

2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

"ELABORACION DE MANGO CRISTALIZADO"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

QUIMICA DE ALIMENTOS

P R E S E N T A :

GABRIELA MORENO GARCIA



MEXICO, D. F.



EXAMENES PROFESIONALES FAC. DE QUIMICA

1998

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

260561



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

"ELABORACION DE MANGO CRISTALIZADO"

**SUSTENTANTE:
GABRIELA MORENO GARCIA**

**ASESOR:
M.EN C. FRANCISCO JAVIER CASILLAS GOMEZ**

**LUGAR DE DESAROLLO:
LABORATORIO 4A, FACULTAD DE QUIMICA. UNAM.**

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a las personas más importantes para mi

* MIS PADRES, María del Consuelo García de Moreno
y José Antonio Moreno A., por su enorme esfuerzo, apoyo y
entrega que dan para que pueda realizar mis metas y anhelos

* MI HERMANA Luz María Moreno, por tu apoyo y cariño. Eres
también la autora de este trabajo.

* MI NUEVA FAMILIA Gonzalo y Juana, por sus grandes deseos
de seguir adelante

Los quiero mucho

Gabriela.

DOY LAS GRACIAS A:

- DIOS por darme la vida y gularme en ella.
- RAVEL por estar conmigo.Te llevaré en el corazón siempre
- VERONICA por ser una verdadera amiga
- LOS GARCIA por su apoyo para con mi familia
- MIS COMPANEROS Y PROFESORES por su compañerismo y conocimiento que me brindaron
- MI TUTOR por el tiempo brindado a este trabajo.
- CARLOS Y LAURA por mantener la esperanza en la mejora continua y su apoyo.
- MOUSTRO por la confianza que me tienes.

**ELABORACION DE
MANGO CRISTALIZADO**

INDICE

| TEMA | PAG |
|---|-----|
| I.- INTRODUCCION | 1 |
| II.- Objetivos | 3 |
| III.- Justificación | 4 |
| IV.- ANTECEDENTES | |
| Clasificación taxonómica | 5 |
| Cultivo | 6 |
| Enfermedad, variedad y tipo | 7 |
| Composición y propiedades | 8 |
| Generalidades sobre el metabolismo | 13 |
| Tratamientos de las frutas antes de la conservación | 17 |
| Aspectos económicos de la producción de mango | 19 |
| Confitación | 23 |
| Deshidratación osmótica | 24 |
| Evaluación sensorial | 25 |
| V.- METODOLOGIA | 28 |
| VI.- RESULTADOS Y ANALISIS | 30 |
| VII.- CONCLUSIONES | 43 |
| APENDICE | 44 |
| BIBLIOGRAFIA | 47 |

INTRODUCCION



INTRODUCCION

En la actualidad existe una preocupación de los tecnólogos en alimentos en poder satisfacer las necesidades del consumidor, al mismo tiempo aprovechar los recursos naturales con los que se cuentan para evitar desperdicios y su mal manejo, logrando su conservación durante periodos variables.

El desperdicio de fruta que no se comercialice es muy importante económicamente, una posibilidad de ayudar es transformar el hábit de la fruta dándole un tratamiento de conservación sencillo y que se puede aplicar in situ.

El azúcar en condiciones adecuadas es un conservador útil ya que proporciona la presión osmótica que evitaria la multiplicación de los microorganismos, sin que los alimentos resulten inapropiados para el consumo humano(25). Una de sus aplicaciones es en frutas confitadas donde una fracción de agua celular está substituida por azúcar. Estos productos pueden conservarse por largo tiempo sin medidas especiales debido a que la concentración de azúcar está entre el 70 y 75 %. Estas frutas confitadas se conocen en almibar si estan inmersas en jarabe, o glaseadas y escarchadas cuando, en estado seco, se presentan cubiertas de una película cristalizada o no de azúcar.

Para conseguir este acabado en la confitación se somete a la fruta a diversos tratamientos previos que podemos diferenciar como: sulfitado, cocción y blanqueo, y punto de azúcar.

La cantidad de azúcar que precisa cada fruta para confitarla varía en función de su estado de maduración y sobre todo de la consistencia más o menos fibrosa y acuosa de sus tejidos. Las frutas deben estar bien cocidas y bañadas totalmente por una solución de agua azucarada, que comenzará siendo relativamente diluida, hasta que

aumentando la concentración de azúcar, el jarabe alcance concentraciones altas. La absorción de azúcar por los tejidos se hace paulatinamente y debe ser mejorada mediante calor, lo que obliga a calentar el agua azucarada (85 ° C) para que puesta en contacto con los frutos y a medida que se enfría, penetre en sus tejidos, operación que con el transcurso del tiempo se consigue, siendo por tanto la confitación un proceso largo ya que dura varios días hasta que su pulpa contenga la concentración deseada.

Por otra parte se consideró como materia prima al mango debido a que México es el segundo productor del Mundo. El volumen de producción es de alrededor de 1100 toneladas anuales en promedio en los últimos cinco años (1990- 1995). Este volumen representa el 48% aproximadamente del total mundial. Sin embargo una de las limitaciones en la producción y exportación es la presencia de plagas y enfermedades fitosanitarias, por lo que se le impone cuarentena al mango, esto lleva a que productores, importadores y exportadores planteen una serie de soluciones al problema en las cuales se incluya el desarrollo de productos con el mango como materia prima , para que éste pueda ser comercializado y exportado evitando este tipo de problemas sanitarios que surgen cuando el mango es almacenado.(6)

Se ensayaron distintas condiciones de un proceso general de confitado con el fin de obtener mango cristalizado que cumpla con los requerimientos del consumidor para ello se llevó a cabo una evaluación sensorial del producto confitado a nivel consumidor, el objetivo de estas pruebas es evaluar de acuerdo con el criterio personal cual es el nivel de agrado.

OBJETIVOS

PRINCIPAL

* Elaborar mango cristalizado como dulce típico mexicano y evaluar su aceptación.

ESPECIFICOS

* Realizar pruebas sensoriales afectivas para observar la aceptación que tiene el consumidor hacia el producto.

* Mejorar las condiciones finales del proceso: color, consistencia, sabor del producto que es ya vendido en ferias regionales y procesado artesanalmente.

JUSTIFICACION

Aprovechar un recurso natural de gran importancia en exportaciones de México e importaciones de otros países y que actualmente presenta la problemática de poder ser conservado para aprovecharlo integralmente.

Lograr mayores ingresos para los productores generando empleos a nivel de agroindustrias.

ANTECEDENTES



ANTECEDENTES

El mango es la más popular de las frutas de clima tropical originaria de la India, y propagada por todo el Mundo. Es la especie más importante dentro de la familia de las *Anacardiaceas*. El género *mangifera* cuenta con 30 a 45 especies, de las cuales unas cuantas producen fruta comestible. Es un fruto de piel suave y lisa, cuyo color verde intenso se va tornando amarillo al ir madurando dependiendo de la variedad, su pulpa es jugosa y dulce al alcanzar la madurez comestible, cambiando de color en forma similar a la de su piel. El desarrollo fisiológico del fruto a partir de su amarre se lleva a cabo aproximadamente en 16 semanas dependiendo de la variedad (?).

CLASIFICACION TAXONOMICA.

Familia: *Anacardiacea*

Género: *Mangifera*

Especie: *Mangifera indica*.

A las anacardiáceas pertenecen más de 500 especies, algunas ofrecen notable interés para el hombre; entre ellas el alfoncingo, mango y el zumaque. Se trata de plantas casi siempre caracterizadas por tener canales resiníferos en el líber y en la corteza, con ramas provistas de hojas simples o compuestas, y sin estípulas. Las flores son actinomorfas, hermafroditas o unisexuales, con cáliz y corola generalmente compuestos de cinco elementos; estambres en número de 5 o 10 con ovario caracterizado por 5 carpelos uniloculares y monospermos. Sus flores están reunidas en panojas. Los frutos son indehiscentes o drupáceos. Las especies pertenecientes a esta familia se encuentran en su mayor parte difundidas en el hemisferio septentrional. De interés

notable son las especies: *Pistacia vera*, *Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus*, *Mangifera*, *Anacardium*, *Schinus* y *Rhus*.

Mangifera indica originario de la India, se cultiva actualmente en varios países tropicales. Alcanza 15 metros de altura, y tiene el tronco negruzco y la copa grande y densa. Sus hojas son lanceoladas, coriáceas, verdeoscuro y relucientes; las flores, pequeñas y amarillentas, se agrupan en panículas. El fruto, llamado mango o manga, es una drupa ovoide o algo arrifionada, de color amarillo, con la corteza delgada y la pulpa jugosa y aromática. Existen numerosas variedades de mango, distintas sobre todo por la calidad de sus frutos. La corteza del árbol y los frutos tienen aplicaciones medicinales(13)

Las variedades actualmente cultivadas comercialmente en México son: Haden, Kent, Tommy, Atkins, Kertt, Zill, Sensation, Ataulfo, Manila y Criollo(8). La nomenclatura de los cultivares trae mucha confusión debido a la existencia de sinónimos, causando que cultivares similares en diferentes regiones tengan nombres distintos. Así, por ejemplo, el cultivar Alfonso, el principal tipo en la India, también se le denomine Badami, Gundu, Patriam, Jthr entre otros (13).

CULTIVO

Debido a su origen tropical, se le puede cultivar dentro de la zona comprendida entre los trópicos de Cáncer y de Capricornio. Puede desarrollarse en climas subtropicales donde la temperatura media anual no sea inferior a los 15° C. En los trópicos debe cultivarse a altitudes sobre el nivel del mar no mayores a los 600 m y en los subtrópicos en lugares cercanos al nivel del mar. Sin embargo, en México y en la India prospera aún a altitudes sobre el nivel del mar de 1500 m, considerando como ideal entre los 0 y los 1000 m, que en México corresponde a las costas del Golfo y del Pacífico, donde la temperatura media anual es de 22 °C (7).

ENFERMEDAD, VARIEDAD Y TIPO.

La enfermedad más grave y destructiva de los mangos es causada por un hongo, *Gloesporium mangiferae*, que se presenta como manchas negras o pardo oscuras en el fruto.

La infección se esparce con mayor rapidez en los climas húmedos, dando como resultado el arrugamiento, ennegrecimiento, ablandamiento y pudrición del fruto.

Gloesporium mangiferae puede crecer en un rango de temperaturas de 15.6 a 35° C grados siendo la temperatura óptima para la germinación de las esporas de 25 °C. Una exposición corta a temperatura de 40 °C mata las esporas y esto constituye la base de numerosas investigaciones acerca del tratamiento de agua caliente para los mangos. Los cambios bioquímicos que se manifiestan durante el desarrollo de los síntomas obtenidos de manera artificial, corresponden bien con aquellos que se encuentran en manchas negras que se han desarrollado en forma natural. Estos cambios son: aumento en el contenido de almidón, ácido ascórbico y acidez, disminución en el de azúcares reductores y sacarosa(16).

Debido a que por siglos su reproducción se ha llevado a cabo en forma sexual, se tienen una gran variedad de frutos. Se conoce como variedad a aquel mango que ha logrado fijar sus características mediante la propagación vegetativa y cuyo cultivo comercial resulta conveniente por su calidad. Se le denomina tipo a aquel mango que se propaga por semilla y que por lo tanto está sujeto a una amplia variabilidad(7).

Las variedades de mango básicamente son de dos tipos: mesa, con pulpa firme que contiene si acaso poca fibra, y mangos jugosos de pulpa suave, en la mayoría de ellos más o menos fibrosa.

Dependiendo de la variedad, los mangos se han procesado en rebanadas, jugos y néctar enlatados, mermeladas y jaleas, conservas, encurtidos, rebanadas y puré congelados. Para enlatar, las rebanadas deben tener una textura firme y succulenta, sabor

agradable y un color natural. Además, el hueso debe ser pequeño, el fruto debe madurar de modo uniforme, conservarse por largo tiempo en el almacén y retener su textura al procesarlo. Las variedades suaves, hebrudas y ácidas se consideran inferiores para enlatar pero pueden usarse para encurtidos (16).

COMPOSICION Y PROPIEDADES DEL MANGO

El siguiente cuadro nos da la composición del mango en sus estados de madurez más extremos.

| FRUTA | % HUMEDAD (g) | PROTEINA (g) | GRASA (g) | CHOS (g) | FIBRA (g) | CENIZA (g) |
|--------|------------------|-----------------|--------------|-------------|--------------|---------------|
| verde | 87.6 | 0.4 | 0.2 | 11.5 | 0.8 | 0.3 |
| maduro | 83.5 | 0.5 | 0.2 | 15.4 | 0.8 | 0.4 |

Referencia 21

SABOR, COLOR Y AROMA

Los frutos carnosos como el mango tienen, en general, como característica en común su riqueza en azúcar, acidez relativamente elevada y perfume pronunciado.

El sabor y aroma del mango depende de la relación de contenido de azúcares y ácidos, de la riqueza de taninos y de la presencia de numerosos compuestos volátiles, tales como los ésteres, alcoholes, aldehídos, cetonas, terpenos, etc.

El color del mango se debe a los pigmentos localizados en los plastos, vacuolas y el líquido citoplasmático de las células. Los pigmentos más característicos pertenecen a

tres grandes grupos:

- 1) Clorofilas,
- 2) carotenoides y
- 3) antocianinas.

Los carotenoides son relativamente resistentes al calor y a pH extremos; sin embargo, estos agentes pueden provocar una transformación parcial cis-trans de ciertos dobles enlaces, lo que puede modificar el color o valor nutritivo. Por el contrario los carotenoides son muy sensibles a la oxidación por el oxígeno del aire, reacción catalizada por la luz, lipoxidasas y peróxidos lipídicos.

TEXTURA

La textura es la resultante de la naturaleza de las células del parenquima y de los demás componentes estructurales.

La rigidez se debe, en parte, a las microfibrillas cristalinas de la celulosa que constituyen el 25% o más del residuo seco, así como las microfibrillas de diversas hemicelulosas, xilanos, ligninas. Estas fibrillas están presentes en las paredes de las distintas células, en particular de las de tejidos vasculares de soporte y protección. Prácticamente los tratamientos tecnológicos no modifican las microfibrillas a pesar de la disminución de la cristalinidad de la celulosa, bajo el efecto de calor húmedo.

La turgencia, firmeza y succulencia depende del agua retenida en las células, puede alcanzar hasta el 96% del peso del tejido. La ósmosis resulta de fuertes concentraciones intracelulares, de sustancias solubles de bajo peso molecular; la hinchazón por absorción del agua está, sin embargo, limitada por la resistencia mecánica de la pared celular. La permeabilidad de la membranas celulares y por consiguiente la textura, se modifican por la maduración, almacenamiento, cocción, congelado.(10)

Asimismo, la textura también está influenciada por los geles de almidón y por los geles de pectinas de la "laminilla intermedia", que asegura la ligazón entre paredes celulares vecinas. La cohesión de estos geles puede reducirse por las actividades

amilolíticas y pectinolíticas que intervienen durante la maduración. Por otro lado, los tratamientos térmicos provocan un incremento de la gelatinización del almidón, lo que contribuye al ablandamiento de los tejidos vegetales durante la cocción.(10)

FIBRA

La definición más ampliamente aceptada con fines analíticos es la de Asp (1987)(10) que define a la fibra, considerando aspectos fisiológicos, como polisacáridos, excepto almidón, y lignina que no son digeribles o absorbidos por el intestino delgado humano.

Los componentes de la fibra alimentaria se pueden clasificar en tres grupos: componentes de la pared celular de los vegetales, polisacáridos utilizados como aditivos alimentarios y compuestos asociados a la fibra.

Los componentes de las paredes celulares vegetales se pueden dividir en polisacáridos estructurales, constituidos por celulosa, sustancias pécticas y hemicelulosas, y compuestos estructurales no polisacáridos, fundamentalmente lignina y protopectina.
(10)

Celulosa.

Es un polímero lineal y plano, constituido de residuos de glucosa unidos por enlaces β (1,4), que son muy resistentes y que la hidrólisis ácida rompe con dificultad. Es un compuesto muy higroscópico, se hincha, pero no se disuelve en agua ni en la mayoría de los disolventes.

Es el principal polisacárido estructural de los vegetales, varias cadenas de celulosa pueden unirse entre sí formando haces que constituyen microfibrillas, estructurales cristalinas de gran resistencia mecánica.

Hemicelulosa.

Junto a la celulosa constituyen los polisacáridos mayoritarios de la pared celular. Los principales azúcares que la constituyen son de la serie D-: xilosa, galactosa, manosa, glucosa, ácido galacturónico y la serie L-: arabinosa, ramnosa, y fucosa.

Sustancias pécticas.

Bajo el nombre de sustancias pécticas se engloban un grupo de sustancias asociadas a hemicelulosa en las paredes celulares que actúan como cementante, es decir, llenando los espacios intercelulares en tejidos jóvenes y proporcionando firmeza y texturas a las frutas y hortalizas.

Son macromoléculas coloidales de naturaleza glucídica capaces de absorber gran cantidad de agua y formadas, esencialmente, por ácido D-galacturónico unido por enlaces $\alpha(1,4)$. Las funciones ácido a menudo están neutralizadas con iones monovalentes o divalentes como potasio, sodio y calcio.

Dentro del grupo de las sustancias pécticas se pueden distinguir dos grupos: ácidos pécticos, que son los polisacáridos que tienen esterificado parte del ácido D-galacturónico, y ácidos pectínicos, que no están esterificados.

Son solubles en agua aunque su solubilidad va a depender del grado de polimerización, de la presencia de cadenas laterales, presencia y número de grupos metilo y su distribución en las cadenas. Tienen la capacidad de formar geles en presencia de ácidos, sales y azúcares. Las pectinas y los ácidos pécticos son hidrocoloides, fuertemente hidratados, que se encuentran en solución. Una porción de las moléculas de agua están unidas por enlaces hidrógeno a los grupos hidroxilo de la cadena polimetilgalacturónica. Asimismo las moléculas pécticas llevan cargas eléctricas (negativas), lo que las conduce, primero a estirarse y así aumentar la viscosidad de la solución; segundo, a rechazarse una a la otra. Cuando se reducen las cargas y se hidrata,

los filamentos de pectina se aproximan los unos a los otros y se enlazan entre sí, formando una red tri-dimensional amorfa, sólida, que retiene entre sus mallas la fase líquida.

Ligninas

Se encuentran en las células formando incrustaciones. Son macromoléculas heterogéneas que forman polímeros tridimensionales por copolimerización oxidativa de alcoholes de la serie fenilpropano: alcohol cumarílico, alcohol coniferílico y sinapílico.

Gomas vegetales.

Las gomas son sustancias exudadas por las plantas en respuesta a lesiones tisulares. Son polisacáridos complejos dispersables en agua y utilizados frecuentemente en la industria de alimentos como espesantes, aglutinantes y estabilizantes. Estas propiedades se deben a una estructura no cristalina, que permite su solubilidad en agua caliente, esto, unido a su elevado peso molecular, hace que formen disoluciones viscosas o geles a baja concentración (10)

CARBOHIDRATOS (mono, disacáridos y polisacáridos)

A excepción del glucógeno y la lactosa, son generalmente de origen vegetal, siendo producidos como resultado de la fotosíntesis. Por lo tanto, las fuentes de carbohidratos son principalmente frutas, vegetales y cereales.

Para propósitos de investigación se consideran cuatro grupos principales de carbohidratos: monosacáridos, disacáridos y oligosacáridos, y polisacáridos.

Los monosacáridos más importantes en los alimentos son las hexosas glucosa y fructosa (12). El disacárido común en frutas es la sacarosa. Dentro de sus propiedades tenemos la velocidad de cristalización de sacarosa en soluciones sobresaturadas; el tamaño de los cristales formados, puede reducirse considerablemente por la adición de

glucosa, azúcar invertido, o agentes hidrocoloides, que elevan la viscosidad. Esta propiedad se utiliza en confitería para conseguir productos donde la sacarosa no cristalice a pesar de su elevada concentración (4).

Los polisacáridos comunes en frutos son los almidones y pectina, ya mencionada.

El almidón es el polisacárido de reserva de la plantas y permite acumular glucosa con un efecto mínimo en la presión osmótica. El almidón puede romperse para liberar glucosa, que puede usarse para la producción de energía en el momento que se requiera. El almidón está constituido de dos polisacáridos diferentes: la amilosa y la amilopectina, ambos compuestos de glucosa.

Los gránulos de almidón son relativamente insolubles en agua. El mezclado y calentamiento del almidón con agua resulta en la absorción de alrededor de un 25 a un 30% de agua en peso. Si se aumenta la temperatura aumenta la incorporación de agua hasta que al final el gránulo estalla y vacía su contenido en el líquido circulante y la mezcla adquiere una mayor viscosidad. Si se añade azúcar a la mezcla, la gelificación se modifica ya que el azúcar compite por el agua con el almidón. El resultado es un gel más suave, menos sólido (2).

GENERALIDADES SOBRE EL METABOLISMO DESPUES DE LA COSECHA.

Cuando una fruta se separa de la planta, no recibe más agua ni nutrientes y la fotosíntesis cesa. Sin embargo, prosigue la respiración del tejido, así como otras diversas reacciones enzimáticas, entre las que se incluyen la síntesis de pigmentos e incluso, enzimas.

La respiración de los tejidos vegetales consiste en la oxidación de los hidratos de carbono; por lo tanto, origina una pérdida de materia seca y también frecuentemente una disminución del sabor azucarado. Consume oxígeno y, por eso, en este aspecto, es importante que las frutas almacenadas tengan oxígeno a su disposición, para evitar que

la anaerobiosis que presupone la formación de etanol tóxico para los tejidos, que resultan desagradables desde el punto de vista gustativo. La respiración desprende anhídrido carbónico, produce agua y mantiene la transpiración de los tejidos; pero es preciso evitar que esta agua se acumule en la superficie de los frutos, porque un exceso de humedad favorece el desarrollo de microorganismos. La respiración también desprende calor, que conviene eliminar, pues un aumento de temperatura aceleraría estos diversos fenómenos y por tanto el deterioro.

MADURACION

La mayoría de las frutas pueden madurar sobre la planta; sin embargo, por motivos tecnológicos o económicos, algunas frutas como el mango se recogen antes de su completa maduración; entonces, la maduración se produce durante el transporte o almacenamiento.

El fruto, una vez que alcanza la madurez, está expuesto al deterioro, debido a enfermedades fisiológicas o bien ataque por microorganismos. Al estado de madurez óptimo sigue inmediatamente la desorganización y senectud de los tejidos; ablandamiento excesivo, pardeamiento enzimático, etc. Esquemáticamente se puede considerar la vida de una fruta conformada por cuatro fases:

div.celular---> aumento del vol.de células ----> maduración ----> vejez y muerte.

En algunas frutas, esas fases son bastante lentas, debido, sin duda, a su baja actividad respiratoria; por el contrario, con otras frutas como el mango las dos últimas fases son muy cortas y los problemas de almacenamiento muy delicados.

Desde el punto de vista del metabolismo, la fase de maduración sería un periodo de diferenciación del tejido, acompañado de la síntesis específica de ciertas enzimas, responsables de los cambios de color, textura y sabor.

EL FENOMENO CLIMATERICO

Entre las considerables diferencias que existen entre las diversas frutas, hay que citar las que conciernen a la actividad respiratoria, el lapso de maduración y vejez, el comportamiento después de la cosecha cuando se recogen antes de la maduración, etc; se pueden distinguir dos grupos: las climatéricas y no climatéricas.

El primer grupo al cual pertenece el mango, son frutos que presentan un aumento transitorio de la actividad respiratoria, llamado "pico climatérico" que en general coincide con las principales modificaciones de color, textura y sabor característicos de la maduración.

Las frutas del segundo grupo, no presentan el pico climatérico, su respiración progresa más lentamente y por lo general, se les deja madurar sobre la planta.

Las condiciones ambientales especialmente la temperatura y el contenido en anhídrido carbónico pueden modificar la actividad respiratoria; estos factores se utilizan para prolongar la conservación de diversas frutas. Igualmente debe resaltarse que la actividad respiratoria puede acelerarse cuando el tejido está dañado mecánicamente.(10)

MODIFICACIONES QUIMICAS

Entre las principales reacciones bioquímicas de la maduración, están las modificaciones de los constituyentes glucídicos. En general, el contenido de azúcares y el sabor azucarado aumentan en el curso de la maduración, a pesar del consumo de una parte de esos azúcares por la oxidación respiratoria. Esos azúcares provienen de la hidrólisis del almidón o bien de la hemicelulosa de paredes celulares. Se sabe que la glucosa, fructosa y sacarosa son interconvertibles.

Por lo general, la maduración presupone un descenso de la acidez; de esta forma la relación azúcares/ácidos aumenta.

Las sustancias pécticas resultan profundamente modificadas durante el

crecimiento y maduración. La protopectina, insoluble, se transforma en pectina soluble y ésta posteriormente se demetoxila y depolimeriza parcialmente debido, en parte, a una síntesis acelerada de pectinasas. Estos cambios afectan a las paredes celulares y motivan un ablandamiento, algunas veces excesiva, del fruto.

Los pigmentos también sufren durante la maduración considerables modificaciones. Por lo general, el pase de verde a amarillo o al rojo, corresponden al desenmascaramiento de los pigmentos carotenoides, debido a la destrucción de la clorofila. Al mismo tiempo hay frecuentemente una síntesis de carotenoides.

La maduración origina un gran número de compuestos orgánicos volátiles que en parte, son responsables del aroma del fruto. Sus funciones en el metabolismo y las reacciones que motivan su formación aún son poco conocidas a pesar de los numerosos estudios realizados (4). Las sustancias características que aportan a cada fruta su aroma típico son fundamentalmente aldehidos, ésteres, alcoholes e hidrocarburos terpénicos, cuya naturaleza química y concentración son controladas biogenéticamente como productos intermedios del metabolismo celular.(19)

ACCION DEL ETILENO

Se sabe que cuando las frutas se colocan en una atmósfera conteniendo 1 mL de etileno/m³, la aparición del pico climatérico y maduración resultan,claramente aceleradas.

En la mayoría de las frutas, maduración y pico climatérico corresponde a un contenido en etileno del gas intracelular próximo a 0.1 mL/m³. El oxígeno y la respiración celular son indispensables para la producción de etileno. Este último parece formarse a partir de la metionina y quizás del ácido linoleico. La forma de actuar el etileno es poco conocida, pero estaría ligada a una modificación de la permeabilidad de las membranas mitocondriales.

TRATAMIENTOS DE LAS FRUTAS ANTES DE LA CONSERVACIÓN

Limpieza y lavado.

La limpieza y lavado se aplican a la mayoría de las legumbres y frutas; son especialmente importantes, para los vegetales que pueden traer tierra o arena junto con una elevada carga microbiana.

Se vigila la eliminación de los residuos de productos antiparasitarios que pudiesen estar presentes; estos productos, independientemente de su toxicidad pueden provocar alteraciones del color o del sabor.

Selección.

La selección por grosor de la mayoría de las frutas está condicionada más que nada por costumbres del comercio. El tamaño no está, ligado a una cantidad gustativa, pero es fundamental desde el punto de vista de presentación. Actualmente se considera necesaria una cierta uniformidad de tamaños, pues resulta indispensable para numerosos tratamientos mecánicos.

La selección según el color también se inspira en tradiciones del comercio; además, para la mayoría de las frutas, el color es un característico índice de madurez. Por otro lado, algunas coloraciones son signos de alteración o sencillamente el consumidor no las desea.

Pelado.

El pelado es parte de las operaciones de preparación, pero merece estudiarse separadamente a causa de los numerosos métodos que se emplean para realizarlo:

- a) maquinaria automatizada,
- b) manual y maquinaria,

- c) abrasión o solución alcalina caliente.
- d) congelación superficial, seguida de descongelación.

Escaldado.

El escaldado es una breve cocción en agua o vapor y tiene diversas finalidades:

- a) Ablandar el tejido vegetal de modo que pueda soportar las posteriores manipulaciones y reducir su volumen aparente.
- b) Eliminar el aire y otros gases de los espacios intercelulares, para disminuir las reacciones de oxidación.
- c) Aumentar la permeabilidad de las paredes celulares, lo que aumenta la velocidad de deshidratación y facilita la posterior rehidratación.
- d) Completar el lavado del producto, reduciendo también la contaminación de naturaleza química, así como la carga microbiana.
- e) Destruir las enzimas que pudiesen originar alteraciones.

Cuando el escaldado se hace en agua se puede asociar con otros tratamientos químicos tales como la adición de sulfitos para impedir el pardeamiento durante la deshidratación.

El escaldado trata de inactivar las enzimas de alteración; éstas pueden ser endocelulares o exocelulares, del tejido vegetal, o enzimas microbianas. Por lo tanto, no siempre resulta fácil precisar el origen de la enzima o enzimas responsables de una alteración.

Las enzimas más dañinas pueden agruparse en tres categorías:

- a) Enzimas que provocan, al mismo tiempo, modificaciones del color, aroma y otros caracteres. Se trata principalmente de enzimas oxidativas, tales como la catalasa y la peroxidasa.
- b) Enzimas que originan la formación específica de olores o sabores indeseables: enzimas hidrolíticas, tales como lipasas, proteasas, amilasas; enzimas de la glicólisis anaerobia que

transforman los glúcidos en etanol, acetaldehído, etc.; lipoxidasas acelerantes de la oxidación de ácidos grasos no saturados.

c) Enzimas cuya actividad origina especialmente alteraciones de color: polifenoloxidasas, responsables del pardeamiento enzimático; clorofilasas, que degrada la clorofila; las ya mencionadas lipoxidasas, que originan la oxidación de carotenos; enzimas amilolíticas, que pueden favorecer el pardeamiento no enzimático.(4).

ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA PRODUCCIÓN DE MANGO

Como se mencionó anteriormente México es el segundo productor de mango en el Mundo. El volumen de su producción es de alrededor de 1100 toneladas anuales en promedio en los últimos cinco años (1990- 1995). Este volumen de producción representa el 4.8% aproximadamente del total mundial. Los países productores más importantes son Filipinas, Australia, Nueva Zelanda e Indonesia.

La superficie cosechada en México fue de 1100 hectáreas en 1991, divididas en 69.6% de temporal y el resto (30.4) de riego. La producción obtenida fue de 1117.9 toneladas y el rendimiento promedio de 9,717 kilogramo por hectárea.

La grafica 1 nos muestra el comportamiento de la producción en México durante el periodo comprendido entre 1985 y 1992.

El producto se clasifica en función de calidad, en tres grados y se designan como México extra, México 1 y México 2. Por otra parte, se clasifica el mango tanto por tamaño en función del peso unitario, como por el grado de madurez en función de coloración de la pulpa.

Los principales estados productores son: Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Sinaloa, Nayarit y Michoacán. En su conjunto, estas entidades representan más del 80% de la producción nacional en los últimos cinco años como lo muestra la gráfica 2.

La superficie cultivada y la producción en los principales estados de esta especie, ha manifestado un crecimiento notable con respecto a 1980. La superficie cultivada era de aproximadamente 69 mil hectáreas y pasó a 104 mil en 1990. A partir de 1990, tanto la superficie como la producción se ha mantenido constante, con un notable descenso en 1991 a consecuencia de las heladas en los principales estados productores.

En México, el mango tiene una oferta estacional definida :en solo cinco meses del año se cosecha el 80% de la producción total como se muestra en la gráfica 3.

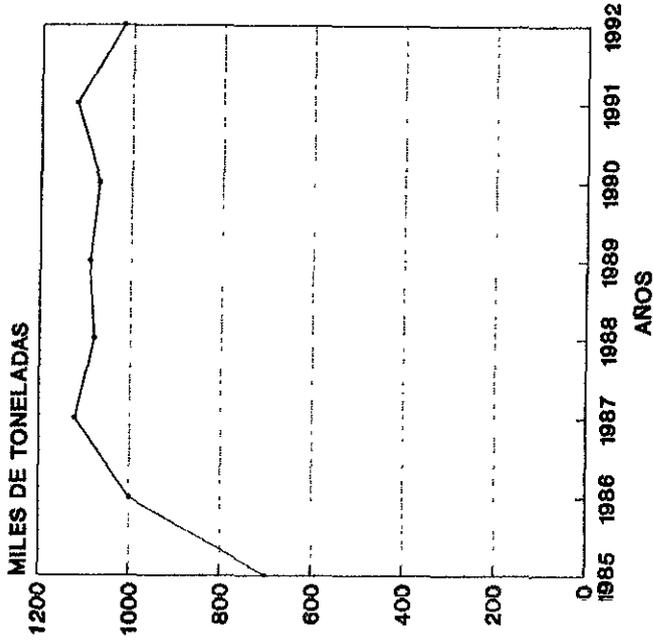
La producción del mango se destina en su mayoría al mercado nacional, teniéndose como principales centros de consumo las grandes ciudades: México, Guadalajara y Monterrey. La comercialización del fruto presenta irregularidades debido, entre otros factores, a la escasa organización de los productores, a los elevados costos de transporte causada por la lejanía entre los centros de producción y los de consumo.

En 1991 México se colocó como el primer exportador del Mundo, con ventas al exterior que ascendieron a las 98 mil toneladas, lo que representó el 8.6% de la producción nacional, generando divisas para el país por más de 88 millones de dólares. Los principales destinos fueron: Estados Unidos, Canadá, Francia, Japón y Europa. (gráfica 4.)

Al efectuar únicamente exportaciones de mango fresco, se tendrá que fomentar la cooperación entre industriales y productores, y las empresas dedicadas al proceso de industrialización y transformación del mango, tendrán que diversificar el producto en forma y presentaciones, y adaptar sus productos con valor agregado a los gustos y requerimientos de los países demandantes (8).

Todo ello con el fin de aumentar exportaciones, demanda de mango fresco evitando deterioro en campo y disminuyendo por ende pérdidas en campo, tanto monetarias como de territorio.

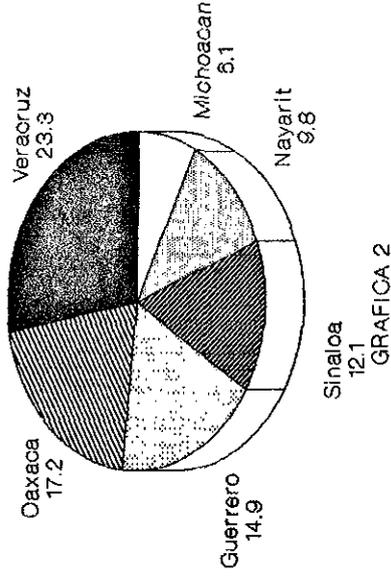
PRODUCCION DE MANGO EN MEXICO



— GRAFICA 1

Fuente 8: Estrategia nacional de mediano plazo de desarrollo y promoción de exportadores de mango.

ESTADOS PRODUCTORES DE MANGO

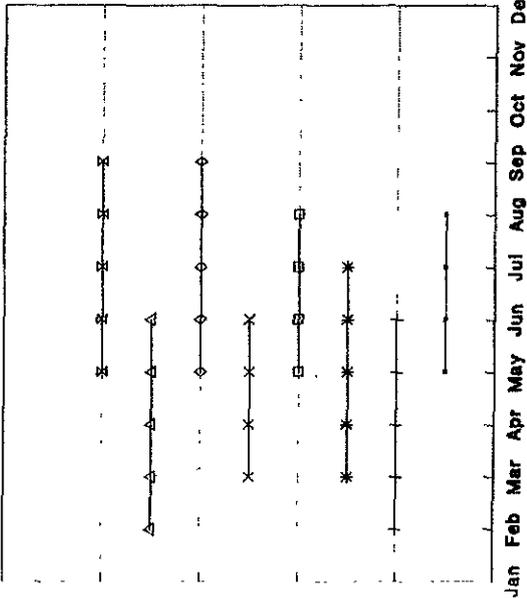


GRAFICA 2

Fuente 6: Estrategia Nacional De Mediano Plazo de Desarrollo y Producción de exportadores de Mango.

ESTACIONALIDAD EN LA PRODUCCION DE MANGO

ESTADOS PRODUCTORES

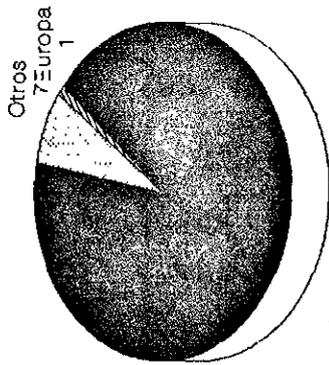


MESES DE COSECHA, Gráfica 3

- △— Col.
- +— Chi.
- *— Gro.
- Jal.
- x— Mich.
- ◇— Nay.Sin.Tam.
- x— Oax.
- x— Ver.

Fuente 6: Estrategia Nacional de desarrollo de mediano plazo de desarrollo y producción de exportadores de Mango

PAISES IMPORTADORES DE MANGO EN EL MUNDO



Estados Unidos 92

GRAFICA 4

Fuente: Estrategia Nacional de mediano plazo de desarrollo y producción de exportadores de Mango.

CONFITACIÓN

La confitación consiste en lograr que las frutas se encuentren en condiciones de absorber paulatinamente distintas cantidades de azúcar, hasta que la concentración en la pulpa sea lo suficientemente alta que permita su conservación por tiempo indefinido. En la preparación tradicional de confituras, se comienza por cocer rápidamente las frutas en un mínimo de agua, con el fin de ablandar y liberar la pectina de su ligazón con la celulosa.

A continuación se añade la cantidad prevista de azúcar, en caso de utilizar ácido, se mezclan y llevan a una fuerte ebullición, con el fin de alcanzar rápidamente, el grado de concentración deseado. El propósito de la ebullición no es sólo eliminar agua, sino también conseguir la cocción de las frutas y la pasteurización de la mezcla, ayudando a disolver el azúcar y los otros ingredientes solubles y asegurando la inversión parcial de la sacarosa, debe durar de 7 a 8 minutos, con un máximo de 10, pues puede haber peligro de degradar la pectina, invertir demasiado la sacarosa y deteriorar el sabor y aroma del producto (4).

Algunas frutas para confitar precisan de un tratamiento previo como es el sulfitado, con ello se consigue que la pulpa tenga una mayor retención del color y en consecuencia el fruto adquiera una mejor presentación, con el azufrado se pierde considerablemente el sabor del fruto, que en este caso tiene importancia ya que las concentraciones utilizadas de azúcar son tan altas que al final del proceso el sabor es enmascarado por el exceso de azúcar acumulada en sus tejidos, con lo cual se consigue una deshidratación osmótica.

La base fundamental de la confitación reside en la adecuada cocción de las frutas. En este proceso se consigue blanquear y ablandar sus tejidos, dejándoles en condición para su preparación. Si la cocción de las frutas fuese insuficiente, esta se arrugaría y si estuviera demasiado cocida se deshacería, quedando en condiciones deficientes para su

confitación. Se elegirán para confitar dentro de cada variedad las frutas que tengan un mayor tamaño, duras y tersas, no verdes y que hayan iniciado su maduración; es decir con la suficiente consistencia que permita la manipulación sin deteriorarse. En la mayoría de los casos, es preciso hacer una escrupulosa selección de las frutas, apartando las más duras para tratarlas con más cuidado, en el supuesto que tuviesen consistencia que les permita confitarlas, de lo contrario pueden utilizarse para elaborar otros productos tales como mermeladas o jaleas, y las duras para cocerlas con más intensidad o dejarlas unos días al aire, para que se obtengan las condiciones de ser tratadas. A medida que estén bien cocidas ascenderán a la superficie del recipiente que las contenga, momento en que se van retirando a recipientes con agua fría, cambiando ésta dos o tres veces antes de pasarlas a los baños de almibar.

DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA

Como es bien sabido, por medio de ósmosis puede removerse agua de una solución diluida contenida dentro de una membrana semipermeable por medio de la difusión de la misma hacia una solución concentrada que rodea a esta membrana. El agua continuará difundándose hasta alcanzar un equilibrio en presiones osmóticas. El principio puede aplicarse a cualquier tejido animal o vegetal, que pueda ser sumergido en soluciones concentradas de azúcar o sal.(12). Los microorganismos podrán sobrevivir pero son incapaces de crecer sin agua libre, por lo que se genera un sistema de conservación al bajar su cantidad.

Las principales ventajas que podrían señalarse para este proceso de deshidratación está que la fruta que se va a deshidratar, no se somete a elevadas temperaturas durante el tiempo en el cual la fruta contiene la mayor parte del agua, lo cual significa que se reducen los daños por pérdida de color y sabor (22).

EVALUACIÓN SENSORIAL

La evaluación sensorial se ocupa de la medición y cuantificación de las características de un producto alimenticio, las cuales son percibidas por los sentidos humanos.

Existen dentro de la evaluación sensorial cuatro métodos fundamentales: sensitivo, cuantitativo, cualitativo y afectivo. Es importante observar que los primeros tres son pruebas de tipo analítico que deben efectuarse en laboratorios, ejecutados por jueces entrenados, mientras que el último es una prueba de consumidor, la cual se lleva a cabo con individuos representantes de quienes finalmente emplearán el producto.

Dentro de las pruebas afectivas existen: la prueba de aceptación, prueba de preferencia y prueba de nivel de agrado.

En estas pruebas afectivas las personas que evalúan son jueces tipo consumidor. Estos no requieren de entrenamiento alguno. La población elegida debe corresponder a los consumidores potenciales o habituales del producto en estudio. Estas personas no deben conocer la problemática del análisis, sino entender el procedimiento de la prueba y responder a ella.

El objetivo de la prueba de nivel de agrado es localizar el nivel que provoca una muestra específica. Se utiliza una escala no estructurada, sin mayores descriptores que los extremos de la escala, en los cuales se puntualiza la característica de agrado. Esta escala debe contar con un indicador del punto medio, a fin de facilitar al juez la localización de un punto de indiferencia a la muestra.(18)

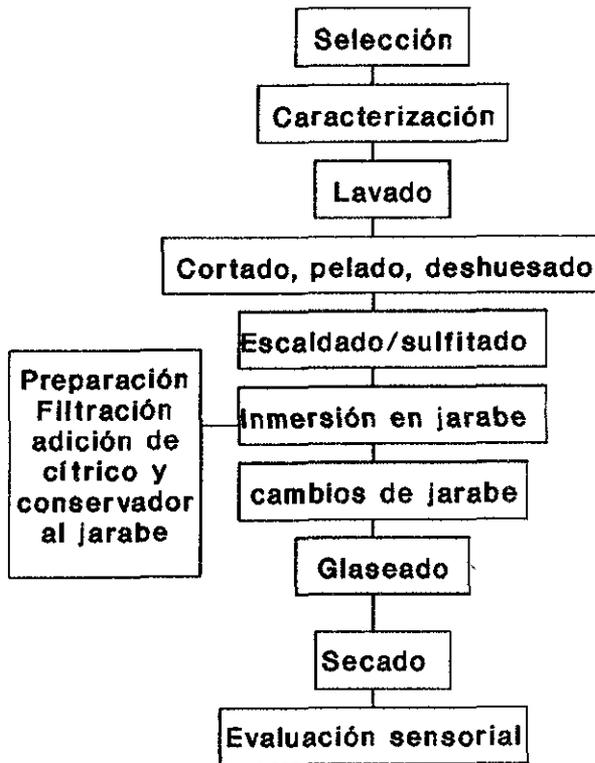
METODOLOGIA



METODOLOGIA

El desarrollo del proyecto se puede observar en el diagrama No. 1.

DIAGRAMA 1. DESARROLLO DEL PROYECTO



Enseguida se describen los pasos seguidos para obtener el producto final:

Selección de materia prima. En este caso se decidió partir de la variedad Manila que es la más característica y comercializada, además presenta mayor contenido de pulpa y esto favorece el rendimiento. Se realizaron pruebas con los grados de madurez: verde, intermedio y maduro, para observar cual era el adecuado en el proceso.

Caracterización de materia prima. Para ello se realizaron las determinaciones de pH, humedad y carbohidratos totales. El pH se determina mediante el procedimiento descrito en el Manual de Prácticas de Laboratorio Química de Alimentos, que edita la UNAM. La humedad se determina por el método general del AOAC (1984). Los carbohidratos totales se determinaron por el método de Fehling, descrito en el AOAC mismo año.

Lavado del fruto. Este se realiza con agua potable hasta eliminar los contaminantes presentes en la cáscara.

Cortado, deshuesado y pelado. Todas estas operaciones se llevan a cabo manualmente cuidando de no maltratar la pulpa. Primero se pela el fruto, después se cortan las rebanadas con un cuchillo para separar el hueso de la pulpa.

Escaldado, Sulfitado. El escaldado se realiza a 90 ° C durante 10 minutos. El sulfitado se realiza al sumergir la pulpa en una solución de metabisulfito de potasio a una concentración de 800 ppm por 10 min. La relación pulpa solución es de 1 kg de pulpa por un litro de solución.

Preparación del jarabe. Se disuelven las cantidades requeridas de glucosa y sacarosa para obtener las concentraciones de 45, 55, 65 y 75 ° Brix. Posteriormente se le

adiciona un gramo de ácido cítrico por cada litro de jarabe para clarificarlo, benzoato de sodio a 0.05% por litro de solución utilizado como conservador. El tipo de sacarosa utilizada fue azúcar refinada comestible y la glucosa de uso para laboratorio. Se filtra el jarabe con ayuda de una manta de cielo.

Inmersión en jarabe. Medio kilogramo de pulpa se sumerge en 500 mL de jarabe durante tres minutos a 60 ° C, posteriormente se deja enfriar y reposar 24 horas. Los recipientes utilizados deben ser de acero inoxidable o cobre. La inmersión comienza con un jarabe a 45 ° Brix durante 24 horas, después existe un cambio de jarabe a 55 y 65 ° Brix bajo las mismas condiciones de tiempo temperatura que cuando se sumerge a 45 ° C.

Glaseado. Se realiza con un jarabe a una concentración de 75 ° Brix, donde se sumerge la pulpa por un tiempo no mayor a 10 min y a temperatura ambiente. Posteriormente se escurre la pulpa para eliminar el exceso de jarabe. Después del secado se repite la operación hasta obtener el glaseado deseado.

Secado. Se lleva a cabo en una estufa con circulación forzada de aire a 50 °C. El tiempo de secado dependió de la cantidad de agua presente en el fruto.

Evaluación sensorial. Se realizó una pre-evaluación sensorial con 20 consumidores, nivel de agrado con 20 consumidores después de finalizar un producto.

El siguiente cuadro nos da un bosquejo de los experimentos realizados para la obtención del producto.

CUADRO No.1 EXPERIMENTOS REALIZADOS

| Experimento | C O N D I C I O N E S | | | | | | | |
|-------------|-----------------------|------------|-------|-----------|---------|-----------|------|---------------------------|
| | Estadio de madurez | | | Escaldado | Suftido | Inmersión | | Concentración sacarosa |
| | maduro | intermedio | verde | | | 90 C | 60 C | |
| 1 | * | | | * | | * | | 100 |
| 2 | | * | | * | | * | | 100 |
| 3 | | | * | * | | * | | 100 |
| 4 | | | * | | * | * | | 100 |
| 5 | | | * | | * | | * | 100 |
| 6 | | | * | | * | | * | 90 |
| 7 | | | * | | * | | * | 80 |
| 8 | | | * | | * | | * | 70 |
| 9 | | | * | | * | | * | 60 |

RESULTADOS Y ANALISIS



RESULTADOS y ANALISIS

A continuación se muestran los resultados obtenidos en cuadros, figuras y/o gráficas; desde análisis de materia prima, experimentos realizados, características finales del producto, y evaluación sensorial.

El experimento No.1 consistió en someter al fruto a las siguientes condiciones de proceso general de cristalización de frutas: mango maduro, con un escaldado a 90°C para la inactivación de enzimas durante 10 min. (Cuadro 1) Se consideró al mango maduro ya que en zonas de alto sembradio se tienen problemas de oferta y demanda originando que el mango por falta de demanda llegue a la madurez y se pudra originando que se tire existiendo así pérdidas económicas al productor y al país. Pero este tratamiento no es suficiente para lograr conservar al mango que como se puede observar en el cuadro No.2 se obtiene un producto de color café que es desagradable para el consumidor; (cuadro No. 3) no se pierde el sabor pero presenta deterioro en pulpa ya que se siente demasiado quebradiza y textura dura, esto es originado por las características fisicoquímicas de las sustancias pécticas,celulosa, ligninas, que llegan a originar bajo estas condiciones de acidez y cantidad de azúcar un gel.

El experimento 2 (cuadro No.1) tuvo las mismas condiciones que el experimento 1 a reserva del grado de madurez del fruto, en este caso fue de una madurez intermedia entre el maduro y el verde. Se obtuvo un producto de color café, no perdió su sabor dulce y característico del mango, el aroma se percibe a mango y su textura fue dura con pulpa dañada , es decir, desecha (cuadro No.2) ; se puede observar que el grado de madurez para este caso no es apropiado y no presenta variabilidad entre los resultados del experimento 1, por lo que se hace otra corrida con las mismas condiciones de proceso pero con un fruto verde (experimento 3, cuadro 1). Se observa en el producto que su textura es dura, no se pierde el aroma característico a mango, la pulpa no es dañada (cuadro 2).

Tomando en cuenta que el grado de madurez afecta a constituyentes como las hemicelulosas que en estado maduro se va hidrolizando, por lo que las microfibrillas que son constituidas en parte por éstas, van perdiendo fuerza, pasa todo lo contrario en un estado verde donde estas microfibrillas no han sido dañadas; lo anterior mencionado justifica el deterioro de pulpa en un estado maduro y no en uno verde. Recordando además que las pectinas o sustancias pécticas también se ven afectadas durante la maduración del fruto; al ir madurando la protopectina insoluble se transforma en pectina soluble y ésta posteriormente se demetoxila y depolimeriza parcialmente debido a una síntesis acelerada de pectinasa originando ablandamiento del fruto.

Se manifiestan los resultados del mango verde comestible ya que fue el grado de madurez que no presentó problemas sensoriales al final del proceso. Se determina humedad, carbohidratos totales y pH ya que son parámetros que presentan variabilidad dependiendo del grado de madurez del fruto. Los carbohidratos son aprovechados por el fruto durante la maduración mediante la respiración del tejido por lo cual se observa un decremento de éstos, entre más maduro este el fruto, sin embargo se llevan a cabo reacciones bioquímicas que originan un aumento en el sabor dulce y mayor contenido de los azúcares producidas a partir de constituyentes glucídicos. Como se puede observar es un fruto con alto contenido de humedad y por lo cual origina que sea mas susceptible al deterioro microbiano. Al bajar la cantidad de agua presente en el tejido se inhibe el desarrollo microbiano.

CUADRO 1. EXPERIMENTOS REALIZADOS

| Experimento | CONDICIONES | | | | | | | |
|-------------|--------------------|------------|-------|-----------|-----------|-----------|------|------------------------|
| | Estadio de madurez | | | Escaldado | Sulfitado | Inmersión | | Concentración sacarosa |
| | maduro | intermedio | verde | | | 90°C | 60°C | |
| 1 | * | | | * | | * | | 100 |
| 2 | | * | | * | | * | | 100 |
| 3 | | | * | * | | * | | 100 |
| 4 | | | * | | * | * | | 100 |
| 5 | | | * | | * | | * | 100 |
| 6 | | | * | | * | | * | 90 |
| 7 | | | * | | * | | * | 90 |
| 8 | | | * | | * | | * | 70 |
| 9 | | | * | | * | | * | 50 |

CUADRO 2. CARACTERISTICAS FINALES DEL PRODUCTO

| Experimento | color | textura | aroma | pulpa |
|-------------|----------|----------|-------|--------|
| 1 | café | dura | mango | dañada |
| 2 | café | dura | mango | dañada |
| 3 | café | dura | mango | dañada |
| 4 | naranja | dura | mango | firme |
| 5 | amarillo | dura | mango | firme |
| 6 | amarilla | dura | mango | firme |
| 7 | amarilla | dura | mango | firme |
| 8 | amarilla | suave | mango | firme |
| 9 | amarilla | chiclosa | mango | firme |

CUADRO 3. PRE-EVALUACION SENSORIAL

| Experimento | No. consumidores | Gusta | Indiferente | Disgusta | Causa |
|-------------|------------------|-------|-------------|----------|---------------|
| 1 | 20 | 1 | 3 | 16 | textura |
| 2 | 20 | 0 | 4 | 16 | textura |
| 3 | 20 | 0 | 5 | 16 | color |
| 4 | 20 | 2 | 3 | 15 | color/textura |
| 5 | 20 | 5 | 3 | 12 | textura |
| 6 | 20 | 8 | 2 | 10 | textura |
| 7 | 20 | 10 | 3 | 7 | textura |
| 8 | 20 | 13 | 4 | 3 | textura |
| 9 | 20 | 11 | 4 | 5 | textura |

**CUADRO 4.
CARACTERISTICAS QUIMICAS PARA MANGO VERDE
COMESTIBLE**

| ATRIBUTO | VALOR |
|---------------|--------|
| Humedad | 84.48% |
| Carbohidratos | 10.35% |
| pH | 3.78 |

Se pretende el mejoramiento de color café por su mala imagen del producto, este color obtenido es originado por oxidación enzimática debido a la acción de la polifenoloxidasas; como en experimentos anteriores no se logra inactivar dicha enzima se recurre a un escaldado con bisulfito de sodio a una temperatura de inmersión de 90° C (experimento 4, cuadro 1) . Obteniéndose un producto cuyas características son: color anaranjado, sabor dulce, textura suave, pulpa firme y aroma característico a mango; se logra eliminar en parte el color café pero no es el óptimo, esto se debe a que las polifenoloxidasas se inactivan a los 90 °C pero en el "camino" hacia esa temperatura se reactivan obscureciendo de nuevo el fruto. (experimento 4, cuadro 2).

Al hacer la observación anterior se decide realizar una corrida donde la temperatura de inmersión sea los 60 °C donde existe una inactivación enzimática y no la reactivación, sugerida por la referencia No.22 (experimento 5, cuadro1).

Se puede observar que el sabor final del producto fue dulce y no se perdieron las tonalidades del mango a pesar de los tratamientos y cantidad de azúcar manejada en los experimentos realizados.

La textura dura y quebradiza se debió a la concentración de sacarosa utilizada en el jarabe, esto se eliminó utilizando glucosa en una relación 70 sacarosa 30 glucosa como se muestra en los últimos tres experimentos realizados (7, 8, 9 cuadro 1)

Se evaluó el producto obtenido con el fin de ver la aceptación y nivel de agrado de éste; además del ya comercializado. Al evaluar sensorialmente al producto con un panel de 100 jueces consumidores se encontró que el mango cristalizado desarrollado fue más aceptado que el comercial. hubo el 23 % de jueces que aceptan ambos productos, y un 28% que rechazan ambos productos, de los restantes el 80% prefiere el mango desarrollado y solo el 20% acepta el comercializado.(Gráfica 5 y 6)

En la prueba nivel de aceptación encontramos que los jueces aceptan el mango desarrollado con un 7.6 de nivel de agrado en base 10, mientras que el mango comercializado corresponde a un 4.6 de agrado.(gráfica 7)

Dentro de las observaciones que dieron los jueces encontramos algunos que no les agrada el dulce y dijeron que si el producto tuviera picante estaria mejor. A otros les gusta el dulce y por eso aceptan ambos. A los restantes les pareció bueno el mango cristalizado desarrollado por su apariencia mientras que les desagradó el comercial por su color café, y la presencia de hueso. Se presentaron casos en que a los jueces no les agradaba el mango por lo que ningún producto a base de mango les gusta; a otros les gusta tanto el mango que ambos productos se les hace buenos aún con las diferencias encontradas.

A continuación se muestran los resultados de la pruebas sensoriales junto con el cuestionario aplicado. Mostrando al último los productos obtenidos y el ya comercializado (Figuras 1, 2 y 3).

**CUADRO 4. RESULTADOS DE EVALUACION
SENSORIAL NIVEL DE AGRADO
MANGO DESARROLLADO**

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 7.6 | 6.0 | 9.5 | 7.1 | 7.6 | 6.2 | 7.0 | 7.6 | 7.7 | 10 |
| 8.9 | 5.6 | 6.4 | 5.7 | 8.1 | 7.6 | 8.4 | 7.5 | 8.1 | 7.6 |
| 8.2 | 8.4 | 6.4 | 7.4 | 6.4 | 6.1 | 7.6 | 7.6 | 7.9 | 7.4 |
| 9.7 | 6.8 | 7.4 | 6.0 | 6.1 | 6.8 | 6.9 | 6.1 | 6.3 | 5.8 |
| 7.4 | 9.2 | 7.2 | 7.3 | 6.8 | 7.6 | 9.1 | 7.6 | 7.6 | 9.5 |
| 6.8 | 9.9 | 8.2 | 8.9 | 8.5 | 8.2 | 6.8 | 6.8 | 6.2 | 7.2 |
| 7.8 | 6.8 | 7.5 | 9.1 | 7.1 | 9.5 | 7.5 | 6.1 | 9.0 | 7.1 |
| 6.9 | 6.5 | 7.8 | 7.2 | 6.4 | 8.6 | 7.8 | 10 | 7.0 | 9.5 |
| 8.9 | 7.8 | 6.8 | 7.6 | 7.3 | 6.1 | 10 | 7.6 | 7.6 | 8.7 |
| 8.2 | 7.4 | 7.9 | 5.7 | 7.8 | 6.0 | 9.9 | 9.7 | 6.9 | 9.8 |

**CUADRO 5. RESULTADOS DE EVALUACION
SENSORIAL NIVEL DE AGRADO
MANGO COMERCIAL**

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 4.5 | 3.7 | 2.9 | 4.0 | 4.5 | 3.1 | 3.9 | 4.5 | 4.6 | 6.9 |
| 4.9 | 2.5 | 3.3 | 2.6 | 5.0 | 4.6 | 5.3 | 4.4 | 5.0 | 4.5 |
| 5.1 | 5.3 | 3.3 | 4.3 | 3.0 | 4.5 | 4.5 | 4.2 | 4.3 | 3.3 |
| 7.6 | 2.3 | 4.3 | 3.7 | 3.0 | 3.7 | 3.8 | 3.8 | 2.2 | 2.7 |
| 4.3 | 6.1 | 4.1 | 4.2 | 3.7 | 4.5 | 6.0 | 4.5 | 4.5 | 7.9 |
| 3.7 | 6.8 | 5.1 | 5.0 | 5.4 | 5.1 | 3.7 | 3.7 | 3.1 | 4.1 |
| 7.4 | 3.7 | 2.9 | 6.0 | 4.0 | 4.1 | 4.4 | 3.0 | 9.2 | 4.0 |
| 3.8 | 3.4 | 4.7 | 4.1 | 3.3 | 5.5 | 4.7 | 8.0 | 3.9 | 8.7 |
| 3.5 | 2.5 | 3.7 | 4.5 | 4.2 | 3.0 | 7.8 | 4.5 | 4.5 | 7.6 |
| 3.1 | 3.3 | 2.9 | 2.6 | 4.7 | 2.9 | 8.2 | 7.9 | 3.8 | 9.0 |

CUESTIONARIOS ELABORADOS PARA LA EVALUACION SENSORIAL.

Cuestionario aplicado a consumidores para evaluar la aceptación o rechazo del mango cristalizado.

Nombre:

Fecha:

INSTRUCCIONES: Indique con una "X" su aceptación al probar cada una de las muestras de Mango Cristalizado presentadas. Por su atención gracias, Buen día.

| Muestra | Sí acepta | No acepta |
|---------|-----------|-----------|
| 235 | _____ | _____ |
| 648 | _____ | _____ |

Cuestionario aplicado a consumidores para evaluar el nivel de agrado.

Nombre:

Fecha:

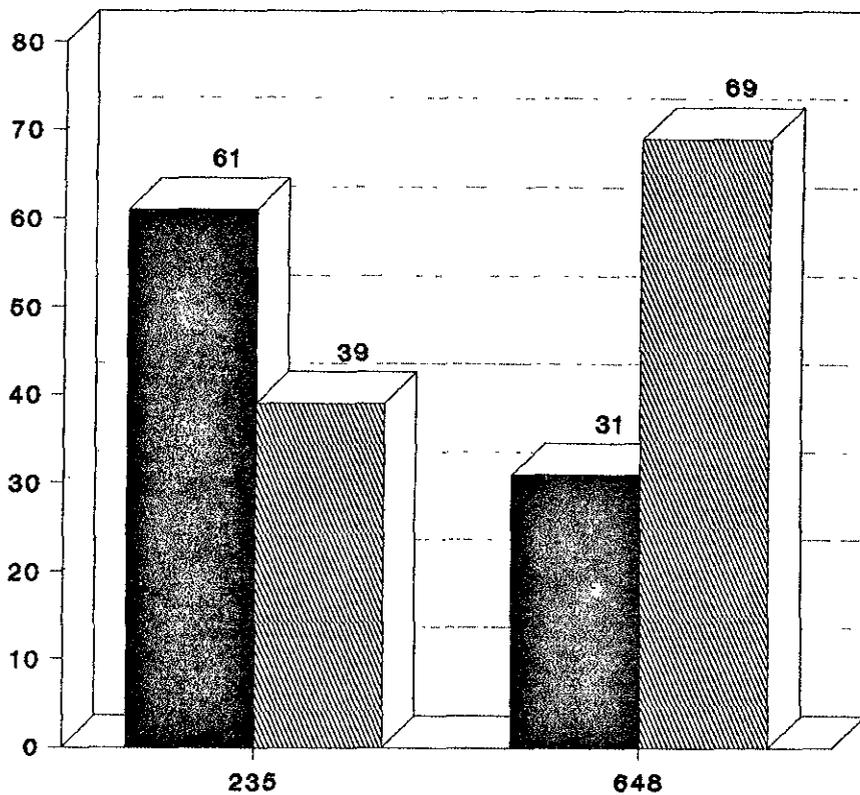
Instrucciones: Pruebe la muestra que se le proporciona e indique con una "X" su nivel de agrado por ella, de acuerdo a la escala que se muestra. Por su atención gracias, buen día.

| Muestra | Disgusta | Indiferente | Gusta |
|---------|----------|-------------|-------|
| 490 | _____ | _____ | _____ |

RESULTADOS PRUEBA DE ACEPTACION MANGO CRISTALIZADO

GRAFICA 5

No. JUECES



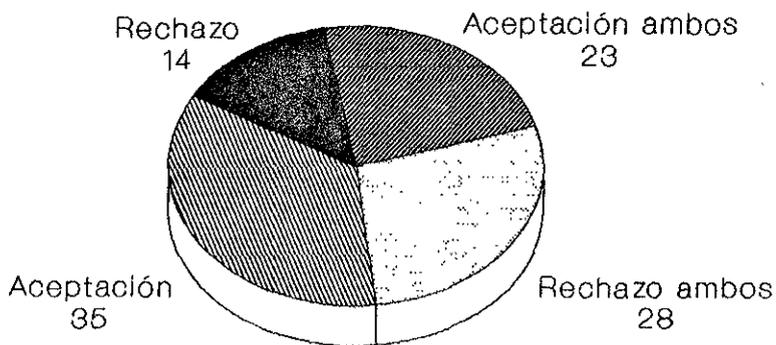
No. MUESTRA

■ ACEPTACION ▨ REHAZO

235 MANGO DESARROLLADO
648 MANGO COMERCIAL

RESULTADOS PRUEBA DE ACEPTACION MANGO CRISTALIZADO

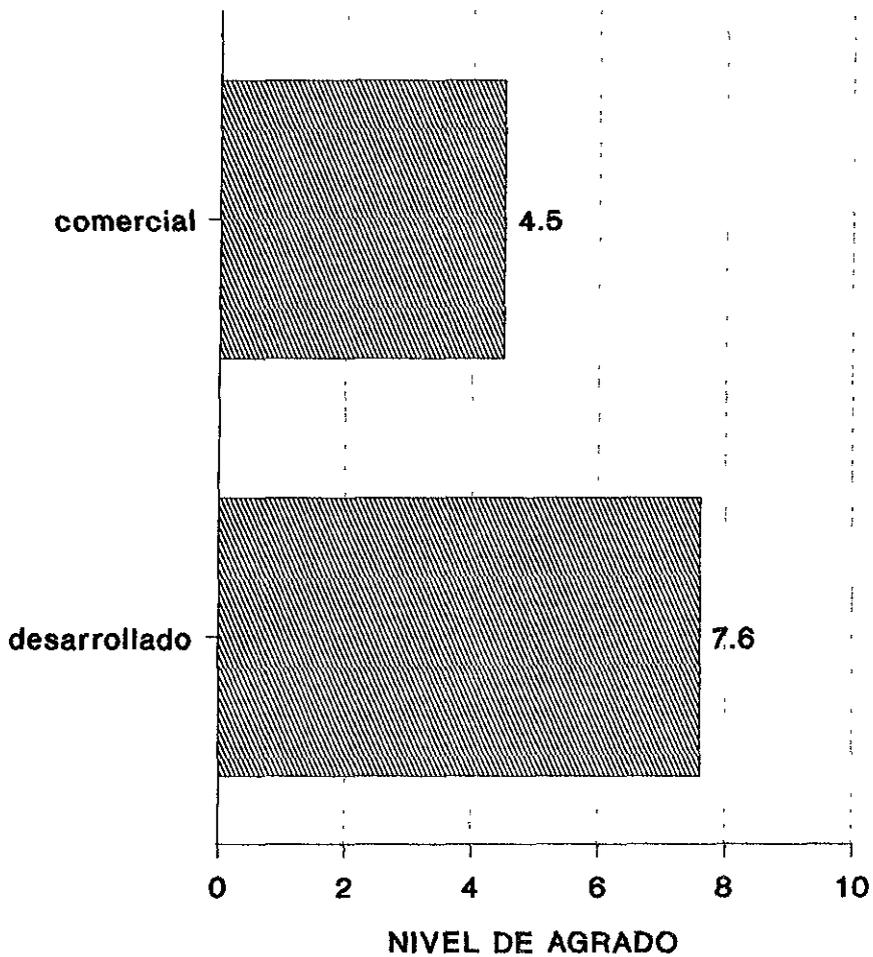
GRAFICA 6



**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

RESULTADOS PRUEBA NIVEL DE AGRADO MANGO CRISTALIZADO

GRAFICA 7



NOTA: En 0 desagrado, 6 gusta y
10 agrada

Figura 1. Producto terminado,
experimento 9.

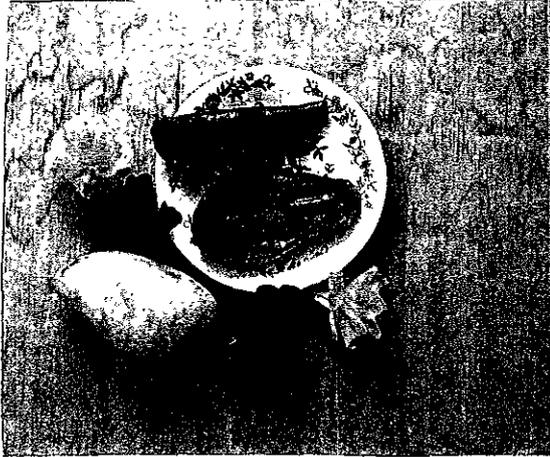
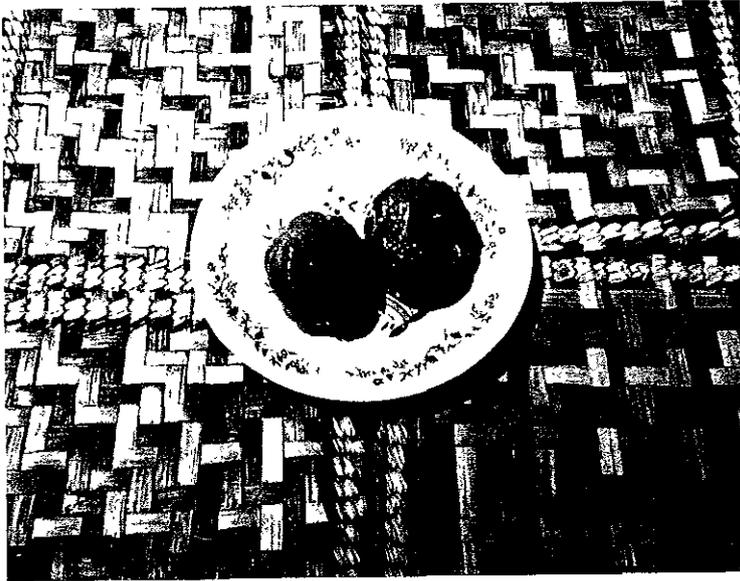


Figura 2. Producto terminado,
experimento 8



Figura 3. Producto comercial



CONCLUSIONES



CONCLUSIONES

El grado de madurez del fruto influye en las características finales de la pulpa. La mejor se obtuvo cuando se utilizó mango verde comestible.

Las características finales del producto dependen de los tiempos, temperaturas y concentraciones en el proceso de cristalización, con ello la hipótesis planteada es verdadera.

El escaldado fue determinante en el color final del mango, donde se presentó menor obscurecimiento enzimático cuando se utilizaron sulfitos para esta etapa.

El experimento que presentó un mejor producto fue aquél que utilizó mango verde comestible, sulfitado, sometido a una temperatura de 60 °C, con una concentración de 30 % glucosa y 70% sacarosa.

La evaluación sensorial reporta que el 80 % de los jueces en prueba aceptan el producto desarrollado con un nivel de agrado de 7,6.

APENDICE



ANALISIS DE MATERIA PRIMA

Los aditivos para alimentos en general, no deben exceder los límites máximos de contaminantes señalados a continuación:

- I. Arsénico(As) no más de 3 mg/ kg.
- II. Metales pesados no más de 40 mg/kg.
- III. Plomo no más de 10 mg/kg.

La Ley General de Salud permite el ácido benzoico y su sal de sodio como conservador; ácido cítrico como regulador de pH y bisulfito de sodio como antioxidante.

Para este producto la Secretaría de Salud permite el empleo de: colorantes, saborizantes y aromatizantes tanto naturales como sintéticos; acidulante y conservadores como benzoato de sodio, hasta un 0.1%.

Microbiológicamente no debe contener mohos, microorganismos patógenos, ni parásitos.

ESPECIFICACIONES DEL BENZOATO DE SODIO COMO MATERIA PRIMA

| Prueba | Especificación |
|--------------------|--|
| Apariencia | Gránulos compactos cristalinos |
| Color | Incoloro o blanco |
| Olor | Inodoro |
| Sabor | Dulce, pero a concentraciones superiores de 1000ppm tiene sabor astringente. |
| Acidez (como NaOH) | 0.4 mg/g máximo |
| Arsénico | 2 ppm máximo |
| Fierro | 1 ppm máximo |
| Agua | 1% máximo |
| Metales pesados | 10 ppm máximo |
| Cloruros | 25 ppm máximo |
| Fenol | 2 ppm máximo |

ESPECIFICACIONES DEL ÁCIDO CÍTRICO COMO MATERIA PRIMA

| Análisis | Especificación |
|----------------------|----------------|
| Identidad de citrato | presente |
| Materia extraña | pasa prueba |
| Cenizas | 0.05 % máximo |
| Humedad | 0.125 % máximo |
| Oxalatos | negativo |
| Sulfatos | negativo |
| Metales pesados | 5 ppm máximo |
| Plomo | 0.5 ppm máximo |
| Olor | Ausente |
| Materia insoluble | Pasa prueba |
| Carbonizables | 100 % máximo |
| Sacarosa | 0.03 % máximo |
| Arsénico | 1 ppm máximo |

ESPECIFICACIONES DEL BISULFITO DE SODIO COMO MATERIA PRIMA

| Análisis | Especificación |
|-----------------|---|
| Assay | No menos de 58.5 y no más de 67.4% de SO_2 * |
| Arsénico | 3 ppm máximo |
| Metales pesados | 10 ppm máximo |
| Fierro | 0.005 % máximo |
| Selenio | 0.003 % máximo. |

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- 1) Adsule, P.G. STUDIES ON SOME IMPORTANT COMMERCIAL VARIETIES OF MANGO OF NORTH INDIA IN RELATION OF PULP. Food Sci.Techn. India 12(5) (1975) 257 -280
- 2) Brownsell- Griggth.LA CIENCIA APLICADA AL ESTUDIO DE LOS ALIMENTOS.(1aedn) Editorial DIANA, México (1993) pag. 13-31.
- 3) Catalagud, J.M EL ESCALDADO EN LAS INDUSTRIAS AGROALIMENTARIAS .57,(1991) 57-60
- 4)Claude Chefttel. INTRODUCCION A LA BIOQUIMICA DE LOS ALIMENTOS. Vol.II Acribia.España Zaragoza (1989) pag. 135-213, 309-323.
- 5) Coronado, Vega.CONSERVACION DE ALIMENTOS, UN TEXTO DE METODOS Y TECNICAS.Universidad Autónoma Metropolitana de México, México (1994).pag. 21-48
- 6)ESTRATEGIA NACIONAL DE MEDIANO PLAZO (1992-1999) DE DESARROLLO Y PROMOCION DE EXPORTACIONES DE MANGO.Dirección general de Política Agrícola. SARH, agosto (1992).
- 7) González Guadalupe.CONSERVACION DE CHICOZAPOTE Y MANGO EN REFRIGERACION.Tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. (1982)
- 8)Hartel. CONTROLLING SUGAR CRYSTALLIZATION ,IN FOOD PRODUCTS. Food Technology, november (1993).
- 9) Hernández- Briz.CONSERVAS CASERAS DE ALIMENTOS. Ediciones Mundi Prensa. Madrid (1986) pag. 57-60
- 10) Hernández Hernández.FIBRA ALIMENTARIA.CONCEPTO,PROPIEDADES Y METODOS DE ANALISIS.Alimentaria Abril (1995).
- 11) Honig.PRINCIPIOS DE TECNOLOGIA AZUCARERA. Tomo 1. C.E.C.S.A. México (1974). pag. 29-85.
- 12) Hope, Vitañe, OSMOTIC DEHYDRATATION. of Aric., Food Res. Inst. Ottawa, Ontario 1562DB, IDRC- 004E, (1972)
- 13)Laurrari, Cerezal. CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS DE DIFERENTES VARIEDADES DE MANGO.Alimentaria, mayo (1993)

- 14) León Félix .Tesis. INDUSTRIALIZACION DE VARIEDADES MEJORADAS DE MANGO KENT. KEITT; Universidad Nacional Autónoma de México, México (1979)pag. 16-18.
- 15) Marin, Cano.PATTERNS OF PEROXIDASA IN RIPENING MANGO FRUITS. J. Food Sci. 57(3) (1992) pag. 690-692
- 16) Pantástico.FISIOLOGIA DE LA POSTRECOLECCION Y UTILIZACION DE FRUTAS Y HORTALIZAS TROPICALES Y SUBTROPICALES. (2a Edn), C.E.C.S.A. México (1984)
- 17) Pearson THE CHEMICAL ANALYSIS OF FOODS.Churchill Livingstone. England (1973)pag. 123
- 18) Pedrero, Pangborn.EVALUACION SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS,métodos analíticos. Alhambra Mexicana.(1989) pag. 103 - 105.
- 19) Pino.LOS CONSTITUYENTES VOLATILES DEL MANGO. Alimentaria, mayo (1993)
- 20) Pinera.EVALUACION DE LOS CULTIVARES DE MANGO PARA LA ELABORACION DE PULPAS.Alimentaria, marzo (1995).
- 21)Potter. LA CIENCIA DE LOS ALIMENTOS. Edutex (1973) pag. 601-603
- 22) Sánchez Pimentel.ELABORACIÓN DE PLATANO CRISTALIZADO. Tesis. Universidad Nacional Autónoma de México, México, (1994)
- 23) Sole.Tesis. ALTERNATIVAS PARA EL APROVECHAMIENTO INTEGRAL DEL MANGO. Universidad Nacional Autónoma de México, (1984)Pag 5-33
- 24) Streitwieser.QUIMICA ORGANICA. (3a edn) McGrawHill, México (1980) pag. 985- 1004.
- 25) Southgate. CONSERVACION DE FRUTAS Y HORTALIZAS Acribia Zaragoza. (1989) pag. 7, 11 13, 15, 129.
- 26) TABLA DE COMPOSICION DE ALIMENTOS PARA USO EN AMERICA LATINA. Instituto de Centro América y Panamá. Comité Interdepartamental de Nutrición para la Defensa Nacional. Interamericana (1980) pag. 52
- 27) Tejera, Torre. PROCEDIMIENTOS DE LA CONSERVACION DE LOS ALIMENTOS.Alimentaria,(1991) Julio- Agosto pag. 21-26
- 28) Zazueta. DESHIDRATACION OSMÓTICA DE HOJUELAS DE MANGO COMO PRETRATAMIENTO AL DESHIDRATADO CON AIRE CALIENTE. Tecnologia de Alimentos. Vol.29, No 5-6 (1994) Pag. 27.33