del Nopal	47
Aprovechamiento del Nopal	56
<b>CAPITULO II</b>	
Aspectos Generales sobre la Conservación de Alimentos	61
Métodos de Conservación	63
Aspectos Nutritivos	73
Trabajo Experimental	76
Diagrama de Proceso de la Tuna	94
Diagrama de la Planta	95
<b>CAPITULO III</b>	
Selección de Equipo	100

#### CAPITULO IV

Factores de Localización	121
Factores determinantes considerados en la Selección de Polos de Desarrollo Industrial	122
Consideraciones Económicas	147

#### CAPITULO V

Conclusiones	154
--------------	-----

#### CAPITULO VI

Bibliografía	156
--------------	-----

## INTRODUCCION

Sin duda alguna, a medida que la población aumenta, una de las mayores preocupaciones de la humanidad es la alimentación y los medios de obtención de la misma. ]

Sin embargo, debido al escaso conocimiento de las zonas y sus riquezas naturales, el hombre desperdicia muy a menudo magníficas oportunidades de su aprovechamiento.

El presente trabajo pretende dar a conocer, o bien ampliar los conocimientos sobre la importancia de la "tuna cardona" (*Opuntia streptacanthae*), en su aspecto industrial. Esta fruta, en sus diferentes variedades se encuentra distribuida en casi toda la República; en ocasiones no necesita de la mano del hombre para su cultivo. Sin embargo, solamente a través de una industrialización racional se podrán obtener innumerables beneficios para la comunidad, como son la creación de fuentes de trabajo, elevación de nivel de vida, capacitación de los campesinos para obtener rendimientos óptimos y poder conseguir un aprovechamiento integral de la fruta y su planta.

\*  
"... Para poder apreciar tan asombrosa cantidad de formas, es necesario recorrer las serranías comprendidas entre Tehuacán y Zapotitlán, en el Estado de Puebla, en cuya sucesión de sierras calizas extremadamente secas y casi desprovistas de vegetación herbácea, se han formado bosques de "organos" columnosos gigantescos simples y erectos, provistos en la punta de un penacho de plateadas crines que brillan al sol; hay que recorrer el ardiente Cañón Tomatlán en Oaxaca para conocer los bastos "cardonales" formados por enormes candelabros hasta de 15 m. con cientos de ramas que emergen casi al mismo nivel; es preciso internarse en las planicies de Ixmiquilpan, del Estado de Hidalgo, poblada de miles de biznagas de tamaños increíbles que miden de 1 a 2 m. de diámetro. Visitar la maravillosa "Barranca de los Venados", en Mazatlán, para contemplar el conjunto de innumerables, y blanquísimos "viejitos". (1)

Excursionar durante los meses secos por el "Cañón del Zopilote", en Guerrero; conocer las llanuras de Zacatecas y San Luis Potosí, que son el centro de reunión de las más grandes variedades de "nopales" de tallos articulados y aplanados, cuyas agradables frutas son objeto de industrias regionales. Serfa menester, asimismo, visitar las zonas desérticas del Norte, en los Estados de Tamaulipas, Coahuila, Chihuahua, Sonora y Baja California, en donde verdaderamente es asombroso encontrar la más grande variedad de pequeñas biznagas, de peyotes, de espinosas chollas, cardenches y gigantescos saguaros... Desde antes del descubrimiento de América, las distintas tribus que habitaban

el Antiguo Anáhuac y muy especialmente los nahoas, daban a las cactáceas un lugar preferente a la economía, pues una gran cantidad de productos alimenticios, medicinales e industriales provenían de ellas. Una idea de la importancia que entonces adquirieron se manifiesta por los datos iconográficos que nos legaron a través de los diferentes códices y por las numerosas voces que aún subsisten más o menos modificadas, las cuales constan en la obra: "De Historia Plantarum Novae Hispaniae", escrita por Don Francisco Hernández (botánico español y médico de cámara de Felipe II, que vino a Nueva España para hacer el inventario de las riquezas naturales). Existe, entre los nombres que se le dan a las cactáceas, algunos de procedencia haitiana, como ejemplo, la pitahaya, que significa "fruta escamosa" o bien el tema a tratar, la tuna, que significa "agua", tales traducciones fueron traídas a nuestro país por los conquistadores. (1)

"... La relación original que trata por primera vez a las cactáceas se debe al Capitán, B. Gonzalo Fernández de Oviedo y Valdez, primer cronista del Nuevo Mundo; en su obra, "Historia General y Natural de los Indios - 1535 -", dice... en el capítulo XXVIII, intitulado "De los Cardos de las Tunas e su Fructa", la cual en la provincia de Venezuela en la Tierra-Firme se llama Comoho", se refiere a las Opuntias.

La obra de Mateo Lobel, "Stirpium Adversaria Nova", edición 1570, ocupa un segundo lugar en la historia del conocimiento de las cactáceas. Inserta un grabado de una opuntia en forma de árbol que denominó "Indiorum tunas ficifera", especie que según advierte, fue llevada de las Indias Orientales a España, Francia e Italia; al llegar a Europa fueron conocidas popularmente con el nombre de Higos de las Indias, las frutas de aquellas plantas.

En el siglo XVII, las cactáceas comenzaron a figurar en las ciencias, pues las obras de los botánicos Clasius Bauhin, Hernández Townefort, Plumier, ya las mencionan. Entre estas obras cabe citar la obra del botánico belga, Manuel Swaerts, intitulada Florilegium Amplissimum et Selectissimum, impresa en 1612, en la que existen dibujos de un melo cactus y una opuntia, y la de Basilio Besler, publicada en 1613, con el nombre de Hortus Erjstettenensis, en la que existe un grabado de un gigantesco ejemplar cultivado, de Opuntia ficus-indica... (1)

... El historiador Francisco del Paso y Troncoso, en su artículo "La Botánica entre los Nahoas", atribuye el adelanto de los indios en las ciencias naturales (botánica) y lo indica como por necesidad de alimentarse y curarse con vegetales durante su vida errante y más tarde al radicarse en un sitio, perfeccionar la educación.

La afición de los mexicanos por la botánica no era privativa para los humildes, también los señores como Netzahualcōyotl, que hizo pintar en su palacio las flores más raras y hermosas que habían en sus dominios; también menciona a Moctecuhzoma Xocoyotzin, gracias a su dedicación se instituyeron jardines botánicos en Telzocotzingo, Tenochtitlán, Chapultepec, El Peñón, Huaxtepec, Atlixco e Iztapalapa.

Entre la vida económica, social y religiosa de los nahoas, las cactáceas tuvieron un papel muy importante, fueron el emblema del país, pues el escudo de la gran Tenochtitlán ostentaba airesamente un nopal.

A continuación viene un aspecto muy interesante respecto a los nombres con que los nahoas designaban las distintas especies de las opuntias o nopales.

Existían dos grupos bien definidos de cactáceas, el de los Nochtlis (tallos articulados, discoides y aplanados), y de los Comitls (tallos esferoides y algunos cilíndricos).

El grupo de los Nochtlis, conocido también como Nopalli, comprendía diversas especies cuya designación se hacía añadiendo al radical Nochtli, varias terminaciones que precisaban su clase. Aquí quedarían los actuales géneros, *Opuntia nopalea* y *epiphyllum*.

Con el nombre de Nopalnocheztli (nopal = opuntia / nocheztli = cochinilla), eran conocidos los nopales en que se criaba la cochinilla, de los que se extraía la grana, uno de los colorantes para teñir telas. Dice Hernández en su obra,

"De Nopalnecheztli seu Cocco Indico in tunis quibsdam nouscente:"

El padre Clavijero indica que "... desde los tiempos de los reyes mexicanos, se tenía cuidado particular de criarlas, por el alimento de las cochinillas", aunque desde época de los aztecas según Alzate, "se sabía que ese insecto podía vivir sobre otras opuntias que los indios llamaban tialnopal (esto es nopal de tinte), pero cuando la cochinilla *coccus* invade a otros nopales, les viene la enfermedad llamada Chahuixtlenopal, causa de la cual éstas se enferman y crían moho amarillo.



Clavijero dice:

Aunque la planta que los haitianos llaman tunas, los mexicanos nochtli y los más antiguos llamaban opuntia o árbol de pala o higo de las Indias, ... según lo que hasta ahora he podido conocer, se encuentran 7 especies de tuna:

Iztacnochtli	=	Cuyo fruto es blanco (de Iztac blanco)
Coznochtli	=	Cuyo fruto es amarillo (de Coztli amarillo)
Tlatonochtli	=	O tuna de un blanco que tira a rubio
Tlapalnochtli	=	Color de grana
Tzaponochtli	=	Zapote (semejanza al tzapotl)
Lacanochtli	=	O tuna herbácea silvestre
Xoconochtli	=	Semejante al anterior pero con hojas y fruto ácido de donde viene el nombre

La iconografía indígena nos ha legado numerosas representaciones de este género de plantas y entre ellas cabe señalar el Tenochtli o tuna de piedra, incluida en el escudo de la fundación de la Gran Tenochtitlan (en el códice Mendocino - lámina 2).

Tenochtitlan	=	Cerca de los nopales de Dios o que pertenecen a los bienes del templo.
Xoconocho	=	Soconusco (tunas agrias)

Nochtepec = Cerro o lugar de tunas  
Nocheztlán = (Nocheztla) Abunda la grana. (1)

## CLASIFICACION BOTANICA DEL NOPAL

---

REINO:	Vegetal
ORDEN:	Cactales
FAMILIA:	Cactáceas
TRIBU:	Opunteoideas
GENERO:	Opuntia
SUB-GENERO:	Cylindropuntia (cladodios, muy espinosas, cilíndricas) No es útil por su fruta, sino en conservación de suelos.
SUB-GENERO:	Platyopuntia (artículos planos). Se presenta por la calidad y abundancia de tuna. Según el porte y hábitos del tallo pueden ser:  1) <u>Rastreras</u> - carecen de tronco bien definido y los artículos se encuentran unidos entre sí; las ramas se extienden a nivel del suelo.  2) <u>Fructescentes</u> - Tienen tallo principal con ramificaciones; están en las aliparicies (nopales monteses o ficus - indica).  3) <u>Arborescentes</u> - Tronco cilíndrico bien desarrollado, formado por artículos viejos que pierden poco a poco su forma discoide del tronco por tener numerosas ramas.

ESPECIE:	Más de 150 especies y variedades
PLANTA:	Espermatofita, angiosperma, dicotiledonea.
FLORES:	Hermafroditas, hemicíclica, con el eje floral frecuentemente largo.
GINECEO:	Infero, sincarpico - de 3 a 8 carpelos
OVULOS:	Numerosos sobre placentas parietales
FRUTO:	Baya poliesperma
SEMILLA:	Con cotiledones muy pequeños
HOJAS:	Reducidas y caducas
TRONCO:	Irregular, cilíndrico, con ramificaciones (pencas) comprimidas y aovadas, provistas de espinas.

De acuerdo a las características de las especies, se dividen las *Platyopunteas* en:

( 258 especies, de las cuales 100 existen en México )

- a) Pubescentes: les faltan los aguijones, los cuales están sustituidos por glóquidas - *Opuntia microdasys*
- b) Eriníferos: con espinas cetosas - *Opuntia orbiculata*
- c) Flavespinas y Fulvespinas: de espinas color amarillo, como la tuna *Opuntia tuna* Miller
- d) Albespinas: con espinas blancas - *Opuntia cardona*
- e) Subinermis: les faltan espinas, aunque pueden estar sustituidas por cerdas - *Opuntia ficus-indica*

Clave de las Series del Sub-Género de *Platyopunteas*

1. Pumilae: Tallos perenes, flores hermafroditas, artfculos que se desprenden fácilmente, cilíndricos y aplanados
2. Tuna Articular: Que no se desprende fácilmente, muy grandes, aplanadas.
3. Baselares: Artfculos persistentes, que no se desprenden en aréolas pequeñas (1 a 2 mD), muy juntos entre si.
4. Setespenal: Aréolas grandes, por lo común distantes. Especies caféas o amarillas. (blanca: *Opuntia selespina*)
5. Phacacaphae: Plantas arborescentes
6. Dilleneanae: Epidermis
7. Macdougleanas: Con epidermis pubescente, al menos la del ovario
8. Tomentosae: Espina cuando existen blancas o amarillas, con epidermis pubescente. Las espinas son aciculares.
9. Leucotrechae: Con espinas cetosas y flexibles
10. Criniferas: Con epidermis glabra y aréolas provistas de pelos largos y sedosos.
11. Ficus-indicae: Aréolas desprovistas de pelos largos, artfculos verdes o verde azulados. Es una planta sin espinas o con escasas espinas cortas.
12. Streptacanthae: Plantas espinosas, al menos en artfculos viejos.
13. Robustae: Artfculos azules
14. Stenopetalae: Planta con flores unisexuales

15. Chaffeyanas: Con tallos azules, muy delgados

16. Elaticres: Plantas arborescentes

Es imposible e innecesario en un trabajo como este y para los fines que se persiguen, describir todas y cada una de las series y las especies que les corresponden, por cuyo motivo se tratan algunas de éstas.

Serie Dilleneanae: *Opuntia tapone*

Serie Leucotrichae: *Opuntia leucotrichae* (duraznillo)

Serie Ficus-Indicae: *Opuntia ficus-indicae* (nopal de Castilla)

Serie Streptacanthae: Esta serie es muy conocida en el país. *Opuntia hyleacantho* - *Opuntia streptacanthae* o cardona - *Opuntia amyclaea tenare* u *Opuntia alfajayuca* - *Opuntia negacontheae* u *Opuntia griffetto*.

Serie Robustae: *Robusto Wendlad* u *Opuntia weber*, *fuemana greffeths* (tapone).

## BIOLOGIA DEL NOPAL

### LA RAIZ

Finalidad: Fijación y alimentación de la planta, aún cuando el suelo sea permeable y profundo. La raíz principal sólo profundiza de 60 a 75 cms. por término medio, a menos de que se trate de ejemplares altos y los vientos dominantes amenacen su fijación.

Las raíces secundarias se extienden horizontal pero superficialmente a unos cuantos centímetros de profundidad; las que propiamente alimentan a la planta son aquéllas que se desarrollan durante la temporada de lluvias y consisten en fascículos de raíces absorbentes (cadenas), las cuales se marchitan al terminarse la humedad del suelo o sea que su función anual es limitada a la época lluviosa.

### EL TALLO

Se da el nombre de "penca", refiriéndose al nopal a cada uno de los artculos que van marcando el desarrollo de la planta o sea a cada uno de los retoños, los cuales a las pocas horas de nacer ya van adquiriendo sus cualidades y forma características (constitución carnosa y suave, aplastada o redonda, o forma de pala, según la variedad de que se trate) estas pencas constituyen el tallo del nopal.

El nopal al nacer es un filamento de forma cilíndrica alargada, vellosa,

muy delicado, que no llega a adquirir su forma característica de penca y así dura el primer año; de ésta nace otra, posiblemente dos, también cilíndricas en forma de pala poco más formadas; de éstas a su vez brotan nuevas pencas, siendo esto el proceso de formación del tallo y de las ramas de un nopal.

Los brotes o retoños de un nopal adulto en su primer período de 24 a 40 horas son penquitas tiernas de 5 a 10 ó 15 cms. de diámetro, sin filamentos internos y cubiertas de espinas jóvenes, aún carnosas en su base de las cuales han brotado hojas caducas que tienen forma de un cuernito herbáceo; las penquitas en este estado son las que se aprovechan como "nopalitos".

En las pencas, desde jóvenes se van formando filamentos internos, elásticos y de cierta resistencia, los cuales con la edad van aumentando su fuerza en relación con el carácter que en la plama van desempeñando las pencas hasta constituir el esqueleto leñoso de la planta, pues a las primeras pencas toca constituir el tronco, a las posteriores. Después de fructificar pasan a ser las ramas de las que a su vez dependen las últimas pencas que son las que se encuentran en proceso de fructificación y producción de nuevas pencas.

El tallo comprende tronco, brazos y pencas en las cactáceas Opuntias (nopales) y tiene la función de ser:



El principal órgano de almacenamiento de materiales nutritivos para cuya finalidad adquieren formas bastante voluminosas, llegando a ser cilíndricas irregulares, teniendo así menor superficie expuesta a los agentes de evaporación, tiene parte de la función propia de las hojas de los vegetales (asimilación clorofiliana, respiración y transpiración) además de intervenir en la conducción y movimiento del material nutritivo es regulador del mismo.

Antes de la deformación del tronco, se registra el aniquilamiento de las pencas y brazos (un tallo de nopal bien provisto de su líquido vital se sostiene dos años de sequía). Si a un nopal bien provisto después de su fructificación se le aísla del suelo, se verá que después de un año fructificará sostenido únicamente por sus reservas.

Los efectos de las sequías se ven en el cambio en las pencas, un adelgazamiento de ellas pasando del color verde al amarillo cenizo.

### ESTRUCTURA

La superficie de las pencas es lisa, opaca, su coloración siempre verde, de distintas tonalidades según la especie.

La cubierta o epidermis está formada por una capa de células, cuya estructura varía con la edad, pues son las distintas las que cubren la parte media del tallo o sea los brazos y éstas de las que encuentran en el tronco cerca

de la raíz. Los de las pencas en crecimiento son pequeños y sus paredes son las que impiden la fuerte evaporación, están formadas por varias capas celulósicas superpuestas, de las que la externa constituye la cutícula que es bastante gruesa e impermeable; en algunas variedades de nopal esta cutícula está cubierta por una capa cerosa de más o menos espesor y a ella se debe la coloración grisácea o azulosa (nopal carnoso tapón - *Opuntia duranguensis*); este material se encuentra en forma de escamas, prismas o gránulos que al menor roce se desprende, quedando en el lugar una mancha verdosa.

El protoplasma de las células carece de cloroleucitos y contiene cristales de oxalato de calcio. Debajo de la epidermis se encuentra una capa de células más grandes, prismáticas, sin cloroplastos, pero que contiene cristales de oxalato de calcio en la epidermis (o capa cristalina) por la abundancia de cristales.

Después de la epidermis se encuentra el parénquima, que efectúa la función clorofiliana (compuesto de capas prismáticas grandes y alargadas de paredes simples y abundante protoplasma, con cloroleucitos y concreciones de oxalato de calcio); en este parénquima se encuentran espacios aereolongitudinales, que se ponen en relación con la atmósfera por medio de los estomas, facilitando los intercambios gaseosos en los parénquimas internos.

Las graduales transiciones se pasan al parénquima colector o de células redondas, que es la zona central de la penca; este tejido es el más desarrollado de bastante espesor y en él se almacena preferentemente el agua, sus células son grandes, esféricas, de paredes delgadas, y provistas de abundante mucilago; hay también cloroleucitos y oxalato de calcio.

Las sustancias resultantes del metabolismo celular y que frecuentemente se encuentran en las células de los tejidos de estas plantas, son almidón, mucilago, goma, ácidos orgánicos, cristales de sílice y aún alcaloides.

El oxalato de calcio es muy abundante y en algunas especies llega a constituir hasta el 85% de las cenizas. La acumulación de estos cristales en forma de agrupaciones globosas; ya sea en las células epidérmica o parénquima, o en la médula de tallos y rafces, es mucho más abundante en las plantas viejas.

Los cristales de sílice suelen encontrarse en los tejidos viejos de especies arborescentes, debiéndose a ello en parte la dureza de las mismas.

Algunos nopales producen una goma, la cual se vierte escurriendo por los tallos viejos; es de color blanco cristalino y se endurece y opaca al contacto con el aire. se denomina goma del nopal,

Los estomas, como ya se dijo, son los puntos de contacto entre la atmósfera y los espacios aéreos del parénquima y se encuentra en el fondo de depresiones epidérmicas en las cámaras subestomáticas.

Las aréolas se consideran como generatrices de ramas u hojas que no se desarrollaron; en estos órganos aparecen las espinas, las hojas transitorias y algunas excrescencias como las gloquidas (ahuates), los pelos y el fieltro lanoso de algunas especies. Las espinas deben considerarse como ramas u hojas modificadas por la sequía atmosférica; en su estructura, intervienen tejidos epidérmicos y subepidérmicos fuertemente ligados entre cuyos elementos constitutivos figura la cabeza. Las distancias entre aréolas es variable y en algunas variedades de nopal carecen de espinas o éstas son raíces.

Las espinas son la defensa del nopal, contra el ataque de los animales, además, esta armadura espinosa protege a las plantas de la acción directa de los rayos del sol y mantienen entre el cuerpo de la penca y la trama que forman, una capa de aire que atenúa los cambios bruscos de temperatura.

La época de brote de nuevas pencas (nopalitos) es pasado el invierno, en primavera. En alguna forma deben influir los vientos en la época de nacimiento o brote de pencas - si los vientos son fuertes, mayor será la producción de renuevas.

Hay años en períodos que varían de 3 a 5. en que es tal el aumento de producción de nueva penca que se tiene por seguro que la cosecha de tuna será mala y se dice ...este año fue de renuevo, o en caso contrario, ... este año será de tunas.

El peso de las pencas varía según la variedad, para las cultivadas es de 1.5 a 2.0 kg. y la silvestre es de 1.0 kg.

### LAS HOJAS

Las hojas del nopal sólo existen en los renuevos de pencas (nopalitos), cuando están tiernos; son hojitas cilíndricas y caducas, con la forma de un cuernito herbáceo, en cuya axila se hallan las aréolas en las cuales brotan las espinas. Las hojas desaparecen completamente al alcanzar la penca cierto grado de desarrollo o sea en unos cuantos días, en cuyo lugar quedan las espinas.

### LA FLOR

En los nopales, las flores se producen en las aréolas que se encuentran en la parte superior de las pencas, de uno a tres años de edad cada aréola produce por lo general una flor, aunque no en una misma época de floración; ya que en unas puede brotar al primero, segundo o tercer año. Son separadas, se unen en la parte inferior y están dispuestas en espiral y en número indeterminado, teniendo la forma de escamas: sus

pétalos poseen colores vivos, amarillo, anaranjado, rojo, rosa, salmón, según la variedad del nopal. Se abre a la salida del sol y es muy sensible a las radiaciones luminosas.

Tienen numerosos estambres más largos que la mitad de la corola, con filamentos blancos y las antenas amarillas. El estilo es grueso, rojo o rosa y se abre en cinco o seis estigmas. El ovario es infero dentro de él, hay 4 ejes de placentas parietales, con muchos óvulos cada una.

Los estambres maduran primero que los pistilos, siendo por lo tanto su polinización, cruzada y esomófila; los brillantes colores de las piezas de la corola, así como el hecho de que la flor sea melífera, tiene por objeto atraer a los insectos (homópteros y dípteros).

Por lo general son flores hemafroditas anatómicas y casi siempre fisiológicamente; algunas sin embargo, son unisexuales por atrofia del endocoo o del ginocoo respectivamente, según se ha observado en la *Cpuntia robusta*.

Una vez efectuada la fecundación, el periantio se marchita y cae pero a veces permanece seco, adherido al fruto por algún tiempo.

#### LA FRUTA - ( TUNA )

Su peso fluctúa entre 30 y 180 gms., dependiendo del grueso de la cáscara. Su maduración comienza en los meses de junio y julio, cubierta

por un epicarpio (cáscara), con haces de ahuates (la pulpa, rica en azúcares, agua, etc.

Es una baya unicelular, poliesperma, globosa-carnosa, de forma ovoide, esférica, o de clava, sus dimensiones y coloración pueden variar según la especie, de 4 a 12.0 cm. de longitud y de color rojo morado, anaranjado amarillo, rojizo, amarillo canario, amarillo limón. No siempre el color de la cáscara de la tuna es el mismo del de la pulpa o el de ésta es menos intenso.

El pericarpio o cáscara de este fruto carnoso, forrado exteriormente por una cutícula delgada, pergaminosa, opaca o lustrosa y provisto de pequeños tubérculos aislados repartidos proporcionalmente, los cuales por lo regular tienen numerosas "gloquidas" (grupo de espinitas, denominadas ahuates, o bien cerdas, lana o simplemente tubérculos abultados). La parte carnosa de la cáscara es mucilagínosa, posiblemente de constitución parenquematosa celular, cuyo protoplasma contiene cloroplastos, carotina y antocianinas para los efectos de la coloración de las partes del fruto.

La pulpa es carnosa y está formada por los funículos largos y esponjados de las semillas, las cuales contienen jugos azucarados, de coloración clara (más que la cutícula). Cada semilla con sus funículos forma una unidad globular, las que estrechamente unidas entre sí forman la globosidad de la pulpa.

La semilla se encuentra proporcionalmente repartida en todo el volumen de la pulpa; su número, forma, tamaño y color también varían según la especie; su número puede ser de 50 semillas en las frutas chicas a unas 100 en las grandes; son ovoides y más o menos auriculares, aplanadas. La envoltura exterior es pard amarillenta o bien listada café obscuro brillante o mate, siendo su constitución de tal dureza que casi no es masticable y no es digerible. Para determinar la cantidad de semilla, se ha encontrado, como promedio, que el peso de la semilla en relación total del fruto es de 4.5% para algunas variedades silvestres comestibles, bajando hasta 3.0% y a veces al 1.5% en las mejores variedades cultivadas y silvestres. La tuna taponada más semillas, las cuales germinan a los 12 ó 15 días.

El cultivo tiene gran influencia en la reducción del número de semillas de la misma tuna. La tuna está sentada sin pedúnculo en las pencas; esta circunstancia dificulta su desprendimiento y en ocasiones se corta parte de la misma penca.

Las variedades de nopal precoz dan principio a su fructificación en mayo (tuna taponada silvestre y camuesa cultivada). Las del tiempo dan fruto en julio (cardona silvestre, castilla y la temporada termina en septiembre, aunque hay algunas tardías de septiembre a octubre (tuna amarilla alfajayucan.)).

En la determinación de materia sólida en el análisis de este fruto no se incluyen las semillas. Se calcula el peso de estas semillas tomando la diferencia entre el total de materia sólida y los sólidos solubles. El



peso total se conoce calculando el peso específico.

La cantidad de proteína que contiene el fruto (0.5%), igual que la manzana, pera y durazno, unida a su riqueza en azúcar (10%), dan enorme importancia a su valor alimenticio. Es tal su importancia que en los lugares donde se produce constituye la tuna cardona el principal alimento de la gente de campo.

Contiene mucilago, sustancias pécticas y ácidos orgánicos. La sustancia mucilaginosa se encuentra sobre todo en la cáscara, que es una modificación morfológica del tallo. Es fácil notar la presencia de esta sustancia observando que el jugo de la cáscara es más viscoso que el de la pulpa.

No se altera la composición de la pulpa y cáscara teniendo el fruto almacenado, pero sí disminuye en algo su peso total, notándose que esta alteración afecta sobre todo a la pulpa que pierde parte de su peso, en tanto que la cáscara aumenta. Claramente indica esto que el agua del fruto pasa de la pulpa a la cáscara, pero este cambio no influye la composición íntima.

Según los análisis obtenidos antes y después de guardarse las tunas sufren otra alteración, como el aumento de acidez, tanto en la pulpa como en la cáscara. En la pulpa 0.05% y en la cáscara 0.21%, con este aumento corresponde a la mitad del promedio normal de acidez en otras especies de tunas.

Debido a esta ventaja, la tuna cardona es la más propia para ser guardada en conservación.

Cosecha del Fruto: Los métodos usados en la recolección del fruto varía, según el objeto a que se destine.

Cuando se cosecha la tuna para el consumo inmediato o cuando debe ser trasladada al sitio donde se va a beneficiar, la operación se efectúa pelando o despegando la pulpa de su cáscara en el mismo nopal que la produce y sin separar la cáscara de la penca.

2 Con una filosa navaja hacen una incisión en el borde superior de la tuna (el tapón), prolongando el corte hacia abajo y en sentido curvilíneo, desprendiendo así una hoja angosta de la cáscara; luego introducen los dedos índice pulgar y medio de la mano izquierda, forzando la abertura de la cáscara entre ésta y la pulpa, evitando el contacto con la espina de la primera y dejando libre la pulpa entre los dedos.

La incisión en la cáscara se hace únicamente hasta dejar descubierta la pulpa y sin desprender aquélla de la penca a que está unida la tuna.

1 La operación se practica en el mismo nopal en las pencas que estén al alcance del peón y en el caso opuesto es bajada la penca cargada de fruto; cortándola por la mitad con ayuda de una vara provista en su extremo de una navaja curva. Este instrumento recibe el nombre de gancho. Enseguida son sacudidas con ramas para desprender las espinas. El peón practica la operación hincando una rodilla en tierra y apoyando el pie libre en la penca y va extrayendo la pulpa a cada tuna.

Los peones desarrollan una habilidad y rapidez verdaderamente notables en esta operación, avanzando en su trabajo hasta cumplir determinadas tareas y cantidades de tunas peladas que han de suministrar; esto es cuando las emplean en la fábrica de melcocha o pulpa.

Preparación para el Mercado: Cuando los frutos son destinados al mercado y transportados lejos, se necesita más cuidado y precaución al cortar la tuna, que es desprendida con todo y cáscara de la penca, con una navaja. Enseguida hay que limpiarla de espina para facilitar el manejo y consumo. El medio más común de hacerlo consiste en golpearlas y cepillarlas fuertemente con un manojo de zacate o con la hierba de la tuna "vara blanca" (*Zaluzania angusta*), que abunda mucho en el campo y crece al pie de los nopales y con la cual también es empacada.

Otro método de limpiar la tuna consiste en <sup>d</sup>sumergirla en baldes con agua y agitarlas, entonces los aguates flotan y se tiran con el agua. Los ahuates o espinillas son el obstáculo mayor para el fácil consumo y manejo de este fruto.

El transporte se hace empacándolas en huacales de vara o cajas: cuando la tuna se ha de transportar a distancias, hay que tener la precaución de evitar que se golpeen al cortarlas o empacarlas y deben dejarse con las espinillas o ahuates que favorecen la conservación.

Conservación del Fruto: Las tunas se pueden conservar frescas, debido a la estructura particular de todas las cactáceas, resguardadas con esa fuerte cutícula que impide la evaporación y ataque de los insectos.

La duración de las tunas depende sobre todo de que haya sido cortada

antes de su completa madurez y con cuidado de no golpearlas.

La tuna cardona (*Opuntia streptacanthae*) permanece en buen estado de 2 a 3 semanas, en los mercados al aire libre.

### VARIEDADES DE NOPALES MAS COMUNES EN MEXICO

#### Nopal Cuijo (*Opuntia engelmannii*)

Este nopal es bastante reducido de tamaño, tanto la planta en su mayor desarrollo, como sus pencas o artfculos. Alcanza hasta 2 metros de altura y sin tronco, artfculos de 20 cms. de diámetro y de color aceituna; aréolas bastante grandes, con mucha borra y muchas espinas de 3 a 4 cms. de longitud, numerosfsimos ahuates. Flores de color amarillo y a veces se presentan color rosa. Fruta demasiado chica - 3 a 5 cms. de largo -, globosa de color rojo y púrpúreo, sabor dulce o con más frecuencia enteramente ácida. No se saca de él ningún producto, no se utilizan sus artfculos para la alimentación de ganado, debido a su tamaño corto y por ser laborioso el chamuscado.

#### Nopal Duraznillo (*Opuntia leucotricha*)

Es un nopal algo distinto de las demás variedades más comunes. Su altura varfa de 3 a 5 m., con una grande copa; sus pencas son de forma oblonga u orbicular, pubescentes, con aréolas muy juntas; su color es algo amarillento en vez de ser verde de diversas tonalidades como en las demás especies; sus espinas se alargan y adelgazan con la edad y se van

convirtiendo en espinillas diminutas que imitan pelos o cerdas; son de color blanco y a veces amarillo; bracea mucho y llega a adquirir gran desarrollo por la cantidad de artículos y renuevos. Su flor es muy grande, con anchos pétalos de color amarillo subido y estilo rojo púrpura.

El fruto de este nopal es muy diferente de los comúnmente utilizados; su pulpa es fragante y aromática y no queda desprendida de la cáscara al llegar a su madurez. De 4 a 6 cms. de largo, sus ahuates fácilmente se desprenden con sólo frotar la cáscara con ramas, circunstancia que influye en que algunos lo comen con todo y pericarpio; su pulpa es de color amarillo claro y blanco verdoso.

En otras regiones, el nopal duraznillo presenta plantas que producen frutos de corteza y pulpa roja y se ha llegado a creer que se trata de 2 especies distintas por lo menos de 2 variedades bien definidas, pero la razón está en las condiciones internas de individuos de la misma especie que puede explicar la fisiología.

#### Nopal Manso (*Opuntia megacanthae*) - Nopal de Castilla

Nopal erecto y arbóreo, de 5 ó más m. de altura, con tronco cilíndrico que se vuelve leñoso con la edad; sus artículos son elípticos o abovedados y a menudo oblicuos, de 40 a 50 cms. de largo, llegando en los grandes ejemplares de este nopal hasta 60 cms.; es muy espinoso, flores amarillas, fruto de color amarillo claro, muy jugoso, rico en azúcares (empalaga, dicen los rancheros). No se extrae ningún producto de

esta tuna, pero en su consumo como fruta es de las más apreciadas. Se acostumbra mucho en forma seca o pasada (tuna pasa). Reputada como una de las mejores variedades de tuna comestible. (Crece silvestre en las Islas Hawaii).

#### Nopales Aguamielito y Negrito (Opuntia streptacanthae)

Variedades muy semejantes a la cardona. Los nombres que han recibido estas dos variedades muy semejantes entre si (altura enteramente igual, de 2.5 a 4 mts. ), provienen de las cualidades o características sobresalientes de sus frutas o tunas. El primero es muy jugoso y rico en azúcares y de tamaño inferior a la cardona; el segundo es de color rojo muy oscuro y menos rico en azúcares.

Estas tunas producen pulque (colonche) de regular calidad.

#### Nopal Pelón ( Opuntia máxima / Ficus-indica )

Es el nopal más corpulento de las especies cultivadas o mejoradas por el cultivo.

Es una planta muy erecta y prolfera, de 4 a 5 mts. de altura, con un tronco cilíndrico que se vuelve leñoso con la edad; artículos gruesos e inermes; rara vez con una espina solitaria. Sus flores son amarillas. Desde que está tierna la planta bracea o ramifica mucho. Su fruto es abovedado y rojizo, más de 6 a 8 cms. de largo. Su cáscara, al ser desprovista de cutícula o pellejo, presenta un color anaranjado o ligeramente amarillo y rojo. Su pulpa es de color más acentuado. Es una de las tunas de mayor tamaño y de excelente calidad; muy rica en azúcares. Es muy importante como forrajero, por la

característica de carecer de espinas que lo hace que el ganado lo coma fácilmente.

Esta variedad tan importante de nopal, el famoso nopal sin espinas, era conocido en la época de los aztecas, quienes lo llamaban noxtli; después los conquistadores le dieron el nombre de tuna.

Este nopal pertenece a la importante serie subgénero de las Opuntias llamadas Ficus-Índica, a la que también pertenecen las variedades de las tunas con los nombres de "tuna de Castilla", "tuna apastillada", "tuna ranchera", "tuna alfanayuca".

#### Nopal Memelo ( Opuntia streptacantha )

Raza o variedad de cardona, originada por el cultivo. Se identifica casi con el cardón, tanto en corpulencia y estructura de la planta como en la calidad de su fruto. La diferencia estriba en la forma de sus artículos o pencas, que son alargadas y en su manera de ramificar, que tiende más bien a crecer en altura que a extenderse. Es muy abundante su producción de fruto y de buena calidad.

Mezclando 1/3 de esta tuna y 2/3 de cardona, no se nota la diferencia. Es útil para fabricar "colonche"

#### Nopal Harton ( Opuntia streptacanthae )

Raza o variedad de cardona originada por el cultivo. Muy parecido al anterior, tanto en el modo de desarrollarse como en la forma de sus pencas (para poder distinguirlos se requiere práctica). Su fruto es de color rojizo y de inferior clase, pues contiene un número mayor de semillas, y por lo

tanto su rendimiento es inferior comparado con las anteriores.

Este nopal se utiliza también mucho en la formación de cercos, aunque tiene la misma desventaja que el anterior, por su crecimiento, que es más bien longitudinal.

#### Nopal Tapón (Opuntia duranguensis)

Esta especie no se distingue por su altura como las anteriores; es prostrado y de ramas esparcidas; altura de 1 m. a 1.5 m. aunque por excepción se encuentran individuos más altos. Sus artículos gruesos grandes, de 30 a 45 cms. de largo por 28 a 40 cms. de ancho, aréolas muy juntas y de forma orbicular, provistas de 3 a 5 espinas amarillas en su base y de longitud regular, alcanzando las más largas hasta 8 cms.

Las pencas jóvenes tienen una coloración especial, amarillo verdoso y presentan hojuelas bastante desarrolladas; su epidermis es más espesa que en las otras especies; está incrustada con cristales de oxalato de calcio, a excepción de los lugares ocupados por los estomas.

Sus flores son de color amarillo-ámbar y a veces se presentan de color salmón, de tamaño regular y muy semejantes a las del nopal duraznillo.

Su fruto consiste en una tuna globosa, de tamaño regular, de 4 a 6 cms. de color carmín, con la pulpa rojiza y sabor agradable; contiene gran número de semillas de tamaño extraordinario y perfectamente compactas por lo tanto indigerible, pudiendo atravesar impunemente el intestino y aún obstruirlo en las personas o animales que lo comen con exceso. Proviene de esta cir-



cunstancia, común a otras tunas, el nombre vulgar con que es conocido.

A pesar de que su sabor es agradable, y el fruto atractivo en apariencia, no se considera como buena especie de tuna comestible, debido a sus efectos dañinos en el aparato digestivo. Sin embargo, tiene regular aceptación en el mercado en su tiempo de madurez, pues como es muy precoz, madura este fruto antes de las demás especies de tunas conocidas, pero habiendo otra clase de tunas, deja de tener aceptación.

Este nopal ocupa el primer lugar por su importancia como forrajera en el distrito de San Luis La Paz, Gto., debido a que se desarrolla en gran escala en los potreros y agostaderos.

#### Nopal Camueso (*Opuntia camuessa* o *larreyi*)

Este nopal no es muy corpulento; el máximo de altura es de 2 a 3 m. sus artículos son grandes y carnosos, más bien arredonados que largos - 30 a 35 cms. -, por 3 a 4 de grueso -, y casi desprovisto de espinas. Su fruto es muy apreciado y grande, probablemente el más grande de las variedades de nopales cultivados. Alcanza hasta 10 cms. de largo de un rojo subido (guinda vulgarmente). Por ser esta tuna la primera en madurar, alcanza buenos precios en el mercado. Comienza a madurar en mayo, a principios. No se explota esta tuna para extraer ningún producto.

#### Nopal Cardón (*Opuntia streptacanthae*)

Nopal muy corpulento, arborescente, erecto, hasta de 3 m. de altura, con tronco de más de 65 cms. de largo y de color verde oscuro, aréolas

pequeñas y muy cercanas, espinas numerosas, grandes flores rojo guinda, fruto muy succulento y con menos semillas que las demás especies.

Su zona de distribución está localizada en la Mesa Central de México (San Luis Potosí, Zacatecas y San Luis La Paz, Gto. - fue cultivado por los Toltecas, según el Barón de Humboldt)

La época de fructificación del nopal cardón es de 3 meses. Esta planta se transforma en "queso de tuna", "miel de tuna", "vino de tuna" (colonche), "tuna pasada o seca". El residuo presta utilidades en la engorda de cerdos.

El fruto, conocido como tuna cardona (*Opuntia streptacanthae*), es sin duda alguna una de los más apreciados de todas las especies mexicanas. Su tamaño es más pequeño que el de otras variedades de tuna obtenidas por el cultivo, pero es preferida a todas por su sabor y no es dañina al comerse en grandes cantidades, como otras tunas.

El fruto es de color púrpura; la pulpa es de color acentuado, más que la cáscara; su forma es oval o subglobosa, de 4 a 5 cms. de diámetro.

Este producto es el mismo que se llama Prickly Pear (pera espinosa) en Estados Unidos, Indian Fig en Inglaterra, Berberian Figued o Indian Figue en Francia, Higo Chumbo en España, Tuna Cardona en Hispano-América.

#### VARIETADES DE TUNAS

##### SILVESTRES:

- a) Tapona                                      Tamaño regular, redonda, con ahuates y espina carnosa y pulpa, grandes semillas aplanadas, poco

- dulce. Se cosecha en julio y agosto.
- b) Cuija Pequeña, color rojo claro o guinda, sabor dulce o agridulce, semilla abundante, aplanada.
- c) Duraznillo Muy pequeña y alargada, con ahuates desde la base pero algunas variedades sin espinas, color blanco amarillento en la cáscara y pulpa dulce o agria, semilla muy chica, con cáscara muy delgada, que puede comerse con ella. Se cosecha en agosto y octubre.
- d) Chaveña Tamaño regular, con ahuates desde la base, acompañada de espinas rudimentarias, color rojo claro, semilla ligeramente aplanada y redonda, de pulpa dulce.
- e) Tempranilla Ovalada, con pocos ahuates y espinas, color guinda cuando madura. Se cosecha en julio y agosto.
- f) Huesón Grande, costillada, con ahuates sólo en la mitad superior, semilla grande, abundante y aplanada, color guinda cuando madura, muy dulce. Se cosecha en julio y agosto.
- g) Ascarón Color rojo pálido, cáscara gruesa, con ahuates, desde la base, semilla redonda aplastada. Se cosecha en octubre y diciembre.
- h) Cochenexo Achatada, con ahuates y sin espinas, cáscara y pulpa rojo-guinda, cáscara gruesa, semilla grande y redonda. Se cosecha en agosto y octubre.

- i) Nudo Se cosecha en junio y julio
- j) Balleta Se cosecha en julio y agosto
- k) Barlotona Muy grande, cáscara gruesa, con aluates y espinillas hacia la punta, cáscara y pulpa amarillo claro, semilla redonda, aplanada y poco abundante, sabor algo desabrido. Se cosecha en julio y agosto.
- l) Rastrera chica Chica, sabor agrio, rojo oscuro, semilla redonda y aplanada. Se cosecha en julio y agosto.
- m) Rastrera Llamada de coyote, chica, sabor agrio, semilla casi redonda, cáscara y pulpa rojo quemado, aunque menos intenso en la pulpa. Se cosecha en julio y agosto.
- n) Moradilla Con muchas espinas, rudimentaria y con aluates, color morado-caoba. Se cosecha en julio y agosto.
- ñ) Jagueña Tamaño casi doble al de la cardona, muy dulce y mieluda, con bastante semilla. Se cosecha en julio y agosto.
- o) Camuesa Mediana, con variedades de fruta blanca, amarilla y rojo, muy dulce, semilla grande. Se cosecha en julio y agosto.
- p) Pachona Mediana, alargada, cáscara y pulpa guinda, con aluates y sin espinas, semilla alargada. Se cosecha en agosto y noviembre.

- q) Guilanchi Grande, achatada, cáscara y pulpa rojo pálido, cutícula muy delgada, con ahuates y espinas chicas muy dulce. Produce cólicos estomacales y acidez, comida antes o después que se ha comido carne, queso y leche. Se cosecha en julio y agosto.
- r) Cardona Pequeña, globosa, con muchos ahuates desde la base y pocas espinas rudimentarias, cáscara delgada, color rojo, muy dulce. Se cosecha en agosto y octubre.
- s) Cardona blanca Chica, globosa, con ahuates y sin espinas, cáscara y pulpa blanca, jugosa, muy dulce, sin ser empalagosa. Se seca del centro hacia afuera, puede comerse con todo y cáscara. Se cosecha en agosto y septiembre.

#### CULTIVADAS:

- a) Amarilla (Ficus-Indica) Grande, con ahuates desde la base, color amarillo, cáscara delgada; semilluda. Se cosecha en agosto y septiembre.
- b) Amarilla blanca (Ficus-Indica) Muy grande, con espinas largas rudimentarias desde la base, acompañada de ahuates, cáscara amarilla pálido y la pulpa blanca. Se cosecha en agosto y septiembre.

- c) Naranjona                      Chica, cáscara delgada y color anaranjado, con ahuates desde la punta hasta la base, semillas aplanadas y casi circulares. Se cosecha en julio y septiembre.
- d) Colegio                        Muy grande, con ahuates desde la base, espinillas color morado. Se cosecha en agosto y septiembre.
- e) Pelon  
(Ficus-Indica)                    Achatada, cáscara delgada, color anaranjado, sin espinas ni ahuates, muy dulce. Se cosecha en julio y agosto.
- f) Blanca cristalina  
(Leucotracha)                    Color rosado al madurar, cáscara delgada, con menos ahuates y espinas que la amarilla más corta por ser muy dulce, también se le llama cristalina mieluda; dura poco sin descomponerse después de madurar. Se cosecha en julio y junio.
- g) Blanca masuda                   Menos dulce que la cristalina, cáscara amarillenta, con poco ahuate, pulpa casi blanca, es más resistente que la cristalina. Se cosecha en julio y agosto.
- h) Amarilla pachona                Tamaño regular, con ahuates de color morado, con semilla redonda y aplanada. Se cosecha en julio y octubre.
- i) Alfajayucan                    Grande, con ahuates desde la base y espinillas, pulposa y muy jugosa, blanca amarillenta. Se cosecha en septiembre y noviembre.

- j) Redondilla                      Cáscara gruesa, morada, con semillas redondas y aplanadas. Se cosecha en agosto y septiembre.
- k) Morada                              Alargada, cáscara delgada y morada con ahuate desde la base hasta la punta, carnosas con poca semilla, semilla redonda y aplanada. Se cosecha en julio y agosto.
- l) Tapona de huerto              Grande, redonda, sin gloquidas ni espinas, cáscara y pulpa guindas, semillas grandes y escasas, dulce. Se cosecha en junio y julio.
- m) Castilla                            Grande, costillada, con ahuates sólo en la parte superior, acompañados de espinas desarrolladas, cáscara y pulpa color ciruela, semilla gruesa y cardiforme. Se cosecha en junio y julio.

Una tuna de tamaño regular en perfecto estado de madurez está compuesta por término medio de 55.8% de pulpa comestible y 39.2% de cáscara; la cantidad de semilla contenida en la pulpa representa el 5% del peso total del fruto.

Para el establecimiento de huertas dedicadas a la producción de tunas, se prefieren los climas semidesérticos, con lluvias en verano, de precipitación media, y no menor de 370 mm y humedad relativa del aire baja.

## RECOMENDACIONES PARA EL CULTIVO DEL NOPAL

---

### Selección de Variedades

Este aspecto es de gran importancia, ya que algunas veces las variedades se comportan en forma diferente cuando son plantadas en lugares con distintas características del suelo y clima.

Al hacer dicha selección, se tendrán en cuenta el saber si se piensa utilizarla para producción forrajera o para producción de fruto.

### Preparación del Terreno

Es conveniente eliminar la mayor parte de la vegetación existente en los terrenos, especialmente si se trata de arbustos, pasto, así como también quitar piedras y de ser posible, aflojarlo y emparejarlo.

### Plantación

Una vez descombrado el terreno, la plantación puede hacerse por dos sistemas principales; por medio de tandas o por medio de cepas, utilizando además, los métodos seguidos para la plantación de frutales.

### Plantación de Bordos

Quando se dispone de medios, es recomendable se hagan bordos, los cuales en caso de que el terreno sea inclinado deberán ser a nivel, se aconseja hacer este bordo en terreno más o menos profundo y con pocas piedras; se pueden hacer los bordos con bordeadora o con dos pares de arado de



ala grande por cada lado, emparejándola con pala si fuera necesario.

Las cepas deberán hacerse acumulando la tierra que se saque de ellas en la parte de atrás para que se capte mayor cantidad de agua de lluvia.

Las plantaciones en bordo deberán ser con distancias entre planta y planta de 3 m. y entre bordo y bordo, 4 m. Cuando las plantaciones se hacen en cepa, la distancia que se recomienda es de 3 x 4 m.

### Propagación

La propagación puede efectuarse por reproducción o multiplicación, ya sea espontánea o artificial. La propagación por reproducción es espontánea cuando la semilla cae de la planta y en el suelo encuentra condiciones favorables para germinar, dando origen a una nueva planta; es artificial cuando interviniendo la mano del hombre, la semilla es plantada. La propagación por multiplicación es espontánea cuando fragmentos de planta caen al suelo por cualquier circunstancia pero sin intervenir la mano del hombre, donde encontrando un ambiente favorable ese fragmento se prende del terreno por medio de brote de nuevas raíces originando así una nueva planta; o bien que de alguna parte de la raíz de la planta salga un brote para la formación de un nuevo individuo; es artificial cuando por la mano del hombre se obtuvieron nuevas plantas por acodo, estaca, injerto, etc.

Una vez maduro el fruto, puede permanecer en su sitio en circunstan-

cias favorables hasta por el término de 45 a 60 días o más tiempo en que si no es cosechado empieza a caer; los agentes que intervienen en la caída pueden ser el viento, la lluvia, pájaros, roedores, hormigas, y ya caído los agentes físicos o los animales se encargan de destruir la cáscara, quedando en libertad la semilla y en contacto con el suelo para poder germinar.

Los pájaros propagan la semilla, ya que injieren los frutos sin semilla y en caso dado, el aparato digestivo de éstos no las digiere y son arrojadas por el excremento.

La propagación por multiplicación espontánea es más efectiva que por medio de semilla. La efectúa la naturaleza y se efectúa como sigue:

Las fuertes sequías originan que algunas pencas superiores pierdan su vitalidad, se vuelvan flácidas y ya sean los vientos, lluvias o propia vitalidad las desprendan y caídas al suelo algunas logran sobrevivir, alimentadas por sus reservas, hasta que las condiciones físicas las favorecen para que crezcan raíces, se fijen en el suelo y crezca una nueva planta (ejemplo de esto es el nopal cardón).

Propagación por multiplicación artificial se hace plantando brazos o pencas, para lo cual se deben tener en cuenta los siguientes datos.

- Una peca plantada fructifica a los 4 ó 5 años
- Dos pencas plantadas fructifican a los 3 ó 4 años (esto es lo más conveniente).

- Tres pencas plantadas fructifican a los 2 ó 3 años
- Cuatro pencas plantadas fructifican al año o dos.

La vida de un nopal silvestre puede considerarse entre 20 y 50 años, según las condiciones físicas en que vegete.

### Reproducción por Semilla

El crecimiento es demasiado lento en este caso. Es notable la diferencia entre 2 plantas obtenidas una por semilla y otra por un artículo; al llegar a la madurez su desarrollo está en la proporción de 5 a 2. Se siembra en un vivero, del mismo modo que un árbol frutal, evitando que conserve mucha humedad la tierra. Cuando las plantitas han alcanzado una altura de 5 a 7 cms., lo más conveniente es pasarlas a un vivero especial. Para tenerlas separadas por espacio de 2 años y pasado ese tiempo se hace la plantación en el lugar definitivo.

### Plantación de Cepas

Conviene hacer cepas como de 25 cms. de profundidad, echando la tierra en la parte de abajo de la cepa, dándole la forma de media luna, a fin de que capte la mayor cantidad de agua de lluvia.

### Plantación para Obtención de Frutos

825 plantas por hectárea.

### Plantación para Producción Forrajera

Aquí conviene colocar las plantas más juntas, pues así se obtendrán mayores rendimientos de forraje por hectárea. Debido a las podas frecuentes no existirá amontonamiento de plantas. La distancia deberá ser de 2.5 m. de hilera a hilera y 1.5 m. de planta a planta, lo cual nos daría 2,665 plantas por hectárea, produciendo hasta 80 toneladas por hectárea.

### Podas

Las podas pueden ser de formación; éstas se hacen con el fin de eliminar las pencas mal colocadas, es decir aquellas que están dirigidas hacia abajo o que están en contacto con el suelo. Logrando por este medio evitar que las plantas crezcan demasiado altas, lo que dificulta la cosecha.

Podas de Fructificación: Esta poda tiene como principal objeto, el de que cuando se corten pencas para nuevas plantaciones se procuren tomar aquellas pencas que fructificaron el año anterior y que por lo tanto el año siguiente tendrán que producir pencas.

Las plantas deben tener de 2 a 3 raquetas, ya que si tienen una, su producción es tardía.

Al podar, conviene, de preferencia eliminar las pencas mal colocadas o las que hayan producido frutos el año anterior. Se deberá procurar no hacer daño a la planta porque se favorece que se pudran.

Podas Sanitarias: Se hacen en plantas viejas que tengan pencas enfermas o dañadas. Deberá evitarse que las pencas cortadas se golpeen y para la cosecha se recomienda el uso de guantes de cuero o pedazos de hule para sujetar las pencas, pero nunca picarlas. Una vez que se han cortado, deben dejarse secar o escurrir en lugar sombreado, para evitar las quemaduras del sol durante 10 ó 15 días (así se reduce el peso y son menos quebradizas).

En el momento de hacer la plantación, conviene no enterrar las pencas demasiado, especialmente si se utiliza una sola, debiendo procurar que quede recargada en el bordo una de las caras y la otra libre de tierra, es decir, destapada. Si son tres pencas aproximadamente, la mitad de la primera debe quedar enterrada y recargada sobre el bordo, así como parte de la segunda, con objeto de que se doble por falta de apoyo.

#### Prevención contra Daños de Ganado

Esto se logra cercando el terreno, aprovechando de preferencia los materiales propios de la región ( piedra )

#### Plagas

Serambfido: Es un mayate coleoptero, de color negro, parecido a los pinacates, con antenas muy largas, casi del tamaño del cuerpo.

Picudo pequeño del Nopal: Insecto de 3 a 4 mm., aspecto semejante a la

mosca común; pone sus huevecillos en la base de las espinas, naciendo barbitas pequeñas que son barrenadores, escurriendo una sustancia gomosa, y esto disminuye la producción.

Gusano Cebra: Este gusano proviene de una mariposa que pone sus huevecillos en las pencas, creciendo las larvas en la parte central de las pencas, formándose un abultamiento con aspecto de tumor. Este gusano crece cerca de 5 a 6 cms. de longitud, su cuerpo está cubierto de anillos morados observándose un pequeño hoyito cuando ha salido el adulto de las pencas.

Gusano de Colonia: Proviene de una mariposa, la cual pone sus huevos, de los cuales nacen muchos gusanos blancos que devoran rápidamente las pencas, pasando de unas a otras; al pie de las plantas se observa gran cantidad de desechos con aspecto de aserrín.

Chinches: Son insectos chupadores, como de 1 cm., de longitud, color rojizo, que forman grandes colonias, chupan la savia e inyectan sustancias venenosas a la planta; cuando el número de insectos es grande, matan a la planta o cuando menos hay una notable disminución de la producción, tomando las pencas una coloración café oscuro.

Picudo Rayado: Este insecto también deposita sus huevos en las pencas y al nacer, los gusanos se introducen en las pencas y devoran la pulpa observándose secreciones gomosas; es de color café oscuro y rayas amarillas en el lomo. (2)

## LUGARES PARA EL DESARROLLO DEL NOPAL.

### Temperatura que les Favorece

Se desarrolla en la región que está situada a uno y otro lado del límite de demarcación de las Zonas Cálidas y Templadas (Trópico de Cáncer) entre los paralelos 21 y 26, clima que es modificado grandemente por la altitud de esta región. Altura media de 2, 000 a 2, 300 m. sobre el nivel del mar.

18°C es la temperatura media anual de las regiones donde vegeta esta planta; es muy perjudicada por las bajas bruscas de temperatura, en invierno. Por regla general, una temperatura inferior a 0°C le es muy perjudicial, sobre todo si ésta dura algunos días.

Atendiendo a la latitud, ya se dijo que aproximadamente su zona está limitada por los paralelos 21 y 26, para el desarrollo de las especies de nopales descritos, con excepción de la *Opuntia engelmannii* (cuijo), cuya zona de distribución se extiende desde la frontera norte de la República Mexicana, Sonora, Chihuahua ( en la región del Palo Chino, Sur de Ciudad Juárez, se encuentran con frecuencia ejemplares de este tipo ), hasta San Luis Potosí y Guanajuato.

### Naturaleza de los Terrenos donde Crece

El nopal se desarrolla en su estado natural, en las mesetas de los lugares elevados, en las laderas y últimos declives de las montañas, apro-

vechándose los terrenos pedregosos y arcillosos (malpais o iriazo, o tierra de origen basáltico).

Prospera en los terrenos áridos y secos, en su estado silvestre, siendo los terrenos ideales para su cultivo aquéllos en que la precipitación es favorable para el cultivo.

Su mejor desarrollo es proporcionado, hasta cierto punto, con la constancia de la humedad del terreno donde crezca; aunque en el cultivo no vendría de ninguna manera suministrar riegos, ya que es una característica de estas plantas, sobre todo las xerofitas, almacenar la humedad del suelo, proporcionada por las pocas lluvias en los lugares áridos.

La especie duranguense (tapón) es la que prospera en los lugares más altos (2,100 m), en mesetas "malpais", en la Sierra Madre Occidental, Estado de Durango.

La Robusta se recolecta en San Luis Potosí y Durango; es ésta la especie que más se ha cultivado; en Argentina es muy apreciada la leucotricha (duraznillo); es típica de las tierras de la Sierra Madre, en Durango y sus derivaciones en Zacatecas, donde forma verdaderos bosques de la especie engelmandi (cuijo), cuya zona de distribución es tan extensa en San Luis La Paz, Gto., la *Opuntia* rastreera Weber.

La especie *streptacanthae* (cardón) prefiere la tierra vegetal en lugares



próximos a los cultivos y aún en las laderas de las montañas; pero prospera muy rápido donde es atendido. Este predomina desde San Luis de la Paz, Gto., hasta San Luis Potosí y Zacatecas, aproximadamente a 1,500 y 2,500 m. de altitud.

Al norte del trópico, al irse acentuando la aridez, con mayor concentración de sales en el suelo y al hacerse más extremoso el clima, disminuyen las especies nopaleras y la población de ellas se vuelve más y más escasa hasta desaparecer del territorio. Cosa semejante sucede hacia el sur de la región, al cambiar las condiciones ecológicas, aunque en este caso la escasez y desaparición es menos acentuada.

Para el establecimiento de plantaciones comerciales, es evidente que con toda oportunidad deberán hacerse consideraciones de muy distinto orden. Unas agronómicas y otras económicas, tales como la selección de las especies y variedades tuneras que mejor se adapten en las exigencias del mercado, localización de las áreas de producción para asegurar los máximos y mejores rendimientos de fruto, la facilidad de obtener suficiente personal para la atención de las plantaciones, situación de las áreas de manera que tengan comunicación y transporte, sobre todo éste último, para la movilización oportuna y eficiente de la fruta, facilidad de servicios secundarios, como corriente eléctrica, talleres mecánicos para la reparación y acondicionamiento de maquinaria y equipo, planta de hielo, etc.

El tiempo es seco de octubre a mayo y húmedo de junio a septiembre.

El clima es el factor fundamental que determina la vegetación típica en una región.

La poca humedad es el factor limitativo del desarrollo vegetal y la fructificación de la zona; conviene precisar que la sequía es la diferencia entre las necesidades de las plantas y la disponibilidad de agua en el suelo, considerando la evaporación. La diferencia entre las necesidades y el abastecimiento de agua mide el grado de sequía.

#### Bosquejo Geológico

Son dominantes dos tipos de rocas:

Las Igneas: Granita, aplicas, andesíticas, riolitas, tolar riolilecas, basalto y arenas volcánicas.

Las Sedimentarias: Pizarras, calcáreas y areniscas, margos, calizas, tobos de relleno, conglomerados y brechas.

El pH de los suelos varía de 0.4 a 7.8; los más frecuentes están alrededor de 7.5; el pH baja al cambiar el clima del más árido al más húmedo.

En las figuras 1, 2, 3, 4, y 5 se encuentran dibujados sobre mapas, los lugares de desarrollo de las principales variedades de tunas en México (15) (16).

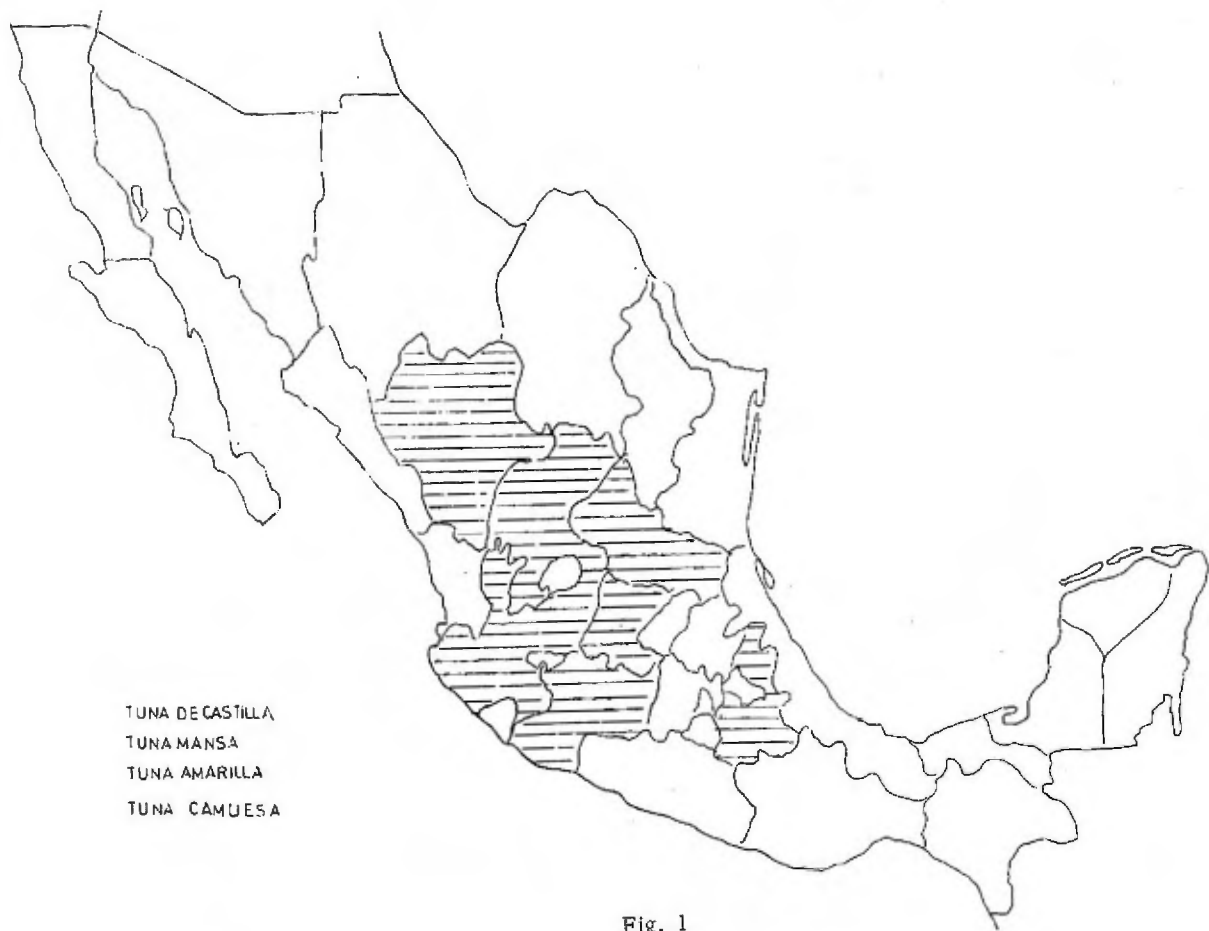


Fig. 1



TUNA SILVESTRE O DE MONTE

Fig. 2



TUNA CHAVENA

Fig. 3



TUNA TAPONA

Fig. 4



Fig. 5

## APROVECHAMIENTO DEL NOPAL

### La Planta:

1. Para plantaciones ordenadas, con fines forrajeros, comerciales o industriales.
2. Para repoblar montes destruidos.
3. Para reforestar zonas semidesérticas
4. Plantaciones para evitar la erosión del terreno y arrastres que azolvan presas y obras hidráulicas
5. Plantaciones para fijar dunas en los litorales
6. Para arboledas de cortinas rompe vientos
7. Para construir cercadas y setos vivos
8. Plantaciones para crfa de cochinilla, productora de colorantes o bien productora de goma laca

### La Penca:

1. Como forraje verde, de tiempo e invierno para ganado
2. Como forraje ensilado, achicalado, deshidratado
3. Como alimento del hombre (nopalito)
4. Para mitigar la sed de los animales
5. Para la elaboración de anticorrosivos
6. Partida en trozos y puesta en agua para clarificarla
7. Para la elaboración de caucho sintético



8. Para la elaboración de medicamentos
9. Para la elaboración de ciertos desincrustantes
10. Para la elaboración de perfumería y belleza

#### La Fruta

1. La pulpa como fruto y alimento del hombre
2. Como forraje verde para ganado
3. Para la venta como fruto de tiempo
4. Para jugo natural de tuna
5. Para la venta como fruto de almacenamiento
6. Para la elaboración de mermelada
7. Para la elaboración de miel de tuna
8. Para la elaboración de colonche (bebida fermentada)
9. Para la extracción de colorante
10. Para la elaboración de alcohol
11. Para la elaboración de vino
12. Para la elaboración de vinagre
13. Para la elaboración de azúcar
14. Para la elaboración de mieles industriales
15. Para la elaboración de frutas cristalizadas

#### Cáscara de la Tuna:

1. Como forraje verde para ganado

2. Como forraje ensilado, achicalado y deshidratado
3. Como materia prima para alimento compensado

#### Semilla de la Tuna:

1. Para la elaboración de aceite comestible de cocina
2. Como alimento para cerdos
3. Para la elaboración de alimento compensado
4. Para pastas forrajeras, cuyo valor alimenticio dado su elevado porcentaje de grasa es inferior al poder nutritivo del maíz, sólo en 25%.  
Después de tostar un poco la semilla para destruir en parte la correosidad de la testa, se machaca luego se prensa con energía y se obtiene el aceite.

#### La Fibra del Nopal:

1. Para tejidos bastos

#### La Parte Leñosa del Nopal

1. Para combustible leñoso y materias orgánicas de suelos

#### La Flor:

1. En apicultura
2. Como ornato

#### La Goma del Nopal:

No se conoce una aplicación práctica

El nopal se usa en la fabricación de colorantes para confitería, repostería, refresquería y para producción de alcohol metílico.

La baba para producir anticorrosivos. Del nopal se obtiene el caucho sintético. (En España se obtienen 226 kg./ha. de "hule", además de frutas y forrajes.

## **CAPITULO II**

- ASPECTOS GENERALES SOBRE LA CONSERVACION DE ALIMENTOS:
- METODOS DE CONSERVACION
- ASPECTOS NUTRITIVOS
- TRABAJO EXPERIMENTAL
- DIAGRAMA DE PROCESO DE LA TUNA
- DIAGRAMA DE LA PLANTA

## ASPECTOS GENERALES SOBRE LA CONSERVACION DE ALIMENTOS

---

Un gran problema que se presenta es que la mayoría de la gente vive en naciones con bajos niveles de industrialización y los alimentos preservados son componentes significantes en las dietas de las poblaciones de las naciones altamente industrializadas.

Actualmente, muchos países están en proceso de impulsar su industrialización como resultado, la gente que vive en las áreas de producción de alimentos se está movilizandó hacia las regiones donde existen posibilidades de vida más alta. Este desplazamiento de la población significa que los métodos mejorados de producción, almacenamiento, distribución de alimentos se requiere no solamente para alimentar poblaciones ya establecidas en las ciudades, sino también aquéllos que abandonaron las ocupaciones agrícolas, que anteriormente producian cuando menos sus propios alimentos. Ligado con este desarrollo está el explosivo aumento de la población humana sobre la tierra, aumento que se está concentrando también en las áreas metropolitanas del mundo.

Por otra parte, también es un hecho que ahora hay más gente en el mundo con niveles adecuados de vida que la que ha habido en la historia de la humanidad y esa gente está demandando alimentos de mejor calidad. La clase de alimentos que se necesitan resulta de la integración exitosa de los más

avanzados métodos de la tecnología de producción de alimentos con los métodos más funcionales de las tecnologías actuales de almacenamiento y distribución de alimentos.

La conservación comercial de alimentos mejora los suministros de alimentos. Esta conservación de los alimentos es muy importante ya que los productos hay que llevarlos de un punto a otro ya sea como materia prima o como producto terminado; existe otro punto muy importante y es el referido a la existencia de la materia prima, ya que en muchos casos sólo se puede conseguir en cierta época del año, la cual hay que aprovechar para almacenar la mayor cantidad posible y por consiguiente tenerla debidamente conservada.

## MÉTODOS DE CONSERVACION DE ALIMENTOS

Existen varios métodos de conservación como son la refrigeración, enlatado, secado, fermentación, aditivos químicos y radiaciones. A continuación se describen aquéllos que tienen una ingerencia con el tema de este trabajo.

### Refrigeración

Los micro organismos vivos tienen una temperatura que es la óptima para su crecimiento. Las altas temperaturas son perjudiciales; las bajas retardan considerablemente el metabolismo; las temperaturas cercanas al punto de congelación del agua son efectivas para reducir la velocidad a la cual se efectúa la respiración; se ha encontrado que tales temperaturas son importantes en la conservación de los alimentos por corto tiempo. Se estima que por cada descenso de  $10^{\circ}\text{C}$  en la temperatura, la velocidad de reacción es reducida a la mitad. Puede entonces iniciarse el almacenamiento a temperaturas alrededor de  $0^{\circ}$ -  $1.5^{\circ}\text{C}$  con el objeto de prolongar el periodo a que pueden ser almacenados los alimentos. El crecimiento de los micro organismos se ve retardado.

Generalmente se consideran tres tipos de micro organismos:

1. Aquéllos que su temperatura óptima de crecimiento es de  $55^{\circ}\text{C}$  y se les conoce como termófilos.
2. Aquéllos que la tienen a  $36^{\circ}\text{C}$  y son mesófilos
3. Aquéllos que tienen su desarrollo óptimo a menos de  $10^{\circ}\text{C}$  y se les conoce como psicófilos

El control de la temperatura es entonces un medio positivo para regular el crecimiento de los micro organismos en los alimentos. Sin embargo, debe de recordarse que el crecimiento es retardado, pero no detenido.

El hielo ha sido utilizado desde los primeros tiempos para poder prolongar la vida de almacenamiento de los alimentos. Una cualidad del hielo en el enfriamiento de alimentos es que éste no los deseca. Uno de los más importantes inventos del hombre es la refrigeración mecánica. En un sistema sencillo de amoníaco el gas absorbe energía cuando se expande. Este calor es tomado de la atmósfera, de la cámara o de los alrededores. El gas amoníaco expandido es entonces comprimido. Esto requiere que se aplique energía al sistema. El gas comprimido está ahora caliente. El calor es eliminado del gas comprimido haciendo circular agua o aire sobre los tubos que contienen el gas caliente. El gas es licuado. Este ciclo es entonces repetido. El gas se evapora bajo condiciones controladas, el gas toma calor, el gas caliente es comprimido, el calor es eliminado y el gas vuelve al estado líquido, con un sistema así es posible un control cuidadoso de la temperatura.

La refrigeración mecánica tiene también muchas características deseables. Los controles de temperatura de las cámaras de almacenamiento están dentro del poder del hombre en este respecto. Sin embargo, la refrigeración mecánica no tan solo enfría el alimento sino que también condensa humedad sobre el evaporador del sistema de refrigeración. Esta humedad viene del alimento. Por lo tanto, es necesario proteger el material alimenticio de



tal manera que la temperatura esté controlada y las pérdidas por humedad sean mínimas.

El tiempo que los alimentos se mantienen comestibles se aumenta almacenándolos a temperaturas menores de 4.5°C con excepción de los melones, tomates, etc., debido a que estos presentan una descomposición acelerada si la temperatura es menor de 4.5°C.

El calor corporal que debe ser eliminado es calor sensible. Los tejidos muertos no respiran. El cálculo de la refrigeración necesaria es una multiplicación del calor específico del alimento o materia prima por su masa que va a ser enfriada, deben de considerarse las pérdidas del calor del cuarto de almacenamiento, también las luces del cuarto, así como los hombres que laboren en ese cuarto, entre otras cosas.

El control de la temperatura en esos cuartos de almacenamiento es muy importante. Las variaciones en las condiciones deseadas pueden ser perjudiciales. Las variaciones en la temperatura pueden ser prevenidas si los cuartos de almacenamiento están suficientemente aislados, tienen un equipo de refrigeración adecuado y la diferencia en la temperatura de los serpentines refrigerantes y la temperatura del cuarto de almacenamiento es pequeña. Las fluctuaciones en la temperatura del cuarto tiende a provocar la condensación de la humedad sobre los productos almacenados.

La temperatura es más fácilmente controlada en cuartos grandes que en cámaras pequeñas, las cámaras de refrigeración grandes necesitan menos atención a este respecto, ya que si las dos cámaras se abren un mismo núme-

ro de veces en la cámara pequeña va a haber un mayor cambio de aire y por consiguiente de temperatura.

La humedad del aire en los cuartos de almacenamiento está relacionada directamente con el mantenimiento de la calidad de los productos.

El control de la humedad en el aire es difícil. El equipo moderno hace más exacto el control de la humedad. Para mantener un control adecuado de la humedad relativa en un cuarto de almacenamiento, es necesario tener una pequeña diferencia de temperatura entre los serpentines y el producto. Las válvulas en las líneas refrigerantes pueden ser usadas para controlar las temperatura de evaporación. Para aumentar la humedad puede ser rociado con vapor de agua dentro de la cámara controlada. Debe tenerse cuidado cuando se mueve mecánicamente el aire en una cámara de almacenamiento. Si se duplica el movimiento del aire se aumentan en un tercio las pérdidas de humedad. Si el contenido de humedad del aire al comenzar dicho movimiento es más bajo que el producto, la influencia secadora del movimiento del aire será drástica.

Para poder establecer el requerimiento de refrigeración para una cámara de cierto producto, es necesario conocer ciertos datos. Debemos conocer la temperatura inicial del alimento, temperatura final de almacenamiento, calor específico del alimento y la cantidad del alimento que va a ser puesta en la cámara. (10)

## Enlatado

Antecedentes del enlatado: La preservación de alimentos en envases cerrados esterilizados por calor fue realizada en la era napoleónica por N. Appert.

El método de Appert consistía principalmente:

1. Llenar el envase con el alimento que se deseaba conservar.
2. Cerrar herméticamente estos envases, cosa muy importante en el proceso.
3. Someter los envases cerrados a la acción del agua hirviendo en baño María, o en soluciones de electrolitos.
4. Remover los envases del agua al finalizar el tiempo fijado.

Un descendiente de Appert, Raymond Chavallier Appert, introdujo el uso de las autoclaves para procesar a temperaturas superiores al punto de ebullición del agua.

Penetración de calor: En el enlatado la conservación de los alimentos se logra básicamente por la destrucción térmica de los micro organismos presentes, lo cual se realiza por el proceso conocido como esterilización. Para llevar a cabo dicha esterilización, una vez cerrada la lata con el producto que se desea conservar, se coloca en un medio de calentamiento cuya temperatura sea más elevada que la temperatura ambiente, pudiendo ser agua caliente o vapor. En estas condiciones, el calor se transmite a la lata y de ésta al producto alimenticio que contiene por medio de conducción y/o

conveccion, dependiendo del alimento de que se trate. En el caso de una bebida enlatada, esta bebida puede recibir un tratamiento térmico previo y luego ser enlatada, una vez cerrada la lata se puede aplicar agua al exterior de la lata provocando el cambio brusco de temperaturas.

A pesar de que el enlatado de alimentos es universalmente empleado no es completamente satisfactorio, debido a que durante el proceso térmico que se da a los alimentos se producen cambios físicos y químicos, que ocasionan modificaciones en sus propiedades organolépticas y cambios en sus elementos nutritivos (11).

El objeto de un proceso térmico se puede definir como "el tiempo al que deberá someterse un alimento a una temperatura determinada para obtener su esterilización comercial. El tiempo de un proceso térmico depende de muchos factores: clase de alimento, características del equipo, la sanidad de la planta, control bacteriológico de la materia prima, acidez del alimento, contaminación inicial, etc.,

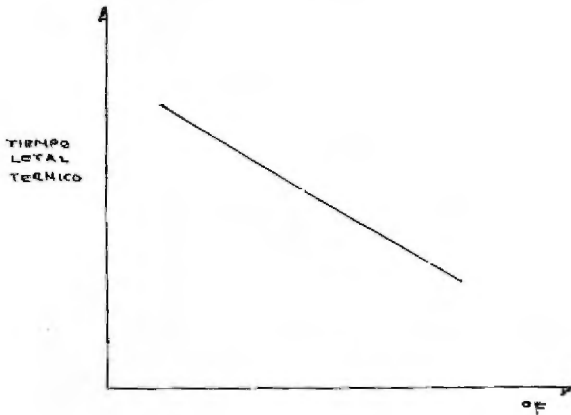
Los alimentos, según su acidez pueden ser clasificados en:

- a) Los de acidez baja  $\text{pH} = 5$  o mayores, en este grupo se encuentran las carnes, leches, productos marinos, etc.
- b) Los medianamente ácidos, con un  $\text{pH}$  de 5 a 4.5, aquí se encuentran algunas carnes y vegetales, así como sopas.
- c) Los ácidos con un  $\text{pH}$  de 4.5 a 3.7, entre estos se encuentran los tomates, peras, piñas y otras frutas.
- d) Los muy ácidos con  $\text{pH}$  de 3.7 a más bajos; como son los jugos de los cítricos.

El hecho de que se fijara un pH de 4.5 no fue arbitrario, sino que debajo de este pH el *Clostridium botulinum* ya no puede producir la toxina botulínica.

En los alimentos poco ácidos, las temperaturas necesarias para destruir los microorganismos dependen de tiempos razonables, se tienen que utilizar autoclaves. Hay una relación muy importante entre las temperaturas y los tiempos de esterilización cuando son tratados microorganismos termofílicos, o productores de esporas; hay que utilizar altas temperaturas para mantener los tiempos de proceso dentro de límites razonables pues si no se pueden producir alteraciones en las características de los alimentos (13).

Variación de tiempo contra temperatura:

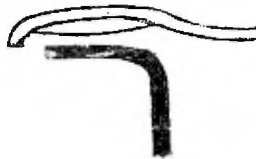


Controles de la lata: Otro aspecto que hay que cuidar es el mantenimiento de la calidad en el producto terminado. Las latas son los medios en los cuales van a estar contenidas las bebidas preparadas. Estas latas deben de cumplir ciertas especificaciones, para que el producto se conserve, hay que tener en cuenta:

Cierre hermético de las latas. La tapa y el fondo de las latas están unidos por un "doble cierre".

- a) Cierre simple; éste se forma cuando la hojalata (tapa o fondo) forma un gancho, esto es, al apretar la orilla de la hojalata del cuerpo.
- b) Doble cierre; éste se forma cuando se tiene el cierre simple, está formado por dos operaciones:

Doblar la hojalata



Prensar los dobleces hasta que la empaquetadura rellene todo el espacio que no esté ocupado por la hojalata.



Observación externa: Determinar si hay indicios de un mal enganchamiento tomando la forma de V. Pueden estar las planchas desenganchadas. Observar si hay cortes de hojalata por estar demasiado apretado.

Sección transversal: El doble cierre puede observarse incompleto o completo al cortar el doble cierre. Un cierre correcto de la primera operación debe de ser curvo en su base. Donde se encuentra la costura debe ser plano.



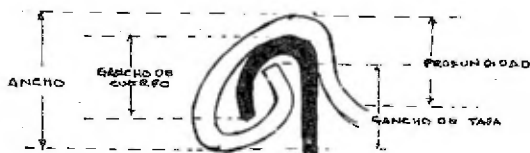
Si la primera operación está demasiado apretada, la base del cierre estará plana. Si la primera operación está demasiado suelta, el gancho de la tapa no hará contacto con el cuerpo de la tapa, esto ocasiona el desenganchamiento.



En la segunda operación, si se aprieta demasiado, puede estirar la hojalata y produce un cierre más ancho.

Medidas de doble cierre: Un buen cierre doble es el que está bien enganchado, bien apretado y que no permite filtraciones de aire (con esto debe evitarse la entrada de microorganismos). Las medidas de los dobles cierres varían con el tamaño de la lata.

- a) Medidas exteriores: profundidad, ancho y espesor
- b) Medidas interiores: gancho del cuerpo, gancho de la tapa



Ondas en el gancho de la tapa: Las ondas son formadas por el metal solvente durante la formación del gancho. El grado de ondulación indica la calidad del cierre. Mientras más apretado esté el cierre menor será la ondulación, las ondas se clasifican según su tamaño.

**Tipo de barniz:** El barniz que recubre interiormente a la lata debe de cumplir ciertas especificaciones de acuerdo con la acidez y el pH del producto. Para determinar la exposición metálica que pudiera existir en una lata se emplea un aparato para este propósito, el Waco (Wilkins-Anderson Co.) A la lata en estudio se le agrega un solución electrolítica y se introduce un electrodo y un contacto al metal; se efectúan las manipulaciones adecuadas para su empleo y se efectúa la lectura. si no existe exposición metálica no cerrará el circuito. (11)



## ASPECTOS NUTRITIVOS

Para decir el valor nutritivo de un alimento hay que considerarlo dentro de cualquiera de los siguientes tipos:

1. Energéticos
2. Formadores de la sustancia corporal
3. Reguladores y protectores

Los primeros son necesarios para la vida, el calor y el movimiento y están representados por los cereales, papas, azúcar, grasas, aceites, en general alimentos con alto contenido de carbohidratos.

Los segundos son indispensables para el crecimiento y al mantenimiento del cuerpo, pueden ser mencionados entre ellos la carne, el pescado, los huevos. (Fuentes de proteínas)

Los terceros son aquéllos que como las frutas y las verduras, contribuyen a mantener sano el organismo y permiten que desarrolle sus funciones con normalidad.

Es decir que en forma esquemática, se puede plantear que los primeros proveen de calorías al organismo, los segundos proteínas y también calorías vitaminas y minerales, los terceros.

Necesidades proteicas de la Nutrición / Requerimientos : El requerimiento proteínico diario para mantenerse saludable varía entre 45 y 50 g.; esta cantidad varía si los tejidos fueron sometidos a excesos ya que habrá un consumo mayor y se necesitará una mayor cantidad de proteínas.

Acción y calidad de las protefmas. Las protefmas se distinguen de las grasas y los carbohidratos en el nitrógeno que poseen, que es en un 16%. Para la determinación del nitrógeno se utiliza el método de Kjeldahl, que consiste en calentar una muestra de alimento con ácido sulfúrico, que convierte todo el nitrógeno de la protefna en amonfaco; éste a su vez es destilado y titulado con ácido, como las protefmas contienen un promedio de 16% de nitrógeno, el nitrógeno del amonfaco ( $\text{NH}_3$ ) multiplicado por el factor 6.25 nos da la cantidad de protefmas.

Esto nos sirve para poder medir la cantidad de protefna en un alimento. Las protefmas están constituidas por aminoácidos, considerando los más comunes tenemos: treonina, cistina, metionina, fenilalanina, lisina, valina, isoleucina, leucina, tirosina, triptofano.

Durante la digestión de los alimentos, las enzimas de los jugos digestivos desdoblan las protefmas en sus constituyentes que son aminoácidos. Los aminoácidos son absorbidos dentro de la corriente sanguínea y llevados a los tejidos.

La calidad de las protefmas depende de sus aminoácidos, es decir, de la calidad que se encuentre de éstos.

Balace de Protefmas: En caso de que algún alimento tuviese alguna deficiencia en algún aminoácido y no se cubriese el requerimiento necesario entonces conviene compensarlo con algún otro alimento que sí lo tuviera.

Para eso es necesario conocer la composición de aminoácidos del alimento.

métrica con dimetil aminobenzaldehído.

Los valores dados por un aminograma se convierten a mg. aminoácido/g. de N<sub>2</sub> para poder obtener su valor biológico y según el aminoácido limitante.

Los requerimientos diarios en gramos de aminoácidos son: por persona de 70 kilogramos, lisina, 0.8; metionina, 1.1; fenilalanina, 1.1; treonina, 0.5; triptofano, 0.25; valina, 0.86.

## TRABAJO EXPERIMENTAL

Para el desarrollo del trabajo experimental se utilizó la variedad de la "tuna cardona" (*Opuntia streptacanthae*). Esto es debido a su aceptación como fruto de consumo directo, como se ha descrito en el Capítulo I.

Al inicio del experimento en el laboratorio, la fruta proveniente en huacales se seleccionó la buena en apariencia; la fruta buena se lavó con detergente para eliminar la suciedad que traía. Generalmente, la tuna cardona (*Opuntia streptacanthae*) que se mete en los huacales para consumo directo viene desprovista de ahuates, como ya se explicó con anterioridad en el Capítulo de Generalidades, pero como una medida preventiva se cepillaron las frutas al momento de ser lavadas con la solución de detergente, después se sumergieron las tunas en una tina con agua clorada (6 ppm), quedando en la superficie los ahuates restantes; se enjuagaron las frutas perfectamente y se procedió a la obtención de la pulpa.

### Obtención de la Pulpa

Para obtener dicha pulpa en las pruebas realizadas se observó que si se cortan los extremos de la fruta y se prensa después, se puede obtener la pulpa más las semillas, casi en su totalidad y por otro lado, el bagazo. Si se pensara en hacer una máquina que sacara la pulpa de la fruta de acuerdo al procedimiento anterior, debería ser una que después de seleccionada la fruta orientara a la misma en una determinada posición para que los extremos fueran cortados con una navaja y al término del corte la fruta fuera prensada, obteniéndose pulpa más las semillas por una parte y por otra el bagazo

que se utilizaría para la obtención de colorantes en solución acuosa, obtención de vinagre y de pectina.

No se pica o corta la fruta ni se prensa debido a que el fruto en su pericarpio y la capa seguida a éste, el endocarpio, que presenta una configuración mucilagionosa, le dan a la fruta un sabor astringente desagradable al picar y cortar o prensar la fruta entera. Es por esta razón que se pensó que para obtener la pulpa debería de hacerse un corte en los extremos, además de un corte longitudinal y extraerse manualmente la pulpa.

En las pruebas que se efectuaron para este fin se observó que la fruta, después de haber sido lavada y libre de ahuates, si se congelaba resultaba más fácil efectuar los cortes lo mismo que la extracción de la pulpa al separarse el endocarpio. Con la pulpa así obtenida se procedió a la eliminación de las semillas en un colador manual, separándose perfectamente éstas. Enseguida se procedió a un análisis de la pulpa, que dio los siguientes resultados (5).

Semilla	3.5 % en peso	/	Bagazo	46.5% en peso
Pulpa	50% ( en peso ) ;			
pH	=	5.5		
Acidez titulable	=	0.63 g/l como ácido cítrico		
°Ex	=	13.7		
Cenizas	=	0.23%		
Proteínas	=	0.5% ( %N x 6.25 )		
Pectina en base seca	=	2%		
Pectina en base húmeda	=	0.18%		
Reductores directos	=	2% de glucosa		
Reductores totales	=	10% de glucosa		
Humedad	=	85%		

Vitamina "C" = 45.43 mg/100 g.  
Viscosidad = 1.37 a 30°C - cps

Es conveniente en este momento introducir un análisis efectuado por el Instituto Nacional de Nutrición a la variedad de tuna cardona (*Opuntia streptacanthae*). Este análisis está publicado en el artículo "El Valor Nutritivo de los Alimentos" - Tablas de Uso Práctico". (14)

Para 100 g. de porción comestible.

	<u>TUNA</u> <u>CARDONA</u>	<u>TUNA CON</u> <u>SEMILLA</u>
Calorías	42	50
Proteínas (g.)	0.6	1.4
Grasa (g.)	0.0	0.1
Hidratos de Carbono (g.)	11	12.4
Calcio (mg.)	49	39
Fósforo (mg.)	38	33
Hierro (mg.)	2.64	0.70
Vitamina "A" (mg.)	0.020	0.015
Tiamina (mg.)	0.02	0.02
Riboflavina (mg.)	0.02	0.02
Niacina (mg.)	0.2	0.5
Acido Ascórbico (mg.)	15	19
Triptofano (mg./100 g. proteína)	8	19

Notas aclaratorias

- a) Los valores del contenido de nutrimento se dan por 100 gramos de la porción comestible del alimento (peso neto), o sea que para utilizarlos hay que restar lo que no se consume o lo que se desperdicia durante la preparación culinaria.
- b) La tabla de composición de aminoácidos de las proteínas más importantes se presenta por 100 g. de proteína de un alimento dado, por lo tanto, para usarlas primero hay que saber la cantidad total de proteínas provenientes de un alimento, después se multiplica por el valor señalado en las tablas para un aminoácido y se divide entre 100.
- c) Las calorías se obtuvieron de datos directos o de factores específicos, en muy pocos casos se usaron los factores de conversión de: 4, 9, 4 para carbohidratos, grasas y proteínas respectivamente.
- d) El hierro que se presenta es el total y no el utilizable, por lo que puede una dieta contener bastante hierro y no por eso prevenir la aparición de anemia.
- e) La vitamina "A" se presenta en mg. de equivalente. Un miligramo de equivalente de vitamina "A" corresponde a un miligramo de vitamina "A" pura, a 3333 unidades internacionales de vitamina "A", a 2 miligramos de " $\beta$ " - caroteno, 3 miligramos de una mezcla de diversos carotenos, cuando no se especifica el tipo.



- f) Se presentan datos de triptofano, principalmente:  
Si se divide la cantidad de triptofano del alimento entre 60 y el resultado se suma con la Niacina, se obtienen equivalentes de Niacina, que corresponde aproximadamente a la cantidad de la vitamina disponible en el organismo.

El jugo de la pulpa obtenida se pasteurizó a 80°C durante 3 minutos; se le adicionó ácido tartárico para facilitar la pasteurización y se llevó a una concentración al vacío de una pulgada de Hg y 28°C. Un jugo de 15°Bx. se concentra hasta 55°Bx en estas condiciones y se conserva el producto perfectamente.

Dadas las características del producto, es recomendable que permanezca en congelación hasta su consumo. Con el jugo obtenido en las condiciones previamente descritas, se prepararon muestras con la siguiente formulación:

Fórmula 1

Jarabe simple de 58.6°Bx	79 ml.
Jugo natural de tuna 8.3%	35 ml.
Solución de ácido tartárico 500 g/l	0.88 ml.
Solución de benzoato de sodio 200g/l	0.525 ml.
Agua cbp	420,0 ml.

Con esta fórmula se enlató la bebida y después de mantenerla en refrigeración una semana, se observó que el sabor y olor de la tuna se conserva.

Se enlató también un néctar de tuna en latas barnizadas. El jugo se diluyó 1 + 2, se pasteurizó a 80°C durante tres minutos, se enlató en caliente,



al pasteurizar el néctar se observó un ligero cambio en el color, pero sabor y aroma se conservaron bien.

Con otra porción de jugo se le agregó ayuda filtro, con el fin de filtrarlo; al efectuar este procedimiento se observó que se perdían muchas características de sabor y olor; el °Bx bajó de 13.7 a 13.3.

Con el jugo filtrado se preparó una nueva formulación:

Fórmula 2

Jarabe simple de 58.6 °Bx	60.0 ml.
Jugo filtrado de tuna 8.3%	35.0 ml.
Solución de ácido tartárico 500g/l	0.925 ml.
Solución de benzoato de sodio 200g/l	0.525 ml.
Agua cbp	420.0 ml.

Para esta formulación la bebida dio los siguientes resultados:

°Bx = 11.3

Acidez titulable = 1.28 g/l como ácido cítrico

Se prepararon muestras posteriormente, subiendo los °Bx de la bebida terminada a  $\pm$  12.5, dando como resultado un sabor muy simple.

Para reforzar el sabor y subir un poco los °Bx se prepararon más muestras de la bebida, utilizando:

Fórmula 3

Jarabe simple de 58.6 °Bx	60.0 ml.
Jugo filtrado de tuna	40.0 ml.

Solución de ácido tartárico 500g/l	1.05 ml.
Solución de benzoato de sodio 200g/l	0.525 ml.
Agua cbp	420.0 ml.

Para esta formulación el producto final nos presenta un °Bx = 11.8

Se efectuaron otras pruebas utilizando nuevas formulaciones con el fin de observar mejor el conservador más apropiado:

Fórmula 4

Jarabe simple de 58.6 °Bx	65.0 ml.
Jugo de tuna	40.0 ml.
Solución de ácido tartárico 500g/l	0.90 ml.
Solución de benzoato de sodio 200g/l	0.525 ml.
Agua cbp	420.0 ml.

Fórmula 5

Jarabe simple de 58.6 °Bx	65.0 ml.
Jugo de tuna	40.0 ml.
Solución de ácido tartárico 500g/l	0.90 ml.
Solución de sorbato de potasio 200g/l	0.525 ml.
Agua cbp	420.0 ml.

Fórmula 6

Jarabe simple de 58.6 °Bx	65.0 ml.
Jugo de tuna	40.0 ml.
Solución de ácido tartárico 500g/l	0.90 ml.
Agua cbp	420.0 ml.

A las formulaciones 4, 5 y 6 se les dio un tratamiento distinto antes de ser enlatadas; a continuación se describen las operaciones efectuadas.

1. Pasteurización a 70°C - 3 minutos
2. Pasteurización a 60°C - 3 minutos
3. Pasteurización a 80°C - 3 minutos
4. Pasteurización con adición de CO<sub>2</sub>

#### Prueba "A"

Para la fórmula 4, se pasteurizó a 70°C durante tres minutos, la bebida se envasó en caliente, dejando enfriar lentamente las latas; ésta presentaba los siguientes resultados: °Bx = 12.5      acidez titulable = 1.28 g/l

#### Prueba "B"

Para la fórmula 5 se pasteurizó a 70°C durante tres minutos; la bebida se envasó en caliente, dejando enfriar lentamente presentando: °Bx - 12.5 y una acidez titulable - 1.47 g/l.

#### Prueba "C"

Para la fórmula 6 se pasteurizó a 70°C durante tres minutos, a la bebida y se dejó enfriar lentamente.

#### Prueba "D"

Una bebida preparada con la fórmula 4 se enlató y después se pasteurizó a 60°C, durante tres minutos, enfriando en seguida con agua, las latas.

#### Prueba "E"

Con la fórmula 5 se preparó una bebida, se enlató y se pasteurizó a 60°C durante 3 minutos.

enfriando enseguida las latas con agua fría.

Prueba "F"

Con la fórmula 6 se preparó una bebida, se enlató y se pasteurizó a 60 °C, durante 3 minutos, enfriando enseguida las latas con agua fría.

Prueba "G"

Utilizando la fórmula 4 se pasteurizó a 80°C durante tres minutos la bebida así preparada, se enfrió rápidamente la bebida y fue enlatada. Antes de ser enlatada presentó los siguientes resultados: °Bx - 12.2, acidez titulable = 1.01 g/l.

Prueba "H"

Para la fórmula 5 se enlató en frío y se pasteurizó la lata a 80°C durante tres minutos, enfriando rápidamente la bebida con agua fría. La bebida así preparada presentó los siguientes resultados: °Bx = 12.0 ; acidez titulable = 1.08 g/l.

Prueba "I"

Para la fórmula 6 se pasteurizó la bebida a 80°C durante tres minutos enfriando rápidamente y enlatando en frío.

Prueba "J"

Para la fórmula 4 se preparó una bebida con CO<sub>2</sub> a 2.5 volúmenes de gas

Prueba "K"

Para la fórmula 5 se preparó una bebida con CO<sub>2</sub> a 2.5 volúmenes de gas

Prueba "L"

Para la fórmula 6 se preparó una bebida con CO<sub>2</sub> a 2.5 volúmenes de gas.

Para determinar la formulación de la bebida, se efectuaron pruebas paneles de preferencia, en las cuales se utilizaron 3 muestras distintas con 50 personas inexpertas, dando en cada evaluación sus resultados por escrito.

Para la formulación se utilizaron 20 panelistas expertos para efectuar las pruebas, de preferencia y diferenciación.

Los resultados que emanaban eran:

Buen sabor

Mal sabor

Mala apariencia

Control Microbiológico

Con las muestras obtenidas de las formulaciones anteriores se prepararon siembras para determinar el número de colonias anaerobias desarrolladas, observándose los siguientes resultados: (6)

Muestra	Fecha	Días Trans-Curridos	Colonias Aerobias Desarrolladas en un ml. de la Muestra sembrado en placas de:		Conclusión	
			Triptona Agar	Papa-Dextrosa Agar	Propio	Impropio
Tuna "A"	20/8/72	50	1	1	x	
Tuna B	20/8/72	50	Neg.	Neg.	x	
Tuna C	20/8/72	50	Neg.	Neg.	x	
Tuna C	20/8/72	50	2	Neg.	x	
Tuna D	25/8/72	45	Neg.	Neg.	x	
Tuna D	25/8/72	45	1	1	x	
Tuna E	25/8/72	45	5	Neg.	x	
Tuna E	25/8/72	45	Neg.	1	x	
Tuna F	25/8/72	45	25	Incont.		x
Tuna F	25/8/72	45	Incont.	Incont.		x
Tuna G	26/8/72	44	Neg.	Neg.	x	
Tuna G	26/8/72	44	Neg.	Neg.	x	
Tuna K	26/8/72	44	Incont.	Incont.		x
Tuna K	26/8/72	44	Neg.	2	x	
Tuna J	26/8/72	44	Incont.	80		x
Tuna J	26/8/72	44	Incont.	Incont.		x

La fórmula que dio mejores resultados organolépticos fue la marcada como la número tres, a la cual se le hicieron modificaciones en cuanto al jugo filtrado, el cual quedó con un 12% en el producto terminado, resultando:

Fórmula 7

Jarabe simple 58.6 °Bx	60 ml.
Jugo clarificado de tuna	50.4 ml.
Solución de ácido tartárico 500 g/l	1.05 ml.
Solución de benzoato de sodio 200 g/l	.525 ml.
Agua cpb	420.0 ml.

Obteniéndose 11.5°Bx y 1.5 g/l como ácido cítrico

Durante la elaboración se pueden originar contaminaciones y para prevenirlas hay que tomar precauciones especiales en los puntos que a continuación se describen en el diagrama. Figura No. 6 (7) (8)

Obtención de Aromas de Tuna

La obtención de estos aromas se efectuó con el objeto de adicionarlos a la fórmula de la bebida para reforzar el sabor y conseguir así una nota más característica del sabor buscado. Estos aromas se obtuvieron al vacío y a baja temperatura a partir de la pulpa de la tuna. Para ello, dadas las limitaciones del laboratorio se dispuso únicamente de una bomba de vacío con motor de 1/4 HP, una cuba hidroneumática con regulador de temperatura y varios matraces kitasato, conectados en serie.

Para obtener menor pérdida de aromas de tuna por succión de vapores hacia la bomba de vacío se colocaron varias trampas (3) de baja temperatura

### Conclusiones

Las pruebas microbiológicas dieron como resultado que para la elaboración adecuada de la bebida preparada a partir de la tuna utilizando conservadores y tratamiento térmico apropiados se podían emplear que fueron formulados para las pruebas A, C, D, E, G y K. ; o sea aquellas donde se pasteurizó la bebida, se enlató en caliente y se dejó enfriar lentamente. Otra está representada por aquellas en que se enlató, se pasteurizó la lata y ésta se enfrió con agua. También se puede emplear pasteurizar la bebida a 80°C 3 minutos, enfriar rápidamente y enlatar.

Los análisis de rutina que deberán hacerse a este producto enlatado, dado sus condiciones ácidas y teniendo en cuenta las disposiciones legales, serán análisis de grupo coli (si este aparece positivo deberán investigarse los micro organismos que pertenecen a este grupo). Además, hongos y levaduras. Debido a la procedencia de la tuna puede haber problemas de estafilococos, clostridia u otros micro organismos por la tierra en que cayó la fruta al ser esmerida en tinajas o cubetas con el fin de quitarles los ahuates; este es otro foco de contaminación, debido a que al caerse los ahuates en esos sitios penetran los micro organismos provenientes del agua, cuya procedencia es dudosa.

Los medios utilizados para los análisis antes mencionados son: (6)

Para cuenta total	Agar nutriente
Para grupo coli aerógenos	Rojo bilis - violeta agar
Para hongos y levaduras	Papa dextrosa agar



## ORIGEN DE INFECCIONES EN LA PLANTA DE ELABORACION

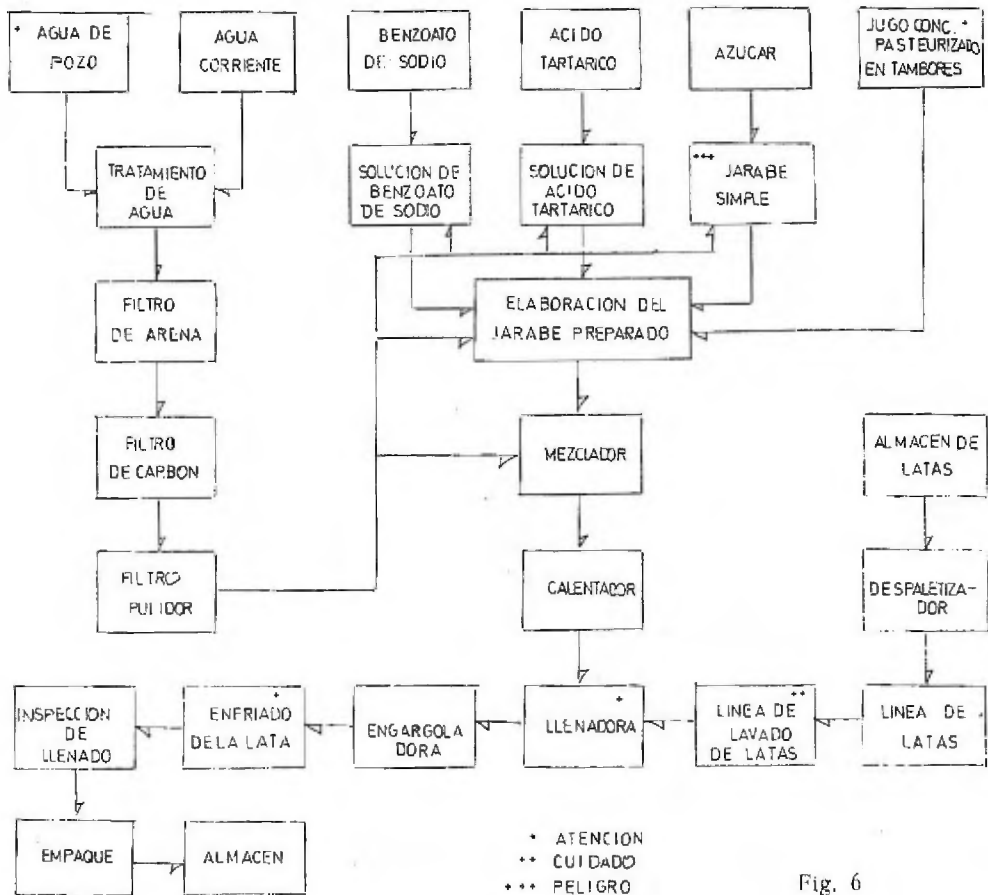
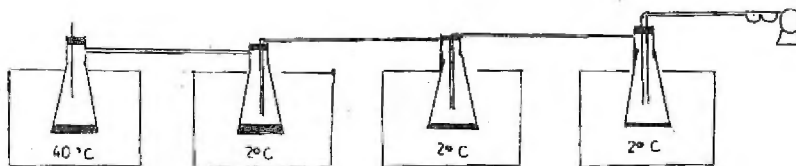


Fig. 6

( $\pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ), con hielo y sal en las que se condensaron los aromas.

El equipo se dispuso de la siguiente manera:



Por las limitaciones antes mencionadas únicamente se pudo registrar la temperatura del baño maría ( $40^{\circ}\text{C}$ ), la temperatura de ebullición de la pulpa ( $35^{\circ}\text{C}$ ); sin embargo se dispuso de un manómetro para conocer la presión de vacío a la que se trabajó. Ahora bien, dadas las características del pure y alto contenido de agua se obtuvo el 25% de aromas del peso total de pure sometido al experimento. Por lo tanto, de 1 kg. de pulpa procesada se obtuvieron 250 g. de aromas en fase acuosa.

Para evaluar la posible mejoría en el producto se utilizaron los aromas según la siguiente fórmula:

Jarabe simple 58.6 °Bx	45.0 ml.
Solución de benzoato de sodio 200 g/l	0.43 ml.
Aromas de tuna	7.50 ml.
Pulpa de tuna	7.5 g.
Acido tartárico (sol) 500 g/l	0.35 ml.
Agua cbp	100.0 ml. (jarabe preparado)
Bebida terminada	300.0 ml.

En la fórmula anterior podemos observar que la cantidad usada de aromas es bastante grande (2.5%) y sin embargo, al efectuar la evaluación organoléptica comparativa\* respecto a la fórmula para bebida que no utiliza aromas se concluyó que la mejora en lo que respecta a sabor no es lo bastante notoria para justificar la obtención de aromas que implica un desmerecimiento de la calidad de la pulpa que se somete al proceso, ya que dada la cantidad de aromas extraídos, y por la gran dilución en solución acuosa como se obtienen, la pulpa pierde sus principales características de sabor y olor y es inadecuado su uso después de ser sometida al proceso de obtención de los aromas.

Un factor muy digno de tomarse en cuenta también es la conservación de los aromas ya que si no se mantienen en congelación total, con el tiempo pierden su intensidad y más grave aún, sufren cambios en sus características organolépticas, lo que hace muy delicado y difícil su manejo. Entonces, por los factores antes mencionados, que son pérdida de pulpa debido al proceso de obtención, las condiciones en que deben conservarse los aromas para que no se deterioren, la gran cantidad de estos para percibir alguna mejora y principalmente porque esta mejora en lo que se refiere a sabor y olor no es suficientemente notable para justificar la obtención y el uso de los aromas; se puede decir que no es conveniente utilizarlos, ya que elevarían los costos de producción en una forma injustificada.

A las tunas se les considera como frutas de pH no ácido. El pH es un factor de importancia para determinar las condiciones de esterilización en jugos de productos alimenticios enlatados. Se ha dicho que pueden germi-

\* Se efectuaron pruebas panel de preferencia

nar esporas de micro organismos anaerobios termofílicos en jugos de frutas enlatadas a pH de 4.5 - 4.6 ó mayores. Al ajustar el pH del jugo adicionando ácido tartárico se obtuvo un pH inferior a 4.5; con esto se reduce el tiempo de esterilización a 3 minutos aproximadamente; el jugo tenía mayor calidad organoléptica de color y si queda mucho el sabor a ácido se puede regular adicionando azúcar.

Otro factor que hay que tomar en cuenta es la relación que existe entre la cantidad de pectina en la pulpa y la viscosidad del jugo; a mayor cantidad de pectina en la pulpa, mayor viscosidad en el jugo. La viscosidad es un factor que afecta la aceptabilidad del producto. La tuna cardona (*Opuntia streptacanthae*), debido a su gran contenido en pectina, sólidos totales y sólidos solubles, presenta ventajas sobre las demás variedades de tunas para la fabricación de queso de tuna o miel de tuna.

La viscosidad en el jugo enlatado aumenta debido a una concentración de sólidos durante el tiempo en que se calientan las muestras antes de ser enlatadas. Para la tuna cardona la viscosidad del jugo sin calentar fue de 1.19 y de 1.37 al ser enlatada. Se observó que hubo aumento en los jugos enlatados en cuanto al contenido de sólidos totales, esto es debido a la evaporación del agua en el tratamiento previo al enlatado. (3)

Dadas las explicaciones anteriores acerca del proceso de elaboración de una bebida enlatada hecha a partir de la tuna cardona (*Opuntia streptacanthae*), el de proceso sería como a continuación se describe en el diagrama No. 7

La fruta llega en huacales de 30 kg. aproximadamente se descarga sobre una banda transportadora en donde hay una selección de la fruta según su apariencia; la fruta seleccionada pasa a una lavadora de rodillos, se lava con una solución de detergente, se le da un baño con agua clorada (6 ppm) y se enjuaga; en este momento la fruta puede ir a los cuartos de congelación o bien directamente a una mesa de cortes con banda sanitaria central donde se depositaría la pulpa extraída manualmente, de este punto pasa a los coladores donde se separa la semilla y se obtiene el jugo que es pasteurizado (puede ser pasteurizador de placas, por presentar mayor área de contacto y poco tiempo de residencia), una vez pasteurizado el jugo se concentra en un evaporador a baja temperatura, a la salida de éste se le adicionan conservadores, se almacena en tambores de fierro y como una medida preventiva se pueden enviar los tambores a los cuartos de refrigeración, hasta su empleo en la elaboración de la bebida.

La planta quedaría distribuida como se indica en el diagrama No. 8

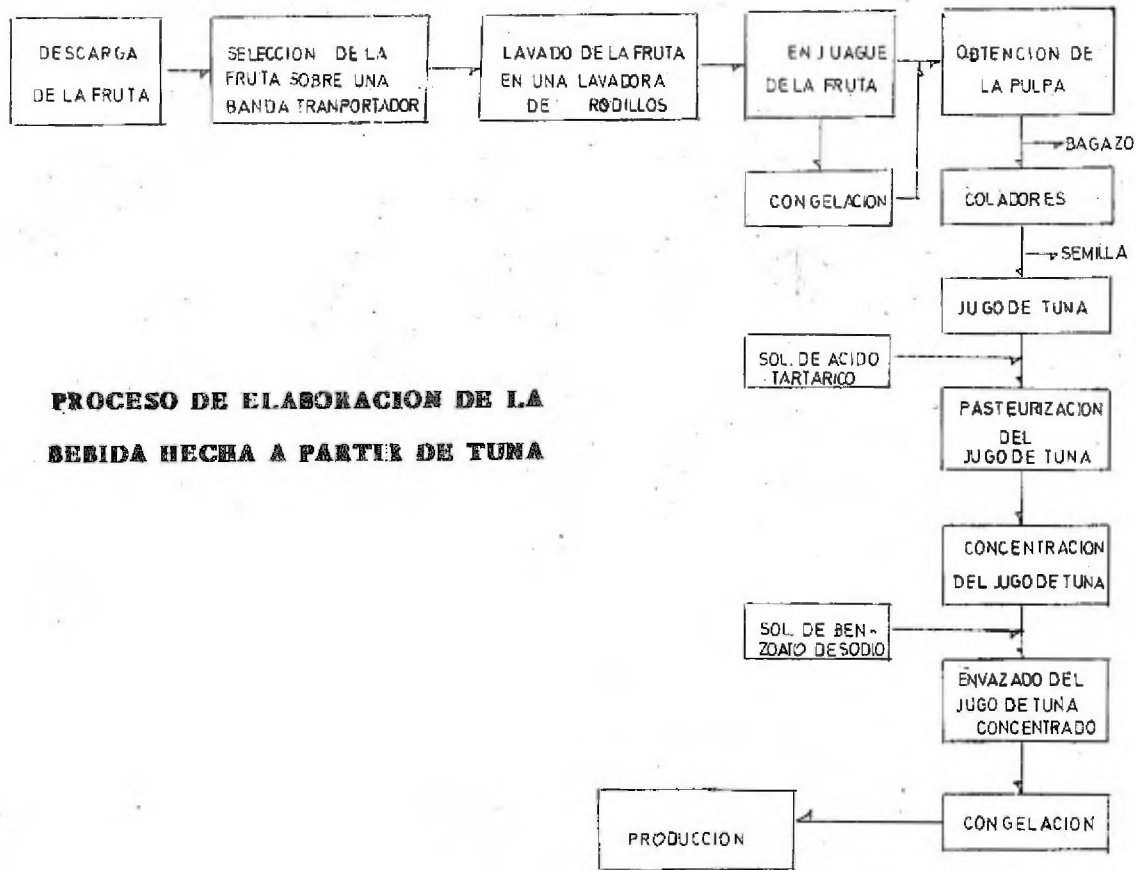


Fig. 7

## DISTRIBUCION DE LA PLANTA

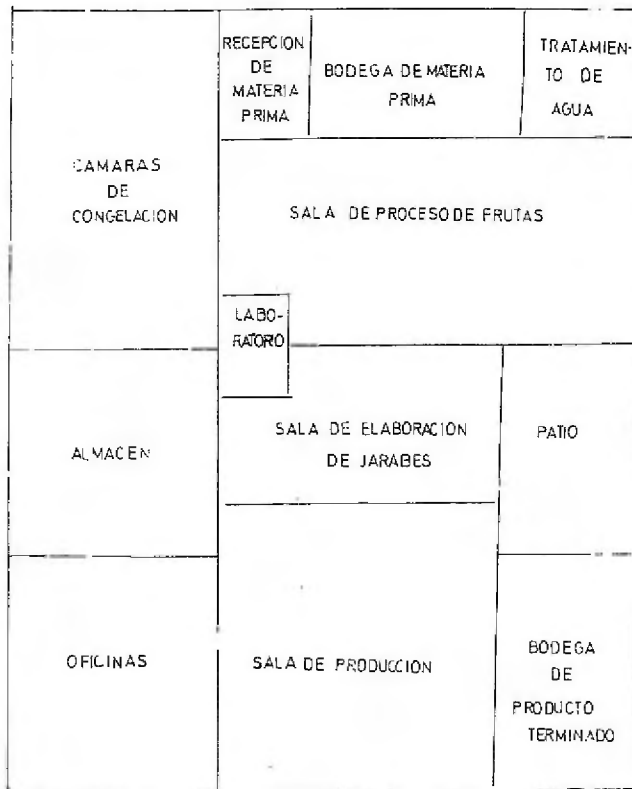


Fig. 8

## **CAPITULO III**

- SELECCION DE EQUIPO



## EQUIPO PARA LA PLANTA DE PROCESO

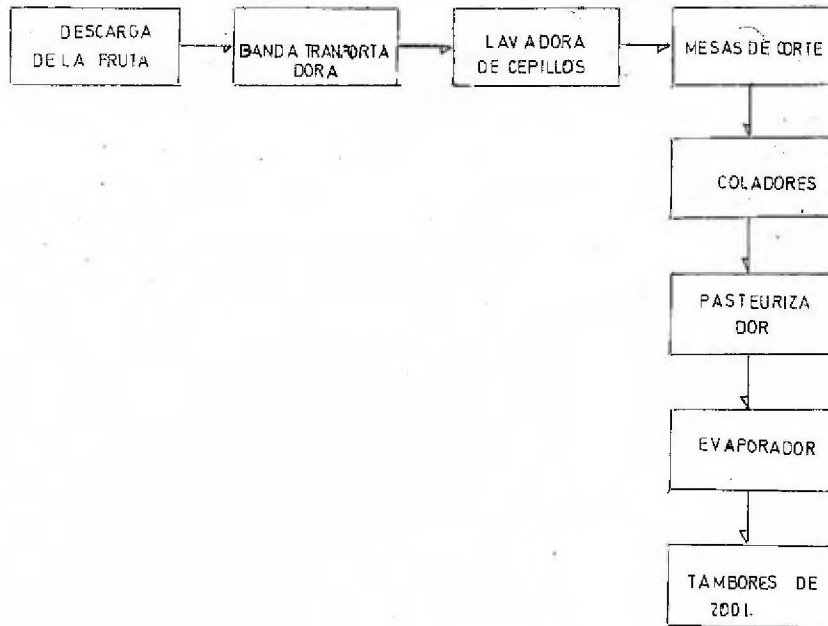


Fig. 10

## EQUIPO PARA LA SALA DE ELABORACION DE JARABES

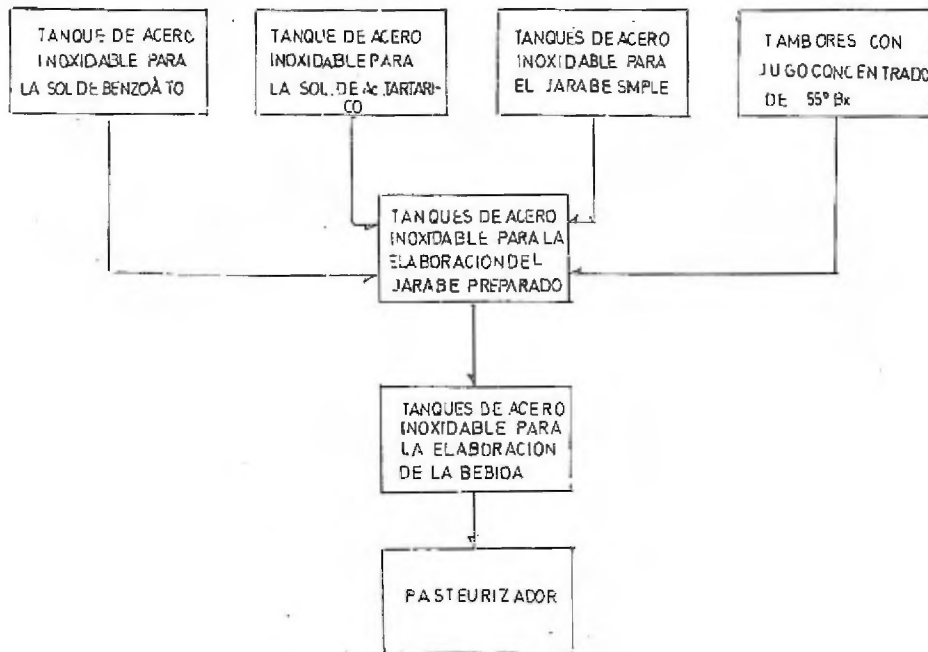


Fig. 11

## EQUIPO PARA LA LINEA DE ENLATADO

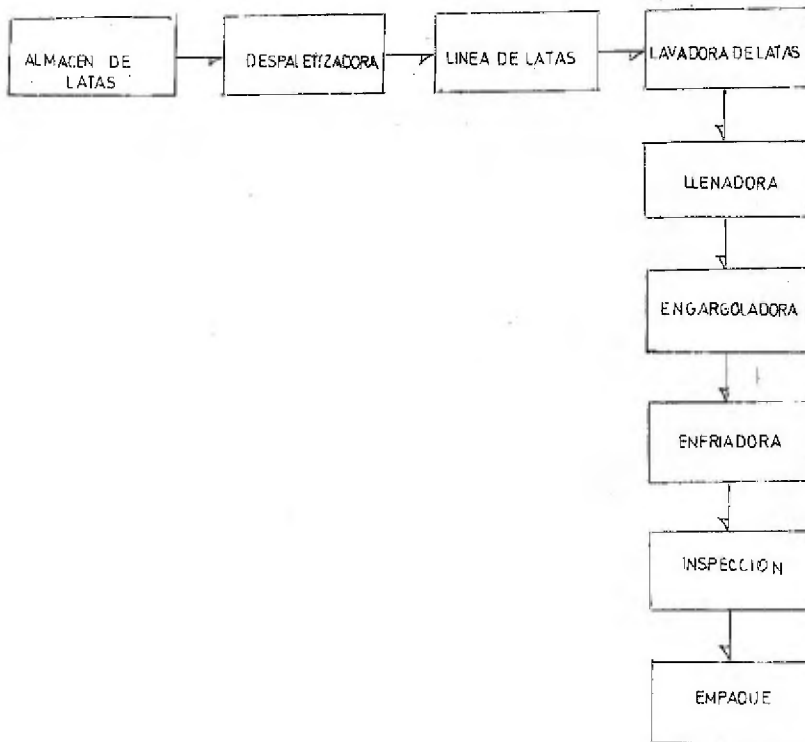


Fig. 12

## EQUIPO

Para efectuar la enumeración y descripción de cada uno de sus componentes, se hará de acuerdo a los diagramas de proceso (fig. 10), sala de elaboración de jarabes (fig. 11), y la línea de enlatado (fig. 12).

De acuerdo a las recomendaciones para el cultivo del nopal, la distancia que debe haber entre planta y planta sería de 3 m y de bordo a bordo de 4m, dando con esto 825 plantas por hectárea y teniendo en cuenta que en el Edo. de Zacatecas existen aproximadamente 120,000 hectáreas que son de nopaleras (*Opuntia streptacanthae*), podemos hacer la siguiente consideración para esa región (15).

$$120,000 \text{ has.} \times \frac{825 \text{ plantas}}{\text{ha.}} = 100,000,000 \text{ de plantas}$$

Suponiendo que cada planta diera un mínimo de 10 Kg. de tunas, tendríamos:

1,000,000 toneladas de tunas

Y de acuerdo al trabajo experimental, en el que se obtuvo un rendimiento del 50% de pulpa, tenemos que se pueden obtener.

500,000 toneladas de pulpa

EQUIPO - Cont.

I. Elevador de Cangilones

La fruta que viene en huacales se descarga sobre un elevador de cangilones que tienen 0.60 m de ancho y 0.30 m de largo de cangilón a cangilón, y que tiene un alto de descarga de 3.0 m. Posee un equipo accionado con un motor de 1 HP 220/60/3.

En esta operación de alimentación de fruta se tienen a 4 personas descargando huacales. Con una capacidad de 6960 Kg./ hora..

II. Banda Transportadora

La fruta en el elevador de cangilones descarga sobre una banda transportadora de fruta sobre la cual se efectúa una inspección visual para eliminar la fruta mala aparentemente.

Esta banda transportadora tiene 0.60 m de ancho y 5 m de largo; se alimentan 115 kg./min., o sean 7 kg./m<sup>2</sup> y tiene 3 hojas Merpac. Posee un sistema de rodillos de acero con bujes, equipado con motor de 1 HP 220/60/3.

Para efectuar esta selección se requieren 8 personas.

### III. Lavadora de Cepillos

Una vez seleccionada la fruta buena, por la misma banda transportadora pasa a una lavadora con 38 cepillos rotativos; éstos tienen 1.50 m. de largo y 1.50 m de ancho. La fruta a la vez que está siendo lavada va avanzando, con una capacidad de 116 Kg. / minuto.

Equipada con boquillas para la solución de lavado y con boquillas para el enjuague final antes de pasar a las mesas de corte.

### IV. Mesas de Corte

La fruta lavada y libre de ahuates se distribuye en 5 mesas que poseen 2 bandas transportadoras, a distintos niveles uno con divisiones que sirven para alimentar la fruta a los operarios y que a la vez sirve para transportar la fruta pelada, obtenido del corte de ésta, el cual se hace sobre una plancha de acero inoxidable; la otra banda transportadora sirve para llevar el bagazo a otro punto de la planta en donde se procesará; cada mesa tiene 11 m de largo y 1.20 m de ancho; procesándose 6,960 Kg. / Hora.

La plancha de acero inoxidable, calibre 16, para el corte es de 0.30 m. de ancho.

En cada mesa habrá 23 personas para efectuar el corte y obtención de la pulpa; ésta llega a un colector de las 5 mesas y pasa al colador.

### V. Colador

La fruta proveniente de las mesas de corte pasa por un colador de malla fina, construido de acero inoxidable, en el cual se separan las semillas de la pulpa.

La pulpa limpia se acidula con ácido tartárico, dejando el producto a un pH = 4, y es bombeado al pasteurizador.

VI. Pasteurizador de Placas

El jugo se bombea a un pasteurizador de placas, el cual entrega 4,000 lts./hora de jugo pasteurizado y así se bombea a un evaporador.

Requiere este pasteurizador de 200 kg. de vapor /hora.

VII. Evaporador

El jugo pasteurizado se bombea a un evaporador de baja temperatura y de simple efecto, el cual opera por una recompresión indirecta del calor evaporado por la condensación del vapor de  $\text{NH}_3$  y el vapor condensado del agua por la evaporación del amoníaco líquido. Este evaporador está diseñado para concentrar el jugo de 11°Bx a 55°Bx a una velocidad de 900 Kg. de agua evaporada, / hora, obteniéndose 1,100 l.de concentrado / hora.

El equipo que requiere adicional este evaporador de baja temperatura es además del cuerpo del evaporador, 2 compresores de amoníaco, un condensador y bombas.

Una vez obtenido el jugo concentrado a 55°Bx se bombea a tambores de fierro que en su interior tienen 2 bolsas de polietileno, una dentro de la otra, con capacidad de 200 litros y éstos se almacenan en cámaras de congelación hasta su utilización para el enlatado del producto.

Desde que pasa de las mesas de corte hasta el llenado de tambores de fierro se requieren 5 personas.

Para el estudio económico se tomarán en cuenta como base:

20,000 ton. de fruta / temporada

La temporada de proceso de fruta se va a considerar de 4 meses.

$$\frac{20,000 \text{ ton. de fruta}}{4 \text{ meses de temporada}} = \frac{5,000 \text{ ton. de fruta}}{\text{mes de temporada}}$$

Considerando al mes como de 30 días, tenemos

$$\frac{5,000 \text{ ton. de fruta / mes de temporada}}{30 \text{ días}} = 166.66 \text{ ton. de fruta / día}$$

*166,667*

*365 días*  
*10000*

Trabajando en esta época de temporada 3 turnos por día, en cada turno se procesarían:

55.55 ton. de fruta



En la parte experimental se llegó a determinar que para la obtención de 15 Kg. de pulpa, un hombre requeriría de 30 minutos por cada 30 Kg. de fruta que procesará; con esto se ve que en un turno de 8 horas una persona procesaría:

$$\frac{60 \text{ Kg. de fruta procesada}}{\text{hora}} \times \frac{8 \text{ horas}}{\text{turno-hombre}} = \frac{480 \text{ Kg. de fruta procesada}}{\text{turno-hombre}}$$

Recordando que se obtenía un 50% de rendimiento, tenemos que:

$$\frac{480 \text{ Kg. de fruta procesada}}{\text{turno-hombre}} \times \frac{0.5 \text{ Kg. de pulpa}}{\text{Kg. de fruta procesada}} = \frac{240 \text{ Kg. de pulpa}}{\text{turno-hombre}}$$

Por lo tanto:

$$\frac{55.555 \text{ ton. de fruta procesada / turno}}{\frac{0.480 \text{ ton. de fruta procesada}}{\text{hombre-turno}}}$$

Se requieren: 116 hombres / turno

Para procesar la fruta y obtener:

27 777 ton. de pulpa / turno - O sean: 83.333 ton. de pulpa/ día

O bien:

2,500 ton. de pulpa/mes y 10,000 ton. de pulpa/temporada

Como se mencionó, se requieren de 116 hombres/turno para procesar la cantidad de fruta requerida por turno; si se distribuyen en 5 líneas estas personas, estarían distribuidas 23 personas por línea.

Vamos a considerar que si una caja contiene 30 Kg. de tuna, se tendrían que procesar:

$$166,666.666 \text{ Kg. de fruta procesada por día} / \frac{30\text{Kg.}}{\text{caja}}$$

O sea:

5,556 cajas / día

1,852 cajas / turno

370 cajas / línea-turno

16 cajas / hombre-turno

Para la fórmula que dio mejores resultados se vio que se necesitaban 0.04752 Kg. por lata de 12 oz. fluidas, aproximadamente 360 ml.

Por lo tanto:

1 lata(12 oz. fl)-----	0.04752 Kg. de pulpa
X -----	10,000,000 Kg. de pulpa

Así que podemos producir:

210,437,710 latas

Para mantener el abastecimiento los 12 meses del año, se procesarían:

17,536,476 latas por mes

24,356 latas por hora

584,549 latas por día

406 latas por minuto

Al utilizar la línea enlatadora 8 R. G. de la American Can Company y que puede enlatar aproximadamente 1,000 latas por minuto, tenemos margen suficiente para enlatar la cantidad requerida diariamente.

IX. Sala de Elaboración de Jarabes

a) Jarabè simple

De acuerdo a la producción que se pretende diariamente, se necesitan de acuerdo a la formulación deseada:

39,200 litros de jarabe simple de 58.6°Bx - O bien:

33,124 litros de jarabe simple de 66.04 °Bx

O SEA

3 tanques de 10,000 litros cada uno

b) Acido tartárico

Además se necesitan  $686 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$  de solución de ácido tartárico de 500 g/l, es suficiente

Con un tanque de 1,000 litros de capacidad de acero inoxidable.

c) Benzoato de sodio

Se necesitan 343 litros de solución de 200 g/l de benzoato de sodio, por día. Con un tanque de 500 l. de capacidad es suficiente

d) Suministro de agua purificada

Se necesitan 250,000 litros de agua diarios

e) Jugo de tuna concentrado

Se necesitan 21 tambores de 200 litros cada uno, de jugo de tuna concentrado de 55°Bx

f) Jarabe preparado

Se requieren 2 tanques de acero inoxidable para la elaboración del jarabe preparado, de 10,000 litros cada tanque.

A la formulación de la bebida terminada se le hacen ajustes y se toma un equivalente de jarabe simple de 66.04°Bx y la cantidad de jugo ya concentrado de 55°Bx, obteniéndose un jarabe preparado.

Jarabe simple de 66.04°Bx	43.5 ml.
Jugo de tuna concentrado de 55°Bx	8.66 ml.
Solución de ácido tartárico de	
500 g/l	0.9 ml.
Solución de benzoato de sodio de	
200 g/l	0.45 ml.
H <sub>2</sub> O c. b. p.	60.0 ml.

Por lo tanto, el tiro quedará 1 + 5, o sea 1 parte de jarabe preparado por 5 partes de agua, para obtener la bebida final.

Con esto vemos que:

Si una lata lleva 0.060 litros de jarabe preparado y se pretenden producir 584,549 latas al día, se necesitan 584,549 latas/día x 0.060 litros/lata de jarabe preparado = 35,073 litros /día de jarabe preparado.

Por lo tanto, se requieren 2 tanques de 10,000 litros, de acero inoxidable para la elaboración del jarabe preparado y de 4 tanques de acero inoxidable para la preparación de la bebida terminada. Esto implica que se van a estar rotando continuamente para dar a basto la bebida terminada.

#### X. Caldera

Para el cálculo de la caldera se tomarán en cuenta todos los requerimientos de vapor para el funcionamiento de la planta, como son las pasteuriz-

zadores de placa. La máxima presión en todos los equipos es de 2 kg./cm<sup>2</sup> para el pasteurizador. Sobre esta base se calcularon los HP de la caldera.

Equipo: 200 kg./litro

Presión: 2 kg./cm<sup>2</sup>

$$HP = \frac{Ms (h - hf)}{543.4 \times 15.66}$$

Ms = Masa de vapor requerido kg/hora

h = Entalpfa 1kg. de vapor a la presión y título o temperatura observadas en

hf = Entalpfa del líquido de 1 kg. de agua de alimentación en las condiciones que llega a la caldera

Temperatura a que entrega el agua: 20°C

Presión de vapor : 6 kg./cm<sup>2</sup>

$$HP = \frac{400 (502 - 20)}{543.4 \times 15.66}$$

$$HP = 22.5$$

Para las necesidades de esta planta se seleccionó la caldera Monitor de Cleaver Brooks, que es del tipo horizontal de tubos de hierro, de 4 pasos de los gases de combustión, va montado sobre una base de acero estructural.

Especificación de la caldera:

HP = 30.0

Combustible - Diesel

Presión de vapor : 8.8 kg./cm<sup>2</sup>

Accesorios

Motor de la bomba de alimentación

Válvula principal de vapor

Válvula de alimentación

Válvula de paro y arranque

Equipo de tratamiento de agua

Tanque para combustible - 5,000 lts.

XI. Lata

Lata de 12 oz. (tamaño 211 x 413) con tapa de aluminio abre-fácil para refrescos.

Tipo de bote: abre-fácil

Capacidad: 12 oz.

Tapa:

Fabricada en aluminio de importación de 0.0135" de espesor, barniz interior, doble revestimiento epoxy fenólico, barniz exterior epoxy urea.

Cuerpo:

Fabricada en hojalata electrolítica de 75 lbs., 0.25 de estaño, barniz interior vinílico, doble revestimiento, barniz exterior, de acabado vinílico, aplicado por aspersión interiormente, franja protectora, interior y exterior en la costura.

Fondo:

Fabricado en hojalata electrolítica nacional, de 107 lbs., de 0.25 de estaño.

o en hojalata - de importación de 95 lbs.

Datos y Especificaciones:

El producto se introducirá al bote a una temperatura de 80°C, se tapa, se invertirá y se enfriará inmediatamente con agua rociada sobre los envases hasta temperatura de 35° C.

La composición, número de capas, método de aplicación del recubrimiento interno de los botes debe ser tal que no comunique ningún sabor extraño al producto contenido en la lata aun por períodos de un año, a la temperatura ambiente.

XII. Cámara de Refrigeración - (9)(10)(12)

Diariamente se van a obtener 63 tambores de 200 lts. de capacidad, cada uno, con jugo concentrado de 55°Bx. Por lo tanto se propone una antecámara para bajar la temperatura de 25°C a -25°C y después de un día de residencia en esta antecámara se pasarán a la cámara de congelación en que se encontrarán los tambores almacenados a -20°C hasta su utilización.

Volumen de Materia Prima:

Se requiere almacenar 63 tambores de 200 l. cada uno, de capacidad; la altura del tambor es de 0.88 m y la tarima sobre la que se colocan los tambores mide 0.12 m de altura, en cada tarima de 2 m<sup>2</sup> de superficie caben 4 tambores y se pueden colocar 4 tarimas una encima de otra dando por resultado 16 tambores por estiba de 4 m de alto y dando un volumen aproximado de 8 m<sup>3</sup>

Como se mencionó, se van a manejar 63 tambores /día, por lo tanto

$$\frac{63 \text{ tambores}}{16 \text{ tambores/estiba}} = 4 \text{ estibas}$$

$$\frac{2 \text{ m}^2}{\text{estiba}} \times 4 \text{ estibas} = 8 \text{ m}^2$$

Para lograr una circulación adecuada del aire, este volumen se duplica, obteniéndose:

$$32 \text{ m}^3 \times 2 = 64 \text{ m}^3 \text{ para la antecámara}$$

Dimensiones de la antecámara:

4.0 m de largo

3.5 m de ancho

5.0 m de alto

Area de la antecámara de refrigeración:

$$89 \text{ m}^2$$

Volumen de la antecámara de refrigeración:

$$70 \text{ m}^3$$

Pérdidas de calor por dfa en la antecámara

Temperatura exterior 30°C

Temperatura interior -25°C

Aislamiento con poliestireno de 20.32 cm. de espesor y un valor de k =

$$15.198 \times 10^{-8} \frac{\text{K} \cdot \text{cal}}{\text{hr} \cdot \text{cm}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \times \frac{1 \text{ hr}}{3,600 \text{ seg}} \times \frac{1000 \text{ cal}}{1 \text{ kcal}} = 1.0206 \times 10^{-5} \text{ Btu}$$

$$Q = \frac{k (24) \text{ área } (T_1 - T_2)}{\text{espesor}}$$

$$Q = \frac{15.198 \times 10^{-8} (24) 890\,000 (55^\circ) \frac{\text{K cal hr} \cdot \text{cm}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{hr} \cdot \text{cm}^2 \cdot ^\circ\text{C}}}{20.32 \text{ cm}}$$

$$Q = 8.7854 \text{ K cal/ dfa}$$



Cantidad de K cal por día para llevar a la materia prima de 25°C a -10°C:  
63 tambores de 200 lts. cada uno con jugo de 55°Bx, con una densidad aproximada de 1.26 Kg/l.

Datos:  $C_p = 0.008 (45\%H) + 0.2 = 0.56 \text{ Kcal/Kg. } ^\circ\text{C}$

$$m = 63 \text{ tambores} \frac{200 \text{ l.}}{\text{tambores}} \times 1.26 \frac{\text{Kg.}}{\text{l.}} = 15\,876 \text{ Kg.}$$

Temperatura de entrada: 25°C

Temperatura de congelación: -10°C

$$\begin{aligned} Q &= m C_p \Delta T \\ &= 15\,876 \text{ Kg.} \times 0.56 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \times 35^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$Q = 311\,169 \text{ Kcal.}$$

Al cambiar de estado el jugo hay que eliminar el calor latente de congelación.

$$Q = X m.$$

$$Q = 45 \frac{\text{Kcal.}}{\text{Kg.}} \times 15\,876 \text{ Kg.}$$

$$Q = 714\,420 \text{ Kcal.}$$

Va congelado el jugo se baja la temperatura a -25°C y por lo tanto requerimos de:

$$\begin{aligned} Q &= m C_p \Delta T \\ &= 15\,876 \text{ Kg.} \times 0.28 \left( \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \right) \times 15^\circ\text{C} \\ &= 66\,679 \text{ Kcal.} \end{aligned}$$

Para el cálculo de la carga térmica se deben tomar en cuenta también los tambores de fierro.

Dimensiones	0.88 m de largo 0.6 m de diámetro 0.003 m de espesor
Area del tambor	2.2331 m <sup>2</sup>
Volumen del tambor	0.0066693 m <sup>3</sup>
Peso del tambor de 200 l.	23 Kg.
Cp del fierro	0.1 Kcal. / Kg°C
Temperatura exterior	25 °C
Temperatura dentro de la antecámara	- 25°C
Masa de los tambores	63 tambores x $\frac{23 \text{ Kg.}}{\text{tambor}} = 1\,449 \text{ Kg.}$

$$Q = m \text{ Cp} \Delta T$$

$$Q = 1,449 \text{ Kg.} \times \left( \frac{0.1 \text{ Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \right) \times 50^\circ\text{C}$$

$$= 7,245 \text{ K cal.}$$

Además de los tambores se deben tomar en cuenta las tarimas.

Dimensiones	1.4 m de largo y ancho 0.025 m de espesor
Area de las tarimas	2 m <sup>2</sup>
Volumen de madera/tarima	0.10535 m <sup>3</sup>
No. de tarimas	4 estibas $\frac{4 \text{ tambores}}{\text{estiba}}$ 16 tarimas
Volumen de las tarimas	1.6856 m <sup>3</sup>

El material de la tarima es madera de pino blanco de una densidad:

$$\frac{514 \text{ Kg.}}{\text{m}^3} \text{ y un Cp} = \frac{0.67 \text{ K cal.}}{\text{Kg}^\circ\text{C}}$$

$$\text{Masa de las tarimas} \quad 1.6856 \text{ m}^3 \times 514 \frac{\text{Kg.}}{\text{m}^3} = 868.6 \text{ Kg.}$$

$$Q = m C_p \Delta T$$

$$Q = 868 \text{ Kg.} \times 0.67 \frac{\text{K cal.}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \times 50^\circ\text{C}$$

$$Q = 29,078 \text{ K cal.}$$

Pérdidas de calor por hombre-hora en la antecámara:

2 hombres trabajan 4 horas cada uno/día

$$Q = 189 \text{ K cal (h) (hr)}$$

$$Q = 189 \text{ K cal (2) (4)}$$

$$Q = 1,512 \text{ K cal}$$

Pérdidas de calor por luces en la antecámara de congelación

<sup>3</sup>  
1 lámpara de 100 watts/6 m<sup>2</sup> de superficie

$$Q = 0.860 \text{ K cal (hr) (watts) (no. de lámparas)}$$

$$Q = 0.860 \text{ K cal (4) (100) (3)}$$

$$Q = 1,032 \text{ K cal.}$$

Pérdidas totales al día: 1,131,141 K cal.

Toneladas de refrigeración:  $\frac{1,131,144}{72,500} = 15.61 \text{ T. R.}$

Para tener un margen de seguridad se le da un 25% más.

$$15.61(1.25) = 19.51 \text{ T. R.}$$

Una vez que se ha logrado bajar la temperatura del jugo concentrado, de la antecámara se pasa a la cámara de congelación, la cual contendrá el producto hasta su utilización.

Para fines de cálculo se va a hacer el mismo para la capacidad total supuesta de almacenamiento de 5,040 tambores, por lo tanto, tenemos que se van a manejar:

$$\frac{5,040 \text{ tambores}}{16 \frac{\text{tambores}}{\text{estiba}}} = 315 \text{ estibas} \times \frac{8 \text{ m}^3}{\text{estiba}} = 2,520 \text{ m}^3$$

Como se explicó anteriormente, este volumen se duplica para lograr una adecuada circulación de aire o sean:

$$2,520 \text{ m}^3 \times 2 = 5,040 \text{ m}^3$$

Dimensiones de la cámara: 29 m de ancho

29 m de largo

6 m de alto

Area de la cámara de congelación 1,537 m<sup>2</sup>

Volumen de la cámara de congelación 5,046 m<sup>3</sup>

Pérdidas de calor por día en la cámara de refrigeración:

Temperatura exterior 30°C

Temperatura interior - 20°C

Aislamiento con poliestireno<sup>o</sup> de 20.32 cm de espesor y un valor de :

$$k = 15.198 \times 10^{-8} \text{ K cal/ h cm}^2\text{°C}$$

$$Q = \frac{K (24) \text{área} (T_1 - T_2)}{\text{espesor}}$$

$$Q = \frac{15.2 \times 10^{-8} \times (24) \times 15\,370\,000}{20.32} \times 50 \frac{\text{K cal h cm}^2\text{°C}}{\text{h cm}^2\text{°C cm}}$$

$$Q = 138.33 \text{ K cal.}$$

El producto va congelado pasa a la cámara que se encuentra a -20°C por lo tanto, gana un poco de calor y para mantenerlo a -20°C requiere de:

$$Q = m C_p \Delta T \quad \text{Densidad jugo de 55°Bx } 1.26 \frac{\text{Kg.}}{\text{l.}}$$

$$m = 5,040 \text{ tambores} \times \frac{200 \text{ l.}}{\text{tambor}} \times 1.26 \text{ Kg.} = 1,260,080 \text{ Kg.}$$

$$C_p = 0.28 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg.}^\circ\text{C}}$$

$$\text{Temperatura de entrada} \quad - 25^\circ\text{C}$$

$$\text{Temperatura de almacenamiento} \quad - 20^\circ\text{C}$$

$$Q = 1,764,112 \text{ K cal.}$$

Como se mencionó, hay que considerar tambores de fierro también.

$$5,040 \text{ tambores} \times \frac{23 \text{ Kg.}}{\text{tambores}} = 115,920 \text{ Kg.}$$

$$\text{Temperatura de entrada} \quad -25^\circ\text{C}$$

$$\text{Temperatura de almacenamiento} \quad -20^\circ\text{C}$$

$$Q = m C_p \Delta T$$

$$= 115,920 \text{ Kg.} \times 0.1 \frac{\text{K cal.}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \times 5^\circ\text{C}$$

$$= 57,960 \text{ K cal}$$

También hay que tomar en cuenta las tarimas de madera:

$$4 \text{ tarimas/estiba} \times 315 \text{ estibas}$$

$$1,260 \text{ tarimas de } 54.1 \text{ Kg.}$$

$$m = 1,260 \text{ tambores} \times \frac{54.1 \text{ Kg.}}{\text{tarimas}} = 63,228 \text{ Kg.}$$

$$Q = m C_p \Delta T$$

$$Q = 63,228 \text{ Kg.} \times 0.67 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg.}^\circ\text{C}} \times 5^\circ\text{C}$$

$$Q = 211,813 \text{ K cal.}$$

Pérdidas de calor por hombre-hora en la cámara de congelación:

2 hombres trabajan 4 horas cada uno /día

$$Q = 189 \text{ K cal (h) (hr)}$$

$$= 189 \text{ K cal (2) (4)}$$

$$= 1,512 \text{ K cal}$$

Pérdidas de calor por luces en la cámara de congelación:

1 lámpara cada 6m<sup>2</sup> aproximadamente:

Por lo tanto se requieren de 140 lámparas de 100 watts.

$$Q = 0.860 \text{ K cal (h) (watts) (no. de lámparas)}$$

$$= 0.86 \text{ K cal (4) 100 (140)}$$

$$= 48,100 \text{ K cal/día}$$

Pérdidas totales al día: 1,984,135 K cal.

Toneladas de refrigeración: T.R. =  $\frac{1,984,135 \text{ Kcal}}{72,500} = 27.5 \text{ T.R.}$

Para dar un margen de seguridad se le da un 25% más:

$$27.5 \text{ T.R. (1.25)} = 34.5 \text{ T.R.}$$

El equipo de refrigeración consta de:

- . 3 compresores para amoníaco, marca Mycon , modelo NW-6A, de 6 cilindros, y tienen una capacidad de 14.7 T.R.
- . Juegos de bandas y poleas;
- . Motores y arrancadores
- . Un condensador evaporativo para amoníaco, marca Recol, modelo DFC-305A, con serpentín de sobrecalentamiento, con capacidad de 60 T.R. Este va equipado con tres ventiladores de 37.5 cm. de diámetro para circular  $395 \text{ m}^3$  - de aire por minuto, equipado por medio de bandas de motores eléctricos de 7.5HP 220/50/4 .
- . Recipiente para refrigerante líquido 40cm de diámetro por 3.05 m. de longitud con un indicador de nivel, válvulas y tuberías.

## **CAPITULO IV**

- FACTORES DE LOCALIZACIÓN
- FACTORES DETERMINANTES CONSIDERADOS EN LA SELECCION DE LOS POLOS DE DESARROLLO INDUSTRIAL
- CONSIDERACIONES ECONOMICAS
  - Costo de Equipo
  - Gastos de Operación
  - Gastos Generales
  - Capital de Trabajo
  - Rentabilidad



## FACTORES DE LOCALIZACION

### INTRODUCCION

La decisión respecto a dónde debe instalarse una planta industrial, es frecuentemente una influencia decisiva en el éxito o fracaso de la empresa.

La naturaleza e importancia de los factores que influyen en la ubicación de la planta varían según las industrias y sus condiciones técnicas y económicas. Algunas industrias tienden a situar sus plantas en las cercanías de sus mercados potenciales, otras se establecen alrededor de sus fuentes de energía; y otras más se erigen donde están sus abastecimientos de materias primas. De cuando en cuando surgen nuevos factores que condicionan los criterios normales en que se basa la ubicación de una planta.

Los factores que determinan la localización pueden describirse como tangibles o intangibles. Los primeros inciden directamente en el renglón de los costos y los intangibles son los que se refieren a aspectos como el medio ambiente, las facilidades recreativas, el desarrollo de la comunidad y algunos otros aspectos. La evaluación de los factores tangibles e intangibles determina la localización óptima de una planta.

## **FACTORES DETERMINANTES CONSIDERADOS EN LA SELECCION DE LOS POLOS DE DESARROLLO INDUSTRIAL**

---

- . Agua abundante para usos industriales
- . Energía eléctrica para usos industriales
- . Existencia de energéticos
  - a) Líneas de gas
  - b) Petróleo crudo o refinado
  - c) Diesel, gasolina y chapopote
- . Existencia de vías de comunicación y servicios en general
- . Intercomunicación con las redes nacionales e internacionales de comunicación.
- . Existencia de tecnológicos y escuelas de enseñanzas especiales y consecuentemente de mano de obra especializada.
- . Existencia de materia prima en las zonas
- . Cercanía a los principales puertos de altura del Golfo
- . Cercanía a los principales centros de consumo del país y grandes posibilidades de exportación a diversos mercados mundiales.
- . Factores climatológicos favorables en las zonas
- . El hecho de que varias de las zonas están en proceso de desarrollo industrial
- . Cercanía de los principales centros turísticos del estado, como incentivo para motivar a la mano de obra especializada y a los administradores de las empresas que radiquen en las zonas.

Criterios Considerados para la Selección de los Terrenos para Uso Industrial en los Polos de Desarrollo

- . Existencia de agua abundante para usos industriales
- . Energía eléctrica y energéticos para usos industriales
- . Vías de comunicación en general
  - a) Carreteras
  - b) Cercanía a las estaciones de ferrocarril autobuses y transportes en general
  - c) Servicios de intercomunicación: telégrafos, correos, teléfonos micro ondas
- . Topografía del terreno
- . Factores climatológicos favorables
- . Acceso inmediato a los principales centros de población
- . Bajo costo de los terrenos
- . Estudio de los vientos dominantes
- . Posibilidades de que los terrenos puedan ser drenados con la finalidad de eliminar los desechos industriales

Factores Objetivos y Subjetivos

El propósito de un hombre de negocios al hacer el análisis de localización es el minimizar la suma de todos los costos afectados por la ubicación. Reconoce que al comparar localizaciones posibles, algunos conceptos del costo como por ejemplo, transportes, pueden ser más altos en el área 1 y más bajos en el área

2, en tanto que los costos de energía eléctrica, por ejemplo pueden demostrar características inversas. Se busca por ende, la localización que minimiza el costo neto; sin embargo, no sólo se debe de pensar en los costos de hoy, sino en los costos a largo plazo y por consiguiente también nos debemos de interesar en los factores intangibles que puedan influenciar los costos futuros. De tal suerte que factores tales como la actitud de las autoridades municipales y de la población hacia la instalación de una empresa en su ciudad, pueden ser indicios de situaciones futuras favorables o desfavorables.

Una escasa oferta de mano de obra puede causar una alza de los salarios, que excede del nivel calculado durante la investigación local. El tipo de mano de obra disponible puede indicar gastos de entrenamiento futuros. Así pues, aunque un análisis de costos comparativos para diferentes ubicaciones puede indicar la conveniencia de establecerse en una comunidad, la evaluación de factores intangibles pueden establecer la base de una decisión para seleccionar otra administración y dirección técnica de la producción. ( 20)

### Resumen de las Fuentes de Información

La selección de una área y finalmente el sitio específico para la planta requiere estudios cuidadosos si se ha de tomar una buena decisión. Una gran cantidad de información deberá obtenerse y correlacionarse, para resolver el problema de localización.

#### Localización de Plantas

##### FACTOR

##### FUENTE DE INFORMACION

Información general respecto

Cámara de Comercio

a actitud, servicios, tipo de comunidad	Banqueros dentro del área Líderes cívicos Clientes de la localidad Firmas industriales sobre bienes raíces Empresas de servicio público Bibliotecas Fabricantes en el área Comerciantes en el área Autoridades municipales Periódicos en el área Comités para el desarrollo industrial
<u>Costos de construcción</u>	Contratistas en el área Ingenieros y arquitectos Proveedores de materiales Indices de papelco industrial
<u>Gas</u>	
Disponibilidad y Tarifas	Petróleos Mexicanos (Intendencia de Distrito) Cámara de Comercio Comités de Fomento Industrial Proveedores varios
<u>Alojamiento</u>	
Disponibilidad	Autoridades municipales Periódicos y revistas Corredores de bienes raíces en el área

Industrias en el Area

Agencias para el desarrollo local y estatal

Clientes

Revistas de mercados regionales

Secretaría de Industria y Comercio

Asociación de Industriales del estado

Dirección de Industria y Comercio y Estadística del estado

Publicaciones municipales

Comités de fomento industrial

Situación de la mano de obra

Disponibilidad y calificación

Asociación de industriales del estado

Cámara de Comercio

Autoridades municipales

Fabricantes en el área

Dirección de Industria y Comercio y Estadística del estado

Estadística del estado

Ley federal del trabajo

Fabricantes en el área

Empresas similares

Sindicatos

Prestaciones Sociales

Fabricantes del área

Contratos con el sindicato

Sindicatos

Niveles de salario

Oficinas de colocación de trabajadores  
Comisión Nacional de salarios mínimos  
Fabricantes en el área  
Empresas similares

Mercados

Ubicación de clientes actuales,  
volumen, tipo de producto

Registros de ventas

Desarrollo potencial de los merca-  
dos individuales

Tendencia de ventas

Clientes actuales, nuevos clientes  
posibles dentro del mercado actual,  
posibilidades de abrir nuevos mer-  
cados incluyendo la exportación

Estudios por:

Agencia publicitaria

Cámaras de comercio

Comités de desarrollo industrial

Instituto Mexicano de Comercio Exterior

Comparación de los costos de trans-  
porte

Proveedores actuales de materia prima

Empresas de transporte del área

Registros de compras

Efectos de la nueva planta sobre  
las áreas de mercado de las plantas  
existentes

Registros de ventas

Lugar

Disponibilidad

Dirección de Industria, Comercio y Estadística  
del estado

	Asociación de industriales del estado
	Autoridades municipales
	Unión de cultivadores del estado
Hidrograma	Secretaría de Recursos Hidráulicos
	Ingenieros Municipales y del Ejército
	Mapas geodésicos (Pémex)
Opciones	Corredores de bienes raíces en el área
	Evaluación de demás factores
Precio	Corredores de bienes raíces
	Dirección de catastro de la propiedad federal
Escrituración	Asesor legal
Zonificación	Autoridades municipales
	Comités de fomento industrial
<u>Impuestos</u>	
Locales y estatales	Ley de fomento industrial para el estado
	Autoridades municipales
	Investigadores en la industria del área
	Asesores sobre impuestos del área
	Comités de desarrollo industrial local y estatal
	Leyes vigentes
<u>Transporte</u>	
Tasas de fletes, programas y servicios	Secretaría de comunicaciones y Transportes
	Compañías de transportes que sirvan en



el área.

Proveedores actuales

Abastecimiento de agua

Disponibilidad

Secretaría de Recursos Hidráulicos

Ingenieros municipales

Cuotas

Instalaciones que dan servicio en el área

Tipo

Análisis químico

Materias primas

Fruta (disponibilidad, variedades, temporadas, precios, ubicación, principales centros productores)

Dirección de agricultura del estado

Comisión Nacional de Fruticultura

Agencia general de sanidad vegetal

Estudios económicos especiales

Dirección de Industria y Comercio y Estadística del estado

Ingredientes químicos

Proveedores actuales

Cámara de comercio

Fabricantes del área

Electricidad

Disponibilidad, tarifas y financiamiento

Comisión Federal de Electricidad

Análisis de los Factores de Localización

1. Las Fuerzas Locacionales

La localización más adecuada para una nueva unidad productora debe orientarse hacia los mismos objetivos que el tamaño óptimo, esto hacia la obtención

de la máxima tasa de ganancia y hacia la obtención de los costos unitarios mínimos.

El estudio del emplazamiento consiste en analizar las variables, que se pueden llamar fuerzas locacionales, a fin de buscar la localización en que la resultante de estas fuerzas conduzca a una máxima tasa de ganancia o a un mínimo costo unitario. Los principales elementos de juicio a considerar son:

- a) La suma de los costos de transporte de insumos y productos
- b) La disponibilidad y costos relativos de los recursos
- c) La posición con respecto a factores como terreno y edificios, energía eléctrica, agua, clima, tributación, facilidades administrativas, política de descentralización o centralización, disposición de aguas residuales, olores y ruidos molestos

Los puntos a y b son en general los más importantes y en el fondo se reducen a una misma cuestión de transportes. Sin embargo, su desglose ayudará a distinguir los matices del problema. El punto c abarca una serie de factores cuya mayor o menor significación dependerá de cada caso en concreto, del estudio en cuestión que nos ocupa, se analizarán en detalle más adelante dichos factores.

Cabe hacer presente que los factores que influyen en la localización industrial han sido agrupados de muchas otras maneras, pero en el fondo con la misma base conceptual.

El Departamento de Comercio de los Estados Unidos establece que "los conceptos

básicos que gobiernan corrientemente la evaluación para la localización de fábricas" son: (21)

- a) Localización de los materiales de producción
- b) Mano de obra
- c) Terreno
- d) Combustible industrial
- e) Facilidades de transporte
- f) Mercado
- g) Facilidades de distribución
- h) Energía
- i) Agua
- j) Condiciones de vida
- k) Leyes y reglamentos
- l) Estructura tributaria
- m) Clima

Se enfoca así el problema desde el punto de vista de la atracción de industrias hacia determinadas zonas, problema diferente del que preocupa aquí, que es el del emplazamiento o localización de una industria específica. Sin embargo, no es difícil reconocer dentro de aquellos grupos los mismos trece elementos de juicio presentados en la lista anterior. Se ha incluido aquí porque puede ser útil para confrontar finalmente la localización elegida considerándolos individualmente. Conviene señalar con claridad la diferencia entre el problema de la localización en relación con la orientación de una política económica y el mismo problema en un proyecto específico.

El primer caso será motivo de preocupación en los programas de desarrollo; el segundo es el que se aborda en estas páginas.

El problema de la localización se suele abordar en dos etapas; en la primera se decide la zona general en que se instalará la empresa y en la segunda se elige el punto preciso, considerando ya los problemas de detalle (costos de terrenos, facilidades administrativas y demás). Hay factores estructurales tributarias, concesiones legales, disponibilidad de edificios, que en ciertos casos son de detalle y en otros pueden ser de gran importancia. Esa distinción sólo podrá hacerse frente al problema concreto. En general, los problemas decisivos serán los de transporte y de disponibilidad y costo de los insumos.

## 2. Mercado

Hasta ahora en México la relación más estrecha se ha establecido entre el centro de producción y el de población; es decir, se ha puesto énfasis en el factor "proximidad del mercado".

La presión para que una planta se sitúe en las cercanías de un mercado potencial en cuanto a la misma, es muy poderosa cuando sus productos son fácilmente perecederos, como puede ser el caso del pan y la leche, o cuando se trata de servicios, tales como lavandería y reparación. Además, el factor "cercanía del mercado" se vuelve de mayor importancia cuando la fabricación del producto añade un peso adicional.

Para tener una idea aproximada de la reducción de peso, se dan los siguientes datos: de una tonelada de fruta, se obtiene un rendimiento aproximado de un 50% a 55%, es decir unos 550 l. de jugo natural por tonelada. la

concentración normal a la que se encuentra este jugo es de 9 a 12°Brix, el cual a su vez por medio de un proceso de evaporación, se le elimina gran parte de agua y se reduce a una proporción de 6 a 1, quedando un producto terminado a una concentración de 55° a 60°Brix, o sea que de 1,000 kgs. de fruta se obtendrían aproximadamente de 80 a 90 litros de jugo concentrado con pulpa, de esos mil kilos, también se obtendrían algunos kilos de bagazo deshidratado.

Como habrá podido observarse, la reducción que se hace en peso es mucha, el jugo concentrado se tendría en refrigeración, agregándole benzoato y sorbato para una mejor conservación. Por la alta concentración a la que se encuentra, se elimina el problema de contaminación o de fermentación y por lo tanto se deja de considerar como producto perecedero, en virtud de que se puede tener almacenado en frigoríficos por un tiempo largo.

En relación con lo anterior, el factor "proximidad al mercado" quedaría en segundo término, comparado con el factor "cercanía a materias primas".

Otro mercado importante lo constituyen los principales países consumidores de jugos de frutas, como son los Estados Unidos, Alemania, Canadá, Gran Bretaña, Polonia, Suiza y Austria y Perú; en virtud de las fluctuaciones que se tienen en los precios internacionales, es muy riesgoso el canalizar la mayor parte de una producción hacia ellos: si conviene tomar muy en cuenta ese mercado pero no estar únicamente atendido a ellos, si se tiene un buen mercado interno, conviene vender en él, pero para lograr un mayor consumo se necesitaría de ciertas medidas que favorecieran la expansión de la demanda a base del mejoramiento de la calidad y la presentación

del producto, el fomento del comercio y la educación del consumidor, la divulgación de sus propiedades vitamínicas, por medio de la prensa, radio, televisión, cine, publicaciones, datos estadísticos y otras informaciones, la industrialización y la localización de nuevos mercados, y sobre todo, el establecimiento por parte del gobierno de un subsidio a la industria embotelladora de refrescos, siempre y cuando se utilice en sus productos, un contenido mínimo de jugo o pulpa de fruta, producida en México.

3. Materias Primas

Hay determinadas materias primas que son fácilmente transportables por su naturaleza física o por dificultades de cualquier otro orden. Si constituyen una parte importante de los insumos, queda descartada la posibilidad de transportarlas a muy larga distancia y hay que decidir la localización cerca de su origen. Tal es el caso de industrias cuyas materias primas son productos agrícolas perecederos o que económicamente no toleran fletes muy elevados. Lo mismo ocurre cuando el elemento fundamental que utiliza el proyecto es por ejemplo, un combustible de mala calidad o un mineral de baja ley.

Según Pei-Kan Chang (Chan-Pei-Kan) "Las fuentes de materias primas son inequívocamente uno de los factores principales que determinan la localización industrial, aunque su importancia varía con las diferentes industrias, dependiendo de las características de sus estructuras de producción" (17)

Puede afirmarse que el desarrollo económico implica en su curso el progreso de las formas de producción, a la vez que la transformación de la estructura de las actividades de origen a modificaciones en la localización de las industrias, que por la relación costo-rendimiento se orientan en una etapa dada hacia las materias primas.

Por lo anterior, la localización natural de la planta industrializadora de frutas se considera óptima en relación a las materias primas, o sea en la región productora de fruta.

Es conveniente hacer una ligera exposición relacionada con la adquisición de la materia prima por considerarse dentro del abastecimiento de dicha materia prima como un factor de peso dentro de los estudiados.

Sistemas de compra a los que se puede recurrir.

1. Mercado libre
2. Utilizar agentes compradores en cada una de las zonas productoras de fruta, para contratar directamente con él productos, estipulando el volumen y el precio de compra.

Utilizar transportes propios para recoger directamente el producto de las fincas productoras.

De los dos sistemas, el segundo es el que les reditúa mejores dividendos a las plantas procesadoras, por las siguientes razones:

- a) La planta procesadora ejerce más control sobre la calidad de la materia prima que adquiere; al mismo tiempo que puede asistir técnicamente a los productores para que apliquen mejores prácticas de cultivo.

- b) La planta procesadora mantiene relaciones más estrechas con sus proveedores.
- c) Es la mejor forma en que una planta procesadora puede asegurar la adquisición de su materia prima a precios que le permiten desarrollar satisfactoriamente su programa, aun cuando esto implique la erogación de costos adicionales por concepto de sueldos a empleados, vehículos y otras labores de promoción en la compra.

Aparentemente el mecanismo de adquisición de materia prima es sencillo; sin embargo, entrando en detalle, vemos que implica afrontar varias situaciones que a continuación se señalan.

- 1. En México, la producción actual de la mayoría de los frutales no está proyectada con fines industriales, excepto algunos como la vid y la piña, sino que tiene en sus orígenes, una proyección empírica que siguió tres patrones de enfoque heterogéneos entre sí, por sus objetivos y metas originales que se pueden describir en la forma siguiente:

- a) Plantaciones de tipo familiar
- b) Plantaciones de ornato o pasatiempo
- c) Plantaciones proyectadas como negocio

Con estas características de la fruticultura nacional se puede describir su panorama actual:

'Una dispersión desordenada de las plantaciones que en muchos casos están ecológicamente mal ubicadas, por la falta acentuada de proyec-



ción técnica que permita ordenar las plantaciones de cada tipo y variedad frutal conforme al habitat que le corresponda'.

En estas condiciones, la labor de adquisición de la materia prima implica en la mayoría de los casos, contratar por planta lo que eleva y complica ostensiblemente el costo de dicha materia prima.

En consecuencia, es muy difícil aplicar con rigor las normas de calidad industrial en una situación tal que la demanda tan grande de frutas impide toda iniciativa al respecto.

2. Involucrando todos los aspectos del mecanismo actual de la adquisición de la materia prima, se pone en claro la situación real de la industrialización en gran escala de las frutas en México; la industria se ve obligada a pagar casi al mismo precio del mercado de frutas frescas, por la escasez de producción a escala industrial de algunas frutas.

En México, la mayoría de las plantaciones frutícolas son de tipo familiar y en consecuencia, el productor no puede manejar directamente grandes volúmenes de cosecha. La presencia del mayorista se hace necesaria para efectuar la comercialización, pero este mecanismo hace que los costos para la industria se eleven sustancialmente y en consecuencia, cada planta procesadora se ve obligada a establecer su propio sistema de adquisición de materia prima requerida, o de lo contrario tendría que recurrir al mercado libre.

#### 4. Transporte

Se afirma que el desarrollo de los transportes ha dado libertad a la ubicación de las plantas. Esta afirmación posiblemente sea cierta en lo que se refiere al transporte de productos y materiales ligeros. Pero cuando el material es pesado y voluminoso, la proximidad de la planta en relación con un mercado y sus materias primas se encuentra ligada con los medios de transporte óptimos para el material de que se trate. (18) En el caso de plantas procesadoras de frutas, la ubicación más conveniente es dentro de las principales zonas de abastecimiento de materia prima; una de las principales ventajas que se obtienen al localizarse en las áreas productoras es que se elimina en gran parte los intermediarios pudiendo comprar más barato que si se comprara fuera y lejos de la zona y el costo de transporte se puede reducir hasta un 50 ó 60%, considerando a México como mercado consumidor y a la zona cactácea como abastecedora, disminuyendo considerablemente los costos unitarios de producción. El factor transporte involucra muchos aspectos, a continuación se tratarán los más importantes relacionados con el estudio en cuestión.

1. Transporte de materia prima - Como podrá recordarse, en este capítulo se habló en el inciso "2", relacionado con el mercado, de la reducción en peso que se hace de la materia prima, hasta llegar a producto terminado, la relación aproximada es como de 14 a 1, es decir, en lugar de transportar 14 camiones con fruta, se transportaría 1 con producto terminado a los mercados consumidores.

2. Transporte de producto terminado - a) Jugo concentrado. Se harfa en tambores de acero inoxidable o en tambores de hierro con bolsas de plástico con capacidad de 200 litros. b) Bagazo deshidratado. En camiones, a granel o en costales de manta, para ser transportado en camiones o en camionetas.

Por la frecuencia de los envíos de productos terminados, sería conveniente que la empresa tuviera su propio camión para dicho transporte, el cual también serviría para traer de regreso algunas otras materias primas que se utilizan en el procesamiento de fruta, o también para traer tambores vacíos.

5. Transporte de Personal

La movilización del personal, dándole facilidades para llegar a la fábrica y tener un buen acceso, es una consideración que se debe tener presente al igual que para proveedores, clientes o visitas.

6. Comparación de Costos de Transportes

Habrán localizaciones en que será mínima la suma de los costos de transportes totales de los insumos hacia la fábrica y de los productos terminados hacia el mercado. En consecuencia, resultará posible determinar una serie de puntos geográficos en que la cuenta de fletes sea igualmente mínima y que se podrán considerar como posibles para la instalación de la industria. Tomando en cuenta los demás datos que influyen en el problema, sería posible seleccionar la localización final más adecuada.

## 6. Energía Eléctrica

En los países poco desarrollados la disponibilidad de energía eléctrica suele ser un factor decisivo en la localización industrial, aún cuando otros factores aconsejaran localizaciones distintas. La razón está en que, si bien es cierto que la energía eléctrica es transportable a largas distancias, la inversión necesaria puede ser de tal cuantía que en muchos casos no pueda justificarse para una sola industria. El costo de transporte de la energía puede ser prohibitivo, dando lugar a tarifas muy elevadas para determinados propósitos industriales. Si no hay posibilidad de conexión o la tarifa es muy alta en una localidad dada, la alternativa es instalar la propia central de fuerza en esa localidad, o emplazar la industria cerca de la energía que esté disponible a bajo precio. Como con la energía eléctrica suelen encontrarse otras muchas facilidades de producción, servicios educativos, sanitarios, administrativos, al final la balanza se suele inclinar, por lo general en este último sentido.

Hay industrias en que la disponibilidad de energía eléctrica a bajo costo es decisiva para su instalación; las electroquímicas constituyen un ejemplo obvio. En otras, en cambio, representa un rubro tan pequeño que su costo relativo carece de importancia. En este caso, si no hay fuentes externas de abastecimiento, podría resultar factible producirla internamente, aunque fuera a un alto costo inicial.

Como rutina metodológica se puede seguir una similar a la ya indicada para la mano de obra, pero teniendo presente que la empresa siempre podrá

generar su propia energía eléctrica por lo tanto, teóricamente hay disponibilidad de ella en todas partes.

Para analizar el factor 'energía eléctrica' y poder comparar las repercusiones que se tendrían, si se localiza en una u otra parte, se debe de partir de los requerimientos de dicha empresa; en las plantas procesadoras de frutas las necesidades fluctúan de 750 a 1,200 KVA; se puede empezar a trabajar con el mínimo, pero proyectada la sub-estación, transformadores y sistemas de alimentación, para recibir mayores cantidades calculadas en base a posibles expansiones.

Es conveniente tener una planta eléctrica auxiliar, para casos de emergencias, en virtud de que los productos que se manejan son muy delicados, sobre todo en la fase inmediata anterior a la evaporación del jugo natural, para mantener los frigoríficos a temperatura adecuada, o para alumbrado en general para facilitar maniobras nocturnas. Motivo por el cual se justificaría ampliamente la adquisición de dicha planta eléctrica.

En cuanto a las líneas de alta tensión, se debe de tener en consideración lo siguiente:

- a) La cercanía de esa línea
- b) Investigar la frecuencia de interrupciones eléctricas.
- c) Recordar que el sistema se está uniformando a 13,200 volts como mínimo para poder interconectarse con toda la red y que posiblemente las líneas de 6,500 volts tiendan a desaparecer.
- d) Que si se conecta a la línea de 6,600 volts o más, para poder reducir

la corriente eléctrica a 440 o 220 volts, que es con la que se trabajaría, se necesitarían transformadores de tal capacidad que aparte del alto costo, las compañías que los fabrican tardan de 6 a 8 meses en entregarlos, situación que si no se prevé podría colocar fuera de temporada a cualquier procesadora.

## 7. Agua

El agua es un insumo prácticamente indispensable en la totalidad de las actividades productivas. Se requiere agua tanto para los variados usos humanos y de la población en general, como para diversos usos industriales (agua para las calderas, para enfriamiento, para lavado de materia prima y para los procesos propiamente dichos). Su influencia como factor locacional depende en esencia de su disponibilidad. Esa influencia será mínima si hay agua en la cantidad y de la calidad requeridas en todas las vecindades de las distintas localizaciones posibles a que conducen las demás fuerzas locacionales. En el caso específico de las plantas procesadoras de frutas, el agua es un factor muy importante, pues además de ser utilizada en diferentes fases del procesamiento de la fruta y en limpieza general, la cantidad que se emplea es muy elevada. Las investigaciones relacionadas con la disponibilidad y la cantidad de agua suelen representar trabajos e inversiones de consideración que en ocasiones pueden constituir la clave del proyecto. (19)

La relación del factor agua con el tipo de empresa en estudio, está íntimamente ligado por ser un elemento de mucho uso y absolutamente necesario

para el funcionamiento de la planta.

8. Combustibles

Las diversas fuentes de los combustibles podrán influir en la localización de la fábrica en función de sus costos en la fuente de origen, sus características técnicas, sus condiciones de transporte y sus disponibilidades.

El peso que tiene este factor en la industria procesadora de frutas no es de importancia, en virtud de la mínima cantidad en que es usado.

9. Terrenos

El factor más importante a considerar para establecer las necesidades básicas de terreno de la nueva empresa será precisamente la capacidad de producción que habrá de instalarse así como sus posibilidades de expansión en un lapso determinado, que por lo general se puede considerar de 10 años y en función de ello, determinar el tamaño de la propiedad que se necesite; el estilo de edificio y tipo de construcción acordes con la propiedad de referencia; la posibilidad de utilizar eficientemente los tipos y capacidad de los equipos seleccionados y la necesidad de alcanzar oportunamente el volumen proyectado.

Desde el punto de vista económico y funcional es muy importante seleccionar el terreno de tamaño adecuado pues, por lo general en virtud de que el costo inicial determina el tamaño de aquel, puede ocurrir que se adquiera uno demasiado pequeño y por consiguiente, poco funcional o bien, demasiado grande y económicamente inapropiado.

Además, antes de elegir la ubicación definitiva del terreno, se deben de

tomar en cuenta otras consideraciones (22)

- a) Se debe tratar de que el terreno esté lo más plano posible, para evitar demasiado movimiento de tierra, que generalmente es muy costoso.
- b) Tratar en lo posible que el terreno esté limpio de árboles, piedras o demasiadas plantas.
- c) Estudiar la dirección de los vientos, para evitar malos olores, salitre, humo.
- d) Hacer un estudio de mecánica de suelos, para preveer si se tendrá que pilotear el terreno o no, o calcular la carga aproximadamente que soportaría.
- e) Una consideración muy importante es asegurarse que el terreno sea propiedad privada, para poder realizar la compra del mismo de inmediato, pues en muchas ocasiones sucede que el terreno es un ejido y generalmente trae como consecuencia los siguientes problemas.

. El régimen de propiedades de los bienes ejidales y comunales es muy estricto en este respecto, a continuación se citan algunos artículos para tener una idea más precisa.

"Los derechos que sobre bienes agrarios adquieren los núcleos de población serán inalienables, imprescriptibles, inembargables e intransmisibles y por tanto no podrán en ningún caso ni en forma alguna enajenarse, cederse, transmitirse, arrendarse, hipotecarse o



gravarse, todo o en parte. Serán inexistentes las operaciones, actos o contratos que se hayan ejecutado o que se pretenden llevar a cabo en contravención de este precepto".

En caso de que el terreno reúna características tan especiales que lo hagan ser el más idóneo y se decida comprarlo, se tendría que recurrir a una expropiación basada en el Artículo 112, fracción V que nos dice que serán causa de utilidad pública la creación, fomento y conservación de una empresa de indudable beneficio para la colectividad.

Como posibles problemas que se presentarán, por ejemplo serían:

- . que los trámites burocráticos fueran muy tardados
- . que las valuaciones que hace la Dirección de Catastro de la Propiedad Federal de la Secretaría del Patrimonio Nacional son avalúos muy fuera de la realidad, generalmente muy elevados.
- . que las financieras o bancos que otorgan créditos para construcción no considerarían susceptible de garantía ni al terreno ni a lo construido sobre ese terreno, hasta que éste estuviera desafectado por un decreto expropiatorio.

Además, el Artículo 127 de la Ley de Reforma Agraria dice que:

"queda prohibido autorizar la ocupación previa de bienes ejidales a pretexto de que respecto a los mismos se está tramitando un expediente de expropiación". En relación con esto, es lógico pensar que si no puede uno ocupar dichos terrenos hasta que salga el decre-

to expropiatorio, tendrá que dejarse pasar 3, 5 ó 10 años, situación que lo colocaría a uno fuera de varias temporadas de producción. (23)

## ESTUDIO ECONOMICO

### COSTO DE EQUIPO

<u>Unidades</u>	<u>Descripción</u>	<u>Costo -----</u>
1	Elevador de cangilones	\$ 20,000
1	Banda transportadora	\$ 15,000
1	Lavadora de rodillos	\$ 70,000
5	Mesas de corte	\$ 50,000
5	Bombas Jabsco Sanitarias	\$ 41,500
1	Colador de acero inoxidable, malla fina	\$ 11,000
2	Pasteurizadores de placas APV	\$ 150,000
1	Evaporador Mojonier B. Co., baja temperatura	\$ 850,000
5040	Tambores de fierro. con capacidad de 200 l s. \$ 70.00 /unidad	
	Bolsas de polietileno, con capacidad de 200 l . 2 por cada tambor - \$ 4.00 / bolsa	\$ 393,120
2	Tanques de acero inoxidable 304, con capacidad de 1,000 l ., con motor	\$ 14,000
9	Tanques de acero inoxidable 304, con capacidad de 10,000 l ., con motor	\$ 234,000
1	Línea de enlatado 8 R.G. CANCO, que incluye: despaletizadora, línea de latas, lavadora de botes, llenadora engargoladora, enfriadora, inspección de nivel de llenado y empaque	\$ 1,300,000

1	Caldera Cleaver Brooks con equipo y accesorios de 30 HP	\$	60,000
1	Equipo de refrigeración Compresores de amonfaco, marca Mycon, modelo NW 64, motores eléctricos, arrancadores eléctricos, condensador evaporativo para amonfaco, marca Recold, recipiente para el refrigerante, tuberías, difusores, válvulas	\$	900,000
	Terreno, edificios y oficinas	\$	<u>2,000,000</u>
	INVERSION FIJA	\$	6,108,620

ac. tartárico \$49.0  
para 500g  
ac. tartárico \$135.  
para 500g  
Requerido de  
sodio \$50.00  
para 500g

GASTOS DE OPERACION

I. Costo de Producción de la Bebida enlatada hecha a partir de Tuna

1. Gastos Directos:

1.1 Materia Prima

a) 20,000 ton. de fruta/año	\$ 33,400,000/año	
b) 94,697 Kg. de ácido tartárico por año, a \$12.50 /Kg.	\$ 1,183,712/año	
c) 189,394 Kg. de benzoato de sodio por año, a \$12.00/Kg.	\$ 2,272,728/año	
d) 162,374 sacos de azúcar por año cada uno de 50 Kg., a \$110.85/saco	\$ 17,999,158/año	
e) 180 m <sup>3</sup> al día de agua, a \$1.00/m <sup>3</sup> durante 300 días/año	\$ 54,000/año	

1.2 Mano de Obra

399 obreros eventuales/día durante 4 meses, a \$40.00/día	\$ 1,915,200	
16 obreros de planta, a \$40.00/día	\$ 192,000	
	<hr/>	
	\$ 2,107,000	2,107,000/año

2. Gastos Indirectos:

a) Mantenimiento

10% de inversión fija \$ 610,862

b) Depreciación

10% de inversión fija \$ 610,862

1 kg de azúcar  
\$ 2.90

10 - 50  
98

c) Laboratorio			
10% de mano de obra	\$	210,720	
d) Seguro			
1% de inversión fija		61,086	
e) Empaque			
210,437,710 latas litografiadas			
a \$700.00/millar	\$	147,306.397	
8,768,238 cartones con 24 latas			
a \$2,000.00/millar	\$	17,536,476	
f) Vapor			
1,176 ton./año, a \$20.00/ton.	\$	23,520	
g) Electricidad			
960000 Kw-h /año a \$ 0.4/Kw-h	\$	396 000	
h) Otros gastos indirectos de planta			
14% de inversión fija	\$	855,206	
		<hr/>	
	\$	167,611,129	<u>167,611,129</u>
			<u>224,727,927</u>

II. Gastos Generales:

Gastos de Administración y ventas

20% ventas netas

\$ 74,242,424

CAPITAL DE TRABAJO

Efectivo

Se considera un mes de gastos que incluye un mes de sueldos de los empleados y un 15% sobre ventas netas en un mes y otros varios.

a) Efectivo:

			<u>\$/Año</u>
Sueldo de 1 mes de obreros	\$	175,600	
15% sobre venta de 1 mes y varios	\$	4,640,151	
		<hr/>	
		4,815,751	\$ 4,815,751

b) Inventario:

Materia prima (toda)	\$	54,909,598	
Producto terminado (1 mes)	\$	15,291,807	
		<hr/>	
	\$	70,201,405	\$ 70,201,405

c) Cuentas por Cobrar:

3 meses	\$	94,696,970	\$ <u>94,696,970</u>
			\$ 159,714,126

Inversión Total = Inversión Fija + Capital de Trabajo

I. T. = \$ 6,108,620 + \$159,714,126

I. T. = \$ 175,822,746

---

---

PRECIO DE VENTA

<u>\$ 1.80 / Lata</u>	<u>\$/ Año</u>
Venta facturada	378,787,787
2% (V.F.) Devoluciones y descuentos	7,575,757
Venta Neta	371,212,121
Costo de Producción	224,727,927
Utilidad Bruta	146,484,194
Gastos de Administración y Venta	74,242,424
Utilidad antes de Impuesto	72,241,770
Impuestos - 42%	30,341,543
Utilidad Neta	41,900,227

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{U.N.} \times 100}{\text{I.T.}} = \frac{41,900,227 \times 100}{175,822,746}$$
$$= 23.8\%$$

Años en que se recupera la inversión:

$$\text{Años} = \frac{\text{Inversión Total}}{\text{U.N.} + \text{Depreciación}} = \frac{175,822,746}{41,900,227 + 610,862}$$
$$= 4.13 \text{ años}$$



## **CAPITULO V**

- CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

Después de realizar este estudio sobre el enlatado de una bebida hecha a partir de jugo de tuna, se observó que:

1. Se tiene un producto de buena calidad y buen sabor.
2. Desde el punto de vista económico y según el precio de venta del producto, y tomando en cuenta bebidas similares que se encuentran en el mercado, puede competir con ellos obteniéndose una rentabilidad de 23.8%
3. Es oportuno hacer notar que como complemento de este trabajo sería conveniente realizar un estudio de mercado pero no tan solo a nivel nacional, sino buscando su exportación.
4. Las pruebas de conservación indican que después de seis meses de enlatada la bebida, se tiene un buen producto.
5. Se pueden generar fuentes de trabajo, debido a que su proceso de industrialización requiere de la mano del hombre.

## **CAPITULO VI**

BIBLIOGRAFIA

1. Bravo H. H.  
Las cactáceas de México - U. N. A. M.  
Instituto de Biología - Edición 1937
2. González Arreola Héctor  
Recomendaciones para el cultivo del nopal  
Banco Nacional de Crédito Ejidal, S. A. de C. V. - Pachuca, Hgo. 1970
3. Villarreal Fidel, E. de Alva y Romero  
Estudio químico sobre jugos de tunas enlatados  
Laboratorio de Bioquímica - Departamento de Química, Instituto  
Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Monterrey, N. L.  
Sobre tiro de Ciencia - Méx. No. XXIII - 1964
4. Conn E. E. y Stumpf P. K.  
Bioquímica fundamental  
Segunda edición - Editorial Limusa - Wiley, S. A. - México (1967).
5. Association of Official Analytical Chemists (A. O. A. C.)  
Official methods of analysis of the A. O. A. C.  
Eleventh Edition - 1970. Editor - William Horwitz, P. Chichillo and  
Helen Reynolds, Associate Editors.
6. Frazier W. C.  
Microbiología de los Alimentos  
Editorial Acriba - España (1972).

7. Pelczar M. J. y Reid R. D.  
Microbiología  
Mc Graw Hill - Editorial - España (1966)
8. Betz Laboratories Inc.  
Betz Handbook of Industrial Water Conditioning  
Sixth Edition - Philadelphia, Pa. (1962)
9. Cruess W. V.  
Commercial Fruit and Vegetable Products  
Mc Graw Hill - New York - (1958)
10. Desrosier N. W.  
The Technology of Food Preservation  
The AVI Publishing Company Inc. (1970)
- 6 11. López A.  
A complete course in canning  
Baltimore, Maryland - Ninth Edition (1971)
12. Tressler y Joslyn  
Fruit and Vegetable Juice Processing Technology  
The AVI Publishing Company Inc. (1971)
- 7 13. Goldblith, S. A., Josly M. A. y Nickerson J. T. R.  
An Introduction of the Thermal Processing of Foods  
The AVI Publishing Company Inc. (1961)
14. Publicaciones de la División de Nutrición  
Valor Nutritivo de los Alimentos - Tercera Edición  
Tablas de Uso Práctico

Instituto Nacional de la Nutrición - México, D. F. (1960).

- 2 15. Comisión Nacional de Fruticultura  
Datos varios
- 3 16. Comisión Nacional de Fruticultura  
Informador Comercial Frutícola  
Número 25 del 1 al 15 de julio (1972)
17. Chan Pei Kan  
Agricultura e Industrialización  
Fondo de Cultura Económica - México (1951)
18. Industria Mexicana - Técnica y Operaciones Industriales  
Editorial Novaro - Mc. Graw Hill - México (1970)
19. O. N. U.  
Manual de Proyectos de Desarrollo Económico
- S 20. Buffa E. S.  
Administración y Dirección Técnica de la Producción  
Editorial Limusa Wiley, S. A. - México (1971)
21. Industrial Series  
Basic Industrial Location Factors  
Número 74 - Junio de 1947
22. Hernández García H.  
Estudio para la localización de una embotelladora de refrescos en  
Uruapan, Michoacán. - Tesis U. N. A. M. (1966)
23. Ley Federal de Reforma Agraria (Artículo 52) - México (1971)

24.

Rojo Burgos R. y Paredes López O.

Estudio para el enlatado de jugo de tuna.

Trabajo presentado en el III Congreso Nacional y I Congreso  
Lationamericano de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Marzo  
1972 - México, D. F.