



UNIVERSIDAD MICHOCANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO

ESCUELA DE QUÍMICO
FARMACOBIOLOGÍA

TESIS

“CALCIO Y CHOQUE TÉRMICO:
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD QUÍMICA DE GUAYABA (*Psidium guajava*)”

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
QUÍMICO FARMACOBIOLOGO

PRESENTA:

p .Q.F.B: EDITH PERDOMO ESPINO.

ASESOR:

M.C. BERENICE YAHUACA JUÁREZ.

SINODALES:

D.C: CONSUELO DE JESÚS CORTES PENAGOS.

D.C: HÉCTOR EDUARDO MARTÍNEZ FLORES.

Q.F.B: ANGÉLICA GARCÍA RUIZ DE CHÁVEZ.

MORELIA MICH. Enero 2006

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO



ESCUELA DE QUÍMICO
FARMACOBIOLOGÍA

TESIS

“CALCIO Y CHOQUE TÉRMICO:
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD QUÍMICA DE GUAYABA (*Psidium guajava*)”

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
QUÍMICO FARMACOBIOLOGO

PRESENTA:

p .Q.F.B: EDITH PERDOMO ESPINO.

ASESOR:

M.C. BERENICE YAHUACA JUÁREZ.

SINODALES:

D.C: HÉCTOR EDUARDO MARTÍNEZ FLORES. _____

Presidente

Q.F.B: ANGÉLICA GARCÍA RUIZ DE CHÁVEZ. _____

Primer vocal

D.C: CONSUELO DE JESÚS CORTES PENAGOS. _____

Segundo vocal

Q.F.B GUADALUPE DEL C. ROJAS ROJAS SOLÍS. _____

Primer Suplente

Q.F.B Ma. DEL ROCÍO LARA MADRIGAL. _____

Segundo suplente

ING. J. FRANCISCO RUIZ VEGA . _____

Director Esc. Q.F.B

*La presente investigación se efectuó en el Laboratorio de investigación en Biotecnología de Alimentos “**M.C. Víctor Manuel Rodríguez Alcocer**” en la Escuela de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás De Hidalgo, bajo la dirección de la M.C. Berenice Yahuaca Juárez.*



Lo que nunca debes olvidar:

Amor en tus sentimientos.

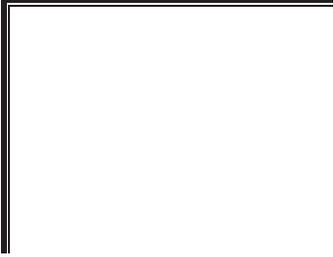
Justicia en sus actos.

Inteligencia en tus empresas.

Dios en tu alma y férrea disciplina en ti.

Solo eso te pide la vida en precio por tu felicidad.





DEDICATORIA

A Dios por permitirme estar aquí y poder culminar esta etapa de mi vida.

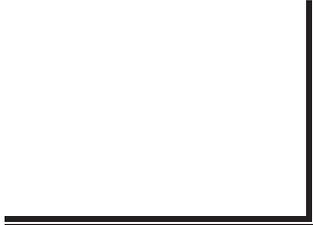
A mis padres por confiar en mí y darme su apoyo incondicional.

A mis hermanos por su ayuda y comprensión.

A toda mi familia por su apoyo.

A la Maestra Berenice y la Doctora Consuelo por formar parte de un gran proyecto en mi vida.

A todos mis amigos por los momentos compartidos.



AGRADECIMIENTOS:

Le doy gracias principalmente a Dios por estar conmigo en todo momento, permitirme culminar esta etapa de mi vida.

A mi papa: por darme fortaleza para seguir hacia adelante y saber que todo esta dentro de nosotros solo es cuestión de intentarlo.

A mi mama: por su comprensión, apoyo y dedicación, en los buenos y malos momentos compartidos que tuvimos que pasar para lograr un sueño, le doy las gracias con todo mi corazón por a ver creído en mí. Estoy muy orgullosa por la mamá que me toco tener, lo logramos.

A mis hermanos gracias por su apoyo: Abel (amor), José (aire), Elizabeth (agua), Saúl (fuego) los quiero mucho, luchan por lo que quieren, lo que se desea con el corazón y con esfuerzo se logra por muy difícil que parezca.

A la M.C Berenice Yahuaca es una excelente persona en lo sentimental y laboral que camina con una gran seguridad y llegó a mi camino en un momento muy difícil y aun así creyó en mí y me invito a formar parte de un gran equipo de trabajo.

A la D.C Consuelo por su apoyo y comprensión, por permitirme formar parte de un momento inolvidable le deseo mucho éxito a lo largo de su vida.

A Mis amigos que fueron mis cómplices en una nueva aventura de mi vida Alejandra, Tsanda, Fer, mis mas fieles colaboradores mis mejores deseos, y mucho éxito en las metas de su vida, las chonas Bere ,Laura, Rosi por su apoyo y palabras de aliento, a todos los inquietos de mi casa Carla, Mirian, Yara, Maria de Jesús (chichita), Bertha, Ana, Karlos, Uriel, Alejandro, Luis, Gerardo, las Adrianas, Zara y Memo Que culminen satisfactoriamente su carrera, por su amistad mil gracias.

A todos mis maestros mil gracias por la formación a lo largo de mi carrera profesional.

A mis sinodales: D.C Consuelo De Jesús Cortes Penagos, D.C Héctor Eduardo Martinez Flores y Q. F.B. Angelica García Ruiz De Chavez.

RESUMEN

El fruto de guayaba (*Psidium guajava*) es apreciado por su alto contenido de vitamina C. Es considerado como uno de los cultivos más importantes de México, figurando como uno de los principales productores el estado de Michoacán. El fruto sufre pérdidas importantes poscosecha debido a su sensible exocarpio y su sensibilidad a sufrir daño por frío, fisiopatía que influye en la incapacidad del fruto para madurar normalmente, pardeamiento de la piel y severidad de las pudriciones, haciéndolo susceptible al ataque de microorganismos. Existen diversas prácticas poscosecha para prolongar la vida de anaquel del fruto, entre ellas se encuentra, por un lado, la exposición del fruto a temperatura de 38 a 40°C por tiempos de 30 a 60 min. Que tienen como finalidad inducir la expresión de los genes hsp17 y hsp70, responsables de codificar para las proteínas de choque térmico (HSP17 y HSP70). La respuesta al choque térmico se encuentra ligada a otros tipos de estrés, ya que induce protección contra deshidratación, daño por frío y congelamiento, metales pesados y estrés oxidativo en plantas. Por otro lado, se encuentra la aplicación de calcio a través de la inmersión del fruto en solución de Cloruro de Calcio ya que el calcio es considerado como principal responsable de la formación de la lámina media, estructura y permeabilidad de la pared celular, de la elongación y división celular; tiene influencia sobre el retraso de la senescencia, control de desórdenes fisiológicos y efecto sobre diferentes tipos de patógenos, en frutas y vegetales. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la inmersión de frutos de guayaba, en solución de cloruro de calcio y la inducción de proteínas de choque térmico sobre la calidad química de frutos de guayaba almacenados en frigorífico. La metodología utilizada fue: Un lote de 12 frutos de guayaba en estado verde de maduración se sometió a inmersión en una solución de CaCl₂ al 1% por 120 min. Posteriormente se llevaron a una cámara climática a 38°C por 30 y 60 min para la inducción de HSP. Se almacenaron a 10°C durante 24 días, evaluando un lote de 12 frutos de cada tratamiento cada tercer día. Las variables evaluadas fueron: pH, Grados Brix, porcentaje de acidez, Porcentaje de Humedad y concentración de vitamina C. Los resultados indican que las propiedades químicas tienen mejor calidad almacenadas a 10 °C y una H.R 90 – 95 %. Con ello concluimos que los tratamientos no inciden para la prolongación de la vida de anaquel del fruto.

Palabras clave: *Psidium guajava*, Choqué Térmico; Almacenamiento, Calcio

INDICE GENERAL

Resumen	I
Índice General	II
Índice de Cuadros	III
Índice de Figuras	VI
I Introducción	1
II Revisión Bibliográfica.	4
2.1 Antecedentes históricos.	4
2.2 Estadística de producción de guayaba.	5
2.3 Comercialización del fruto de guayaba.	6
2.4 Clasificación botánica.	7
2.4.1 Descripción del fruto.	8
2.5 Composición química del fruto de guayaba.	8
2.5.1 Cambios químicos durante la maduración de la guayaba.	8
2.6 Vitamina C.	11
2.7 Cultivo y Época de cosecha.	13
2.7.1 Indicadores de cosecha de guayaba.	13
2.8 Respiración de los frutos de guayaba.	14
2.9 Almacenamiento del fruto de guayaba.	15
2.10. Daño por frío.	16

2.11. Tratamientos poscosecha.	18
2.11.1. Choque Térmico.	18
2.11.2. Proteínas de choque térmico.	25
2.13. El calcio en poscosecha.	25
III. OBJETIVO GENERAL.	28
IV. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	28
V. MATERIALES Y MÉTODOS.	29
5.1 Características del fruto de guayaba.	30
5.2 Tratamiento poscosecha de calcio en frutos de guayaba.	30
5.3 Tratamiento de inducción de proteínas de choque térmico.	30
5.4 Almacenamiento del fruto de guayaba.	31
5.5 Manejo de fruto.	31
5.6 Variables dependientes evaluadas.	32
5.6.1 Porcentaje de humedad.	32
5.6.2 Acidez total titulable.	33
5.6.3 pH	35
5.6.4 °Bx	36
5.6.5 Determinación de Vitamina C	38
5.7 Diseño estadístico.	40
5.8 Análisis estadístico de los resultados.	40

VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES.	41
6.1 Determinación de Humedad.	41
6.1.1. Efecto del periodo de almacenamiento sobre el Porcentaje de humedad de frutos de guayaba con tratamientos confundidos.	42
6.1.2. Efecto del calcio e inducción de proteínas de choque térmico sobre el porcentaje de humedad de frutos de guayaba con periodos de almacenamiento confundidos.	43
6.1.3. Interacción entre periodos de almacenamiento y los tratamientos con calcio e inducción de proteínas de choque térmico, sobre el porcentaje de humedad del fruto.	44
6.2 Determinación de la Acidez Titulable del fruto.	
6.2.1. Efecto del periodo de almacenamiento sobre el porcentaje de acidez titulable de frutos de guayaba con tratamientos confundidos.	46
6.2.2. Efecto del calcio y la inducción de proteínas de choque térmico sobre el porcentaje de acidez de frutos de guayaba con periodos de almacenamiento confundido.	49
6.2.3. Interacción entre periodos de almacenamiento y tratamientos con calcio e inducción de proteínas de choque térmico sobre el porcentaje de	

Acidez del fruto.	50
6.3.2. Efecto del calcio y la inducción de proteínas de choque térmico sobre el pH de frutos de guayaba con periodos de almacenamiento confundidos.	52
6.3.3. Interacción entre periodos de almacenamiento y los tratamientos con calcio e inducción de proteínas de choque térmico, sobre el pH del fruto.	53
6.4 Determinación de Sólidos Solubles.	54
6.4.1. Efecto del periodo de almacenamiento sobre el porcentaje de Sólidos Solubles Totales de frutos de guayaba con tratamientos confundidos.	54
6.4.2. Efecto del calcio y la inducción de proteínas de choque térmico sobre el porcentaje de °Bx de frutos de guayaba con periodos de almacenamiento confundidos.	56
6.4.3. Interacción entre periodos de almacenamiento y los tratamientos con calcio e inducción de proteínas de choque térmico, sobre el porcentaje de Sólidos Solubles Totales del fruto.	57

6.5. Determinación de Vitamina C.	58
6.5.1. Efecto del periodo de almacenamiento sobre la concentración de vitamina C de frutos de guayaba con tratamientos confundidos.	58
6.5.2. Efecto del calcio y la inducción de proteínas de choque térmico sobre el porcentaje de Vitamina C de frutos de guayaba con periodos de almacenamiento confundido.	60
6.5.2. Efecto del calcio y la inducción de proteínas de choque térmico sobre el porcentaje de Vitamina C de frutos de guayaba con periodos de almacenamiento confundido.	60
VII. CONCLUSIONES	62
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	63
ANEXOS 1	
ANEXOS 2	
ANEXOS 3	
ANEXOS4	

INDICE DE FIGURAS

<u>FIG.</u>		<u>PAG.</u>
1	Fruto de guayaba.	4
2	Expansión territorial de producción de guayaba, ocupando México el 1er lugar.	5
3	Comercialización del fruto de guayaba.	6
4	Canales de comercialización de la guayaba en México.	7
5	Estructura química del ácido ascórbico.	11
6	cultivo de guayaba.	13
7	Diagrama general del proceso químico.	29
8	Inmersión de los frutos de guayaba	30
9	Inducción de proteínas en la cámara climática	31
10	Específico del procesamiento de humedad.	32
11	<i>Estufa eléctrica Hot Air Oven.</i>	32
12	Procesamiento de acidez en guayaba	34
13	Procesamiento de pH en guayaba	35
14	pH metro Corning	35
15	Procesamiento de °Bx en guayaba	37
16	Refractómetro manual marca ATAGO	37
17	Procesamiento de la determinación de vit. C en guayaba.	39
18	Efecto del tratamiento con calcio e inducción de proteínas de	

choque térmico sobre el porcentaje de Humedad de los frutos de guayaba con periodos de almacenamiento confundidos.	44
19 Porcentaje de Acidez de frutos de guayaba almacenada en frigorífico con tratamientos confundidos.	48
20 Efecto del almacenamiento sobre el porcentaje de °Bx con tratamientos confundidos.	55
21 Efecto del periodo de almacenamiento sobre el Porcentaje de vitamina C en guayaba con tratamientos confundidos.	59

INDICE DE CUADROS

<u>CUADROS</u>	<u>PAG</u>
1. Porcentaje de humedad de frutos de guayaba almacenada en frigorífico con tratamientos confundidos.	42
2. Interacción entre periodos de almacenamiento y tratamientos con calcio y choque térmico sobre el porcentaje de humedad de los frutos tratados.	45
3. Efecto del calcio y la inducción de proteínas de choque térmico sobre el porcentaje de humedad con almacenamiento confundido.	49
4. Interacción entre periodos de almacenamiento y tratamientos con calcio y choque térmico sobre el porcentaje de acidez de los frutos tratados.	50
5. Efecto del almacenamiento sobre el porcentaje de pH con tratamiento confundido.	51
6. Efecto del calcio y la inducción de proteínas de choque térmico sobre el porcentaje de pH con periodos de almacenamiento confundidos.	52
7. Interacción entre periodos de almacenamiento y tratamientos con calcio e inducción de proteínas de choque térmico sobre el pH de los frutos de guayaba.	53

-
-
- 8.** Efecto del calcio y la inducción de proteínas de choque térmico Sobre el porcentaje de °Bx con almacenamiento confundido. 56
- 9.** Interacción entre periodos de almacenamiento y tratamientos con calcio y choque térmico sobre el porcentajede °Bx de los frutos tratados. 57
- 10.** Efecto del calcio y la inducción de proteínas de choque térmico sobre el porcentaje de Vitamina C con almacenamiento confundido. 60
- 11.** Interacción entre periodos de almacenamiento y tratamientos con calcio y choque térmico sobre el porcentaje de Vitamina C de los frutos tratados. 61

INTRODUCCIÓN

La guayaba es un fruto que pertenece a la familia de las *Mirtaceae*, del género *Psidium* y de especie *guajava* (Mata y Rodríguez., 2000). La producción comercial se ha extendido a diversas regiones y países del mundo, como México, Estados Unidos, Australia, Filipinas, Pakistán, India, Sudáfrica, Venezuela, Brasil, Egipto, Tailandia e Indonesia (Rivera, 1999; Cortés y Santoyo., 1994).

Los principales productores de guayaba a nivel mundial son la India con 200 mil toneladas y México con 115 mil toneladas, en superficie de 60 mil y 20 mil ha, respectivamente (SAGAR, 1999). A nivel nacional, la guayaba se produce de manera comercial en 16 estados, concentrándose la mayor producción en tres estados: Aguascalientes, Zacatecas y Michoacán (ASERCA, 1998). Tradicionalmente, los principales estados productores fueron desplazados por Michoacán, que en los últimos cinco años llegó a ocupar el primer lugar como productor de esta fruta, con más de 8000 ha cultivadas (SIAP, 2003). Para el consumidor, la satisfacción se basa en la calidad de los productos que se encuentran en sus necesidades diarias. Los factores que influyen en la calidad de la fruta para consumo en fresco se clasifican en dos grupos; el primero conocido como factores externos de calidad, donde se incluyen todos aquellos que afectan el aspecto externo y presentación comercial de la fruta como color, tamaño, ausencia de defectos de cáscara entre otros; en el segundo grupo se incluyen los que dependen de la composición química de la fruta (Rodríguez y Contreras, 1983).

El fruto sufre pérdidas poscosecha importantes disminuyendo su tiempo de mercadeo, debido básicamente a que adquiere mayor sensibilidad a daños mecánicos por falta de firmeza debido a su fina cáscara y se vuelve susceptible a enfermedades que incluyen la pudrición de frutos, mancha de la fruta, antracnosis y cáncer de frutas (Adsule y Kadam., 1995).

El calcio está considerado como el principal responsable de la formación de la lámina media, estructura y permeabilidad de la pared celular, así como también de la elongación y división celular; además, es el elemento mineral que más influencia tiene sobre el retraso de la senescencia, control de desórdenes fisiológicos y efecto sobre diferentes tipos de patógenos, en frutas y vegetales (Saborío, 1997). Los polímeros pécticos de la pared celular y la lámina media de los frutos son capaces de formar geles cuando se adiciona calcio, participando en el entrecruzamiento de los pectatos. El calcio también juega un papel importante en la rigidez de la superficie de la membrana celular (Fallahi *et al.*, 1997).

Diversos estudios demuestran que frutos tratados con calcio en poscosecha incrementan su vida de anaquel; así como, el almacenamiento a bajas temperaturas que fluctúan entre 8 y 10 °C; sin embargo, bajo éstas condiciones el fruto es sensible al daño por frío manifestándose como necrosis del tejido (Kays, 1991).

La temperatura modifica la actividad de los tejidos y produce transformaciones en ellos. El calor afecta los fluidos de la membrana, la actividad enzimática, la volatilidad de las moléculas aromáticas y otros procesos (Kays, 1991). El uso de tratamientos que consisten en la exposición del fruto a temperaturas de 38 a 40 °C por tiempos de 30 a 60 min., tienen como principal finalidad inducir la expresión de proteínas de choque térmico, las cuales confieren termotolerancia al fruto (Lurie, 1998). Muchas especies responden a un incremento en la temperatura con la síntesis de algunas proteínas, llamadas *proteínas de choque térmico (HSP)*, y con una disminución en la síntesis de algunas proteínas normales. La aplicación de dicho tratamiento brinda termotolerancia a los frutos (Vierling, 1991) o bien induce tolerancia a temperaturas que pueden provocar daño por frío.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la inmersión de frutos de guayaba (*Psidium guayaba*) en estado verde de maduración, en solución de cloruro de calcio y la inducción de proteínas de choque térmico sobre la evolución de la calidad química del fruto almacenado en frigorífico.

II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1 Antecedentes históricos de la guayaba.

El fruto de guayaba (*Psidium guajava*) proviene de dos fracciones., *Psidium*, del griego *Psidium*, nombre del granado, probablemente por la semejanza de sus frutos con los del guayabero. *guajava*, provienen de su nombre vernáculo guayaba (López et al., 1999). La guayaba tiene su origen en América, el Caribe, Brasil o Colombia. Se encuentra dispersa desde México hasta Brasil. Después de que arribo Colon al nuevo continente, esta fruta se disperso a otros continentes de tal manera que llegó a creerse que era originaria de Indochina y de Malasia. En aquellos tiempos, la guayaba era apreciada y de consumo difundido, fue objeto de observaciones y especulaciones durante el periodo colonial, como las de Fray Francisco Ximenéz, quien decía que su consumo curaba sarna e hinchazón de piernas y dolores de vientre (El nuevo diario, 2002).

El consumo y la utilización de la guayaba han evolucionado. Inicialmente, fue consumida como fruto en fresco (fig.1) y en la preparación de aguas de fruta; posteriormente, se utilizó en conservas y dulces; hoy en día se consume en almíbar, mermeladas, ates, jugos y néctares; se le ha sometido a procesos industriales para la obtención de pulpa, productos enlatados (Barreiro, 1993).



Fig.1 Fruto de guayaba.

2.2 Estadísticas de producción de Guayaba (*Psidium guajava*).

Actualmente, el alcance comercial que ha logrado la producción de guayaba conduce a que su cultivo se expanda por todo el mundo como México, Estados Unidos, Australia, Filipinas, Pakistán, India, Sudamérica, Venezuela, Brasil, Egipto, Tailandia e Indonesia (Rivera, 1999; Cortésy Santoyo., 1994). Es de suma importancia señalar que Michoacán en los últimos cinco años llegó a ocupar el primer lugar (fig. 2) como productor de guayaba a nivel mundial, con una producción con más de 8000 ha cultivadas (SIAP, 2003), después de la India, el resto de la producción se distribuye entre otros países productores además de Pakistán, Brasil, Cuba, Las Antillas, Australia, Filipinas, Tailandia e Indonesia, entre otros (SAGAR, 1999).

Considerando la superficie plantada en el territorio Mexicano, la guayaba se produce de manera comercial en 19 estados; siendo de importancia: Michoacán, Aguascalientes, Zacatecas, Jalisco, Guanajuato, México, Guerrero, Hidalgo, Nayarit, Colima, Tabasco, Morelos, Durango, Baja California Sur, Oaxaca, Yucatán, Veracruz y Chiapas (González, 2002).

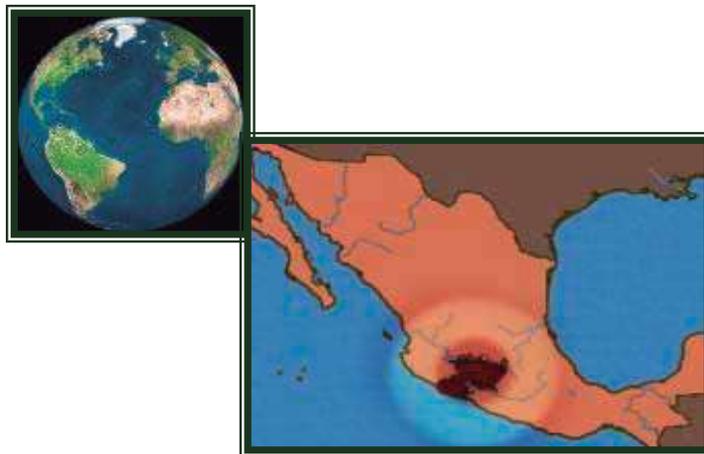


Fig.2 Expansión territorial de producción de guayaba, ocupando México el 1er lugar.

2.3 Comercialización del fruto de guayaba.

Alrededor del 87% de la producción nacional es orientada al consumo en fresco, el 13% restante se utiliza en la comercialización de productos procesados, tales como helados, paletas, como guayaba congelada, producción de conservas, producción de puré, jugos, néctares y mermeladas destinándose el 65% a la central de abastos de la Ciudad de México, 20% a la de Guadalajara, 10% a Monterrey, y el 5% restante se distribuye entre ocho centrales de abastos. La concentración de la oferta en las tres centrales señaladas, se explica por las facilidades de infraestructura, además de que ahí se determina el precio del producto (Senado de la Republica, 2003).

La comercialización de guayaba en fresco (Fig. 3) requiere de haber sido cosechada adecuadamente, es decir, que el fruto haya alcanzado su madurez fisiológica, ya que de ello dependerá su calidad durante su etapa poscosecha.

Los canales de comercialización de la guayaba comienzan con el productor hasta el consumidor final, donde a partir de las bodegas se distribuye en las distintas regiones; centro, norte, noreste, noroeste, sur y sureste (ASERCA, 1998), (Figura 4).



Fig.3 Comercialización del fruto de guayaba

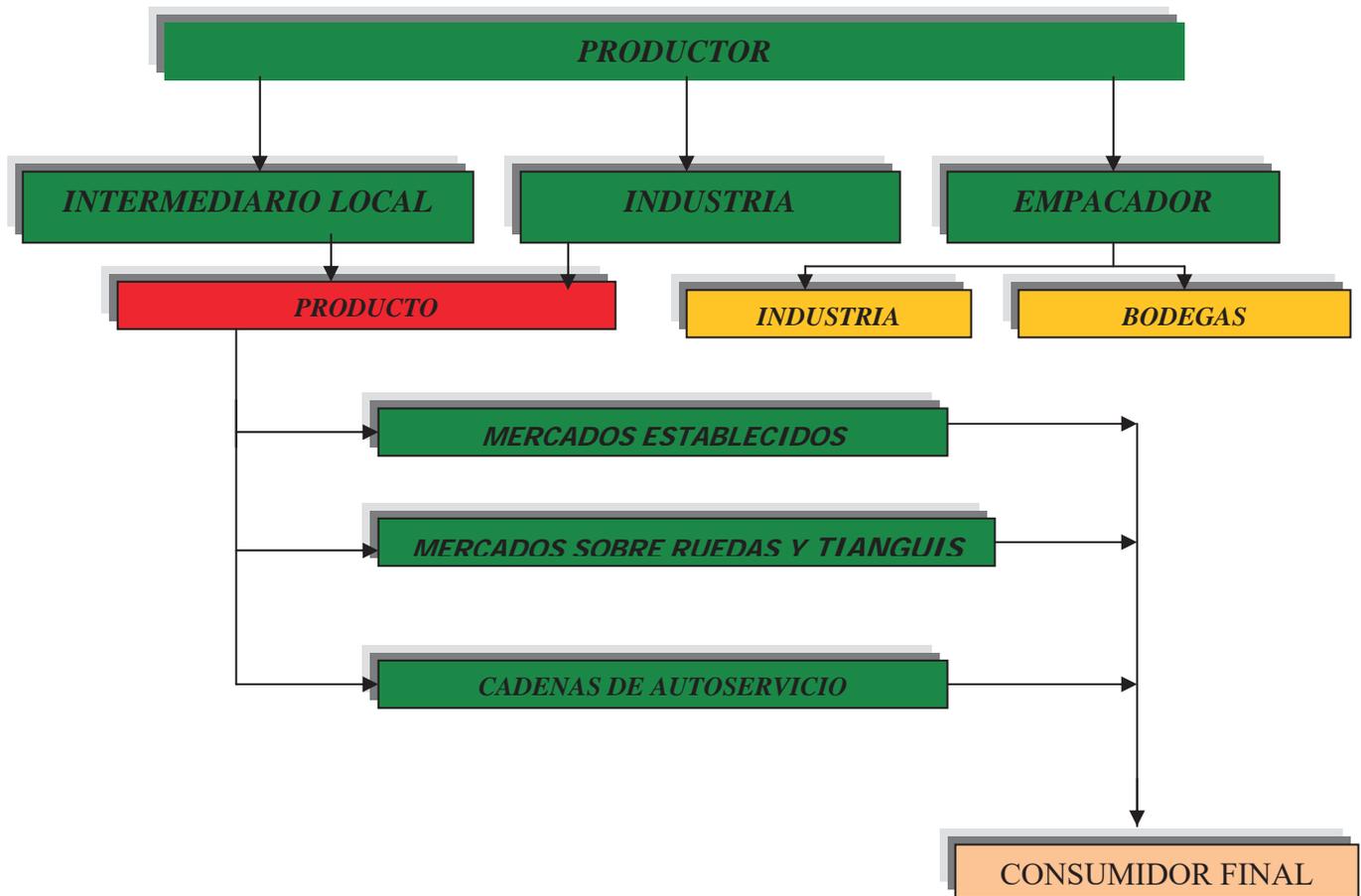


Fig.4 Canales de comercialización de la guayaba en México

ASERCA, 1998

2.4 Clasificación botánica.

La guayaba es un fruto que pertenece a la familia de las Myrtaceae del género *Psidium* y la especie *guajava* (Tamaro, 1989).

El genero *Psidium* involucra las especies *P. cattleianum*, *P. chinense*, *P. Friendrichs-thalianum* y *P. guajava*.

<http://www.unesur.edu.ve/genetica/informacion.html>

2.4.1 Descripción del fruto

La guayaba se distingue por su sabroso y fresco aroma termoestable. Los frutos pueden ser globulares, ovoides o piriformes. Su diámetro longitudinal es de 2.5 a 10 cm , 4 a 8 cm de diámetro, en cuanto a su peso, el promedio de los frutos varia de 50 a 500 g.

Su pericarpio es ceroso; en algunas variedades de piel lisa y de un color de verde a amarillento según la especie y su grado de maduración.

El color de la mesocarpio varia de color blanco o amarillo de rosa a rojo. La capa interior es mas blanda, jugosa y cremosa albergando un gran numero de semillas de constitución leñosa y dura que puede variar en forma, desde lenteja hasta casi triangulares y en numero de 8 a más de 100 (Chandler, 1962).

2.5 Composición química del fruto de guayaba.

2.5.1 Cambios químicos durante la maduración de la guayaba.

La guayaba tarda de 110-150 días desde la fecha de floración hasta que alcanza su madurez. Mientras el fruto se desarrolla se producen cambios físicos y químicos.

El contenido de azúcares en el fruto se incrementa durante el desarrollo. La fructosa es el azúcar que está presente en mayor proporción en los frutos de guayaba maduros. El contenido de fructosa se incrementa rápidamente, mientras que el contenido de glucosa aumenta de manera más lenta. La glucosa presenta cambios de acuerdo a un patrón sigmoideal, presentándose la máxima cantidad entre las semanas 12-14 (Balderas, 2000).

Esto podría explicarse, dado que durante el proceso de maduración de la fruta ocurren reacciones enzimáticas sobre las sustancias pécticas y la celulosa, que constituye a su vez reservas de carbohidratos, y sirven como fuentes potenciales de azúcares. En consecuencia es factible que el incremento de sacarosa se deba al aumento de la actividad enzimática que realmente se produzca a expensas de las concentraciones de glucosa y de fructosa, provenientes de la hidrólisis de pectina y no por los azúcares reductores existentes (Matto et al., 1975).

Enzimas como la pectinesterasa y la celulasa son las responsables de los cambios en los polisacáridos de la pared celular durante la maduración del fruto. Mientras que el contenido de acidez decrece, el contenido de vitamina C incrementa durante la maduración de la guayaba y disminuye durante la senescencia (Balderas, 2000).

Aumenta el pH a medida que el fruto madura, se mantiene en rangos relativamente bajos de 3.87 a 4.02, lo cual favorece la hidrólisis o degradación de los carbohidratos poliméricos, especialmente sustancias pépticas y hemicelulosa, debilitándose las paredes celulares y las fuerzas cohesivas que mantienen las células unidas, esto se traduce en la pérdida de la firmeza del fruto y aumento de los azúcares solubles y ácidos durante el proceso de maduración (N. Laguado et al., 1997).

El contenido total de ácidos tiende a disminuir notablemente durante el proceso de maduración. Debido a un grado variable de amortiguadores; una naranja, por ejemplo, puede tener mayor contenido total de ácidos que otra pero aproximadamente el mismo pH.

Cuando se completan las transformaciones correspondientes a una maduración completa y al sabor más agradable, todo el almidón de los frutos que acumulan almidón se ha transformado en azúcar; el contenido de ésteres es máximo y la acidez se ha reducido hasta el punto que determina el mejor sabor del fruto.

2.6 Vitamina C

La vitamina C (Fig. 5) corresponde al grupo de las vitaminas hidrosolubles la gran mayoría de ellas no se almacenan en el cuerpo por un largo periodo de tiempo eliminándose en pequeñas porciones a través de la orina. Por tal motivo, es importante su administración diaria, ya que es más fácil que se agoten sus reservas que las de otras vitaminas. Es uno de los antioxidantes más poderosos que actúan en los procesos biorreguladores, infecciosos, antitóxicos y desensibilizantes, en ciertos procesos alérgicos (Harrison, 1997).

Es una sustancia de color blanco, estable en su forma seca, pero en solución se oxida con facilidad, más aún si expone al calor.

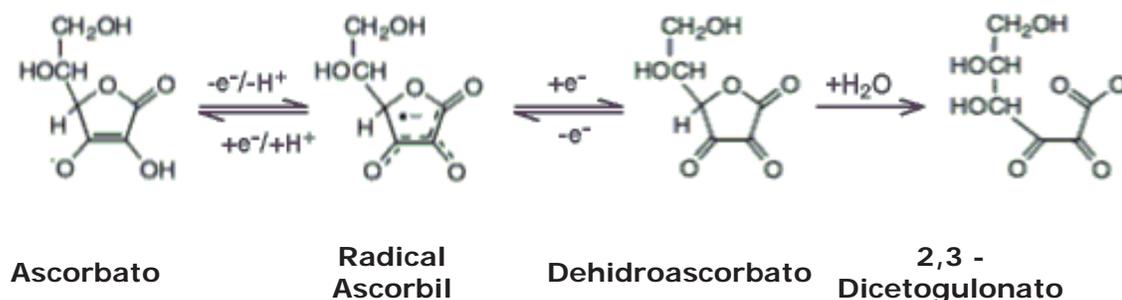


Figura. 5 Estructura química del ácido ascórbico.

El ácido ascórbico se encuentra en altas concentraciones en varios tejidos, en el humano como por ejemplo, el tejido suprarrenal, hígado, bazo y riñones. El consumo de alcohol disminuye la absorción de la vitamina, y el hábito de fumar depleciona los niveles de la vitamina en el organismo, por lo que se recomienda a los fumadores y consumidores regulares de alcohol, que

suplementen su dieta con esa vitamina. La vida media del ácido ascórbico en el organismo es de aproximadamente 16 días.

Es por este motivo que los síntomas del escorbuto tardan meses en aparecer en sujetos con una dieta deficiente en vitamina C. (www.nutrinfo.com.ar).

Es importante su función como reductora del Fe^{+3} a Fe^{+2} lo que asegura una mayor absorción a nivel del intestino. Facilita a la vez liberación del hierro de la transferrina (proteína que transporta el hierro en sangre).

Es importante su participación en la formación del colágeno ya que es una sustancia de la cual depende la integridad de todos los tejidos fibrosos, como son la piel, el tejido conjuntivo, la dentina, matriz ósea, cartílago y los tendones; en la formación de esta proteína radica su importancia como cicatrizante de heridas.

Cumple una función importante en el sistema inmunológico, al ayudarlo a luchar contra las infecciones y contra las células cancerosas. Esto es gracias a la actividad de los leucocitos, la estimulación de anticuerpos, neutrofilos y fagocitos, la producción de interferón, el proceso de la reacción inflamatoria o la integridad de las mucosa(Silva 2004).

Una dieta muy baja o carente en vitamina C produce el escorbuto (rara vez se ve un caso de escorbuto en nuestros días). Esta enfermedad se instala cuando el valor sérico de ácido ascórbico es menor a 0.2 mg. / 100 ml. La mayoría de los síntomas derivan de la inadecuada formación y mantenimiento de los materiales intercelulares, y son: hemorragias subcutáneas, gingivales, y en otras áreas, debilidad muscular, deficiencia en la cicatrización de heridas, aflojamiento de dientes, pérdida del cabello, piel seca pruriginosa y alteraciones neuróticas.

El consumo de guayaba en la dieta nos aporta diariamente los requerimientos de vitamina C que son 75 - 100 mg./día.

2.7 Cultivo y época de cosecha.

La guayaba es cultivada (Fig. 6) o crece de manera silvestre en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. La temperatura optima de crecimiento de la planta se encuentra entre los 23-28°C y el cultivo en suelos drenados e iluminados es mas recomendable para este cultivo (Adsule Kadan, 1995). Aparece en el mercado desde el verano hasta comienzos del invierno (Apolo, 2003).



Fig. 6 cultivo de guayaba.

2.7.1 Indicadores de cosecha de guayaba.

La guayaba pertenece al grupo de los frutos climatéricos que durante su maduración inicia una serie de cambios bioquímicos por la producción de etileno, marcando el cambio del desarrollo a la senectud y que llevan consigo un aumento en la respiración y conducen a la maduración sensorial donde se perciben los cambios en el color, textura, dulzura, astringencia, sabor y aroma (CHEFTEL j.c, y CHEFTEL, 1976).

El fruto presenta tres diferentes estados de maduración, el verde en esta etapa el fruto esta en proceso de terminar con el crecimiento y alcanzar su tamaño máximo, el rayado en este estado esta en proceso de alcanzar las características de color, sabor, textura, aroma, etc, el amarillo expresa las características típicas de la especie. (Cisneros, 2004).

2.8. Respiración de los frutos.

La velocidad de respiración de los frutos es variable. Hay cierta tendencia a que los que tienen una respiración rápida muestran una vida más corta después de la recolección (Chandler, 1962). Esto significa que, a mayores temperaturas se presentan incrementos en las tasas respiratorias hasta un punto en donde no hay mas cambios a pesar de existir incrementos en la temperatura, en el caso contrario, a temperaturas muy bajas las tasas respiratorias son drásticamente disminuidas, por lo tanto la maduración también disminuye considerablemente (Cantwell, 2000).

Por lo anterior es importante controlar dicho factor durante el almacenamiento, ello se logra con el uso de bajas temperaturas, dado que influye directamente en los procesos enzimáticos involucrados en la maduración.

Si la temperatura de almacenamiento no es controlada adecuadamente el fruto tendrá como resultado, la pérdida de energía y con esta su menor capacidad para mantener su condición inicial, es decir su tiempo de vida útil, la reducción del valor alimenticio total dado su inversión de reservas, pérdidas de peso como materia seca, debido a la eliminación de dióxido de carbono y pérdida de peso fresco por la eliminación de agua y un ambiente en donde el oxígeno se agota rápidamente, causando deterioro al producto (Chandler, 1962).

Una vez cosechados los frutos, el calor específico de su principal constituyente (el agua), puede ser tal que su enfriamiento a bajas temperaturas sea lento, madurando hasta un grado perjudicial antes de que su temperatura baje lo necesario para retardar adecuadamente el proceso de maduración. Así, el fruto una vez cosechado deberá ser sometido a una reducción rápida del calor de campo (Chandler, 1962).

2.9 Almacenamiento del fruto de guayaba

En el caso del fruto de guayaba es recomendable mantener una humedad relativa entre 90 y 95 % (Kader, 2002). La conservación de la fruta se basa principalmente en reducir la actividad metabólica del producto; con esto se logran efectos en la calidad tan importantes como atrasar el proceso de solubilización de las pectinas, es decir el ablandamiento del fruto, la degradación de ácidos y clorofila evitando la degradación del color verde, amarillento y los desordenes relacionados con la senescencia del tejido. La implementación de la tecnología de refrigeración es fundamental para conseguir los objetivos anteriores, ya que los procesos metabólicos asociados a la respiración se reducen el tiempo de conservación se prolonga (Zoffoli, 2002). El efecto de la temperatura de almacenamiento es uno de los factores más importantes para prolongar la vida útil de productos hortofrutícolas

(http://www.cci.org.co/Manual%20del%20Exportador/Conservac_empaque_transp/transpack09.htm).

Dada la importancia económica de los frutos, es de interés aumentar su periodo de comercialización garantizando su provisión para el consumidor (Hardenburg et al., 1986). La prolongación de la conservación puede lograrse controlando el proceso y los cambios que le acompañan al envejecimiento o senectud (Primo, 1982).

Es importante citar los factores internos y externos de la condición ambiental que influyen directamente sobre la calidad del fruto de guayaba. Dentro de los factores internos se encuentra la composición química del fruto traduciéndose al contenido de agua, carbohidratos y vitaminas, la cantidad de calor liberado en la

respiración de acuerdo al producto, las reacciones químicas, bioquímicas y enzimáticas (reacciones de oscurecimiento), o el cambio de color y sabor así como la pérdida de vitaminas, y finalmente el tipo y la variedad del producto.

Una vez cosechado, el producto hortofrutícola tiene tendencia natural a la pérdida de agua. En el caso de frutos, la pérdida de agua está condicionada por la naturaleza de su piel y la permeabilidad al intercambio gaseoso

http://www.cci.org.co/Manual%20del%20Exportador/Conservac_empaque_transp/transpack09.htm.

En el caso de la guayaba es recomendable el almacenamiento del fruto a una temperatura de 8-10 °C para las guayabas verde-maduras y parcialmente maduras y esto conduce a una vida potencial de almacenamiento de dos a tres semanas (Kader, 2002).

2.10. Daño por frío

El daño por frío es un desorden fisiológico que limita el almacenamiento de frutas y hortalizas tropicales. Se inicia básicamente en la estructura membranal de las células y los tejidos en las que sus fosfolípidos son afectados por diferentes factores. Los sistemas de reparación de membrana se alteran si los compuestos antioxidantes disminuyen (Mercado *et al.*, 1999). Los daños reducen la calidad del producto y acortan la vida útil. En el caso de la guayaba se observa un escaldado superficial, pudrición alternaria y oscurecimiento de las semillas (Kitinoja y Kader, 1996). Los síntomas incluyen incapacidad de las guayabas en estado verde-maduro o con parcial madurez de consumo para madurar normalmente, pardeamiento de la pulpa y, en casos severos de la piel, un aumento en la incidencia y en la severidad de las pudriciones cuando se les transfiere a temperaturas más altas. Las guayabas en plena madurez de consumo son menos sensibles al daño por frío que las que se encuentran en estado verde-maduro y se les puede conservar, sin mostrar síntomas de esta fisiopatía (kader, 2002).

Una de las consecuencias que se provocan por el almacenamiento a bajas temperaturas es el daño por frío, el cual en muchas especies de origen tropical y subtropical sufren daños al ser expuestas a bajas temperaturas (0-15 °C).

El daño por frío ocurre en estas especies a temperaturas que no son de congelación y en algunos casos a temperaturas que están próximas a las de congelación. El grado de daño por frío depende de la temperatura y el tiempo de exposición, y la sensibilidad de las especies a las temperaturas de refrigeración (Kays, 1991).

Para explicar el fenómeno de daño propusieron que este proceso ocurre en dos etapas; la primera, instantánea debida a cambios de temperatura que provoca el trastorno metabólico; esto ocurre especialmente a temperaturas críticas provocando un evento físico, seguida por una serie de sucesos dependientes del tiempo de exposición a las bajas temperaturas, reconocidas como acontecimientos secundarios causan el desarrollo de síntomas visibles del daño por frío.

Murata y Wada (1995) dedujeron que la insaturación de los lípidos de las membranas es importante para la tolerancia al frío y que las plantas pueden ser manipuladas genéticamente para la expresión de genes que permiten mayor proporción de ácidos grasos insaturados y por lo tanto mayor tolerancia al frío.

Otros trabajos han indicado que no solamente los cambios en los niveles de saturación de los ácidos grasos pueden ser los responsables de los desordenes que conducen a los síntomas de daño por frío, la peroxidación de los ácidos grasos también se ha relacionado con la incidencia y severidad de estos daños (Benito, 2002) se encuentra regulada por la presencia de un sistema de defensa que incluye una serie de antioxidantes naturales como el ácido ascórbico, B-caroteno, alfa-tocoferol, y glutatión reducido, enzimas que capturan especies de oxígeno altamente reactivo como superóxidodismutasa (E.C.115.1.1), peroxidasa (E.C.1.11.1.7) y catalasa (E.C. 1.11.16), el ataque oxidativo a estos sistemas de defensa podría fomentar los daños por frío (Benito, 2002).

2.11. Tratamientos poscosecha

2.11.1. Choque Térmico.

Un incremento transitorio en la **temperatura** induce la síntesis de una nueva serie de proteínas, las cuales no están presentes o lo están en niveles bajos en las células no estresadas, y se conocen como proteínas de choque térmico. Las proteínas que las células han estado sintetizando antes del choque térmico (proteínas de las células normal) dejan de sintetizarse. Es de suponer, que tal cambio en la síntesis proteica pudiera permitir a un organismo dirigir su energía para adaptarse al estrés calórico (Bramlage, 1974).

Las condiciones ambientales como la temperatura, luz, disponibilidad de agua o balance hormonal en las plantas, tienden a modificar la expresión de genes y a nivel molecular, una de las respuestas mejor caracterizadas es la respuesta a las altas temperaturas o choque térmico (Vierling, 1991).

La respuesta del choque térmico es una reacción conservada de las células y organismos a temperaturas elevadas (Choque o estrés térmico). Las respuestas provocadas por dichos eventos conducen a que los organismos y las células se protejan contra daños más severos, que se reestablezcan las actividades fisiológicas de la célula en forma normal y se aumenten los niveles de termotolerancia.

La exposición del fruto a tratamientos que consiste en la exposición a temperaturas de 38 °C a 40 °C por un tiempo de 30 a 60 min, tiene como finalidad inducir la expresión de los genes **hsp17** y **hsp70**, responsables de codificar para las proteínas de choque térmico conocidas como HSP17 y HSP70 en aguacate, las cuales dan termotolerancia al fruto (Sanxter *et al.*, 1994; Florissen, 1996).

Tratamientos con aire o agua caliente han reducido el daño por frío en mango, naranja y jitomate con tratamientos de agua caliente a 42 °C por una hora, y aire a 38 °C por dos días almacenados a 2 °C para posteriormente ser madurados a 20 °C.

Paull y Chen en 1990 reportaron que el aguacate sometido a 49 °C por 70 min disminuye la respiración en el climaterio, aunque no reportan la calidad del fruto una vez terminado el tratamiento.

Trejo *et al*, en 1992 reportan para el aguacate 'Hass', que un tratamiento térmico con agua a temperaturas dentro del rango de 35 °C y 45 °C, reducen significativamente la actividad de la enzima PPO, además de que los tratamientos por debajo de los 50°C no disminuyen la calidad del color, textura y sabor del fruto.

La inducción de las proteínas de choque térmico en los frutos de aguacate 'Hass' expuestos a una temperatura de 38 °C por una hora indica un incremento en la vida de anaquel de los frutos donde además de mejorar la calidad del mismo se conservan los atributos del aguacate a una temperatura de 5.5 °C donde además no se observa daño por frío; esto nos indica que posiblemente a 38 °C por una hora sean las condiciones mínimas para lograr inducir las HSP confiriéndole termotolerancia al fruto; los frutos expuestos a una temperatura de 50°C por 10 y 20 min no afecta la calidad físico química y sensorial de los mismos, incrementando el tiempo de almacenamiento a 5.5 °C (Navarrete, 2003).

En el caso del fruto de aguacate es de suma importancia el contenido lipídico que este presente; el choque térmico no afecta el porcentaje de ácidos grasos contenidos en los frutos de aguacate cv. 'Hass' manteniéndose este a lo largo del tiempo del almacenamiento del fruto, conservando el fruto poscosecha su principal atributo de calidad (López, 2004).

2.11.2. Proteínas de choque térmico

La respuesta al choque térmico no es exclusiva de plantas, ésta fue primero descubierta en *Drosophila* y ha sido descrita en un rango amplio de microorganismos, incluyendo Escherichia coli, Saccharomyces cerevisiae y humanos (Vierling,1991).

La síntesis de algunas proteínas, llamadas proteínas de choque térmico conocidas como HSP, y con una disminución en la síntesis de algunas proteínas normales. Las proteínas formadas durante la exposición a tratamientos entre 39-41°C, proveen protección térmica a los frutos a subsecuentes tratamientos térmicos de 45-48°C, los cuales causarían efectos letales en los frutos, y reciben el nombre de proteínas de choque térmico (Kays, 1991). La presencia de las HSP puede detectarse en un intervalo de tiempo que va de 3-10 min después de la exposición del fruto a altas temperaturas. La síntesis de las HSP incrementa con el aumento en la temperatura y la temperatura máxima de síntesis posiblemente coincide con la temperatura óptima de crecimiento de cada especie.

Los patrones de producción de HSP sugieren que la producción de dichas proteínas depende de la fisiología de cada uno de los organismos. Las HSP son designadas por su peso molecular aproximado (expresado en kDa) como: HSP110, HSP90, HSP60 y otras HSP de bajo peso molecular (BPM) de 15-30 kDa. La ubiquitina, otra HSP, es una proteína que depende del ATP y está relacionada con la proteólisis intracelular. Se considera que todas estas proteínas son inducidas por el calor en la mayoría de los tipos celulares. Además, ciertas proteínas normales de la célula son homólogas a las HSP y no muestran incremento en su expresión como respuesta a altas temperaturas. Por otro lado, diferentes proteínas de las clases HSP70, HSP60 Y BPM están presentes en varios compartimentos celulares, incluyendo organelos semi-autónomos como lo son la mitocondria y los cloroplastos. Las HSP son miembros de una superfamilia de multi-genes en

la cual no todos los miembros son regulados por calor. El calor no es el único tratamiento adverso que puede inducir la expresión elevada de proteínas de choque térmico.

El etanol, arsénico, metales pesados, análogos de aminoácidos, falta de glucosa, ionóforos de calcio y un gran número de otros tratamientos afectan la síntesis de algunas, o todas las proteínas de choque térmico en los diferentes organismos.

Consecuentemente, las HSP han sido referidas como proteínas de estrés (Vierling, 1991). Sin embargo, algunas HSP no son producidas en respuesta a perturbaciones celulares. La producción completa de dichas proteínas ocurre en respuesta a cambios específicos y no forzosamente a la presencia de situaciones adversas. Se ha reportado que las HSP están involucradas en la estabilización de proteínas en estado de retención. Existen evidencias que indican que, a través de dicho mecanismo, algunas proteínas facilitan y permiten una amplia diversidad de procesos como son transporte de proteínas a través de la membrana, unión de proteínas oligoméricas y regulación de la actividad de receptores.

La importancia de las HSP va mas allá que el brindar protección a las plantas cuando se encuentran sometidas a altas temperaturas. Aunque estas proteínas con excepción de la ubiquitina se caracterizan por su incremento de expresión como respuesta a elevadas temperaturas, algunas de ellas se encuentran en niveles significativos en condiciones normales, en células no sujetas a condiciones adversas, o bien, son producidas en estados particulares del ciclo celular o durante el desarrollo (Vierling, 1991). Sus tasas de síntesis aumentan significativamente cuando el organismo se encuentra sometido a estímulos estresantes que pueden o no proceder del medio ambiente por ejemplo el calor, la falta de alimentos, radicales libres, infecciones etc.

La función mas importante de las HSP es su capacidad de unirse a péptidos intracelulares y participar en su transporte de una a otro organelo de la célula, al mismo tiempo que impiden su interacción con otras moléculas.

Estas actividades las relacionan con el trabajo de conservar el plegamiento de las proteínas recién sintetizadas y con el transporte de las mismas hacia el retículo endoplásmico, el aparato de Golgi y la membrana. Por esta función de “plegarse” a otras moléculas y acompañarlas hasta su destino se les denomina chaperonas moleculares.

Algunos miembros de la familia de las HSP70 y HSP90 participan activamente en el transporte hacia el retículo endoplásmico, de las cadenas peptídicas que forman los receptores (TCR y BCR) de los linfocitos T y B, respectivamente. Asimismo, participan en la biosíntesis de los complejos que están formados por los antígenos de histocompatibilidad propios más los oligopéptidos que resultan de la digestión enzimática de antígenos extraños.

Las HSP90 participan en el transporte de los receptores para las hormonas esteroides y se mantiene unida a los mismos en el núcleo de las células.

<http://www.fmedic.unr.edu.ar/catedras/inmunologia/inmuno/innata-7.htm>.

Por otra parte, en estudios realizados en manzanas, expuestas a 38 °C por 4 días, se observó que hubo un cambio en el perfil de la síntesis proteica que indicaba una posible síntesis de HSP (Mondragón, 1999).

En otro estudio, se determinó que la exposición de pepino a temperaturas de 37 a 42 °C por 6 h indujo la expresión de cinco proteínas de HSP, con masa molecular aparentes de 25, 38, 50, 70 y 80 kDa, su aparición coincidió con un incremento en la resistencia al frío. Igualmente, este tratamiento redujo la síntesis de 3 proteínas con masa molecular aparente de 14, 17 y 43 kDa (Mondragón, 1999).

2.12. Efectos sobre la velocidad respiratoria y producción de etileno.

El estrés físico estimula el nivel de respiración de vegetales frescos. Los tratamientos térmicos reducen las tasas de respiración de los tomates y pepinos cuando posteriormente son expuestos a bajas temperaturas. En mangos, los tratamientos térmicos aparentemente afectan a la respiración pero no a la magnitud del climaterio (McCollum *et al.*, 1993). El etileno es un compuesto gaseoso vegetal que tiene un rol en la vida poscosecha de los productos frutihortícolas, a menudo nocivo, acelerando la senescencia y reduciendo la vida en góndola, y a veces benéfico mejorando la calidad del producto al promover una maduración más rápida y uniforme antes de su distribución. La evolución en la producción de etileno se ve inhibida cuando el fruto es sometido a altas temperaturas (>35 °C) por largo tiempo, pero puede exceder los niveles normales si el fruto es transferido a una temperatura que no le cause estrés (Biggs *et al.*, 1988).

La síntesis de etileno es reversiblemente inhibida a altas temperaturas. Temperaturas mayores a 35 °C causan una acumulación endógena de ácido 1-amino-cicloropropano-1-carboxílico (AAC) en algunos frutos con una reducción en la producción de etileno.

La conversión de ACC a etileno es aparentemente muy susceptible al daño por calor. Una rápida pérdida de enzimas formadoras de etileno ocurre en la papaya y otros frutos expuestos al calor por cortos periodos de tiempo a temperaturas superiores a 40 °C (Chan *et al.*, 1988). Algunos estudios indican que la ACC sintetasa es menos sensible al calor que la enzima ACC oxidasa.

Los frutos expuestos a prolongados periodos de tiempo a alta temperatura, rápidamente recobran su habilidad para la síntesis de etileno, frecuentemente los niveles de etileno se incrementan más que los frutos que no fueron tratados con calor.

Esta recuperación requiere la síntesis de proteínas y algunos estudios muestran que los RNA_m y las proteínas de la ACC oxidasa se acumulan durante la recuperación del tratamiento con aire caliente forzado a 38° C. Durante el periodo de calentamiento, no solo la producción de etileno endógeno es inhibida, si no que también los frutos no responden posteriormente a etileno exógeno. Esto indica la pérdida o inactivación de los receptores de etileno, o bien, la incapacidad para transferir la señal para la serie secuencial de eventos que permitan la maduración (Lurie, 1998). La producción de etileno en tomate sometido a tratamiento térmico y posteriormente almacenado por 3 semanas a 2 °C tiene niveles de evolución en el etileno más alto que frutos no tratados. En el mango, algunos estudios reflejan que la producción de etileno después de los tratamientos térmicos es inhibida (McCollum *et al.*, 1993).

En estudios realizados en mango tratados a 38 °C por 3 días, se observó que la producción de etileno es similar a la presentada por los frutos climatéricos, aunque no es idéntica. La actividad de la enzima ACC sintetasa no se recupera por completo y la de la enzima ACC oxidasa si lo hace. El pico de etileno es retardado por el tratamiento térmico. Además, en estudios realizados con discos de pulpa fresca de mango, la inhibición del etileno es más persistente que en discos que contenían piel y pulpa. Esto puede ser debido al efecto adicional que las altas temperaturas ejercen sobre la fisiología del fruto, como es la acumulación de bióxido de carbono.

2.13. El calcio en poscosecha

El papel del calcio en la fisiología de poscosecha, ha cobrado mayor importancia en el retraso de la maduración y lograr mayor y mejor vida de anaquel. Algunos estudios como realizados en la textura de las manzanas, reportan una mejora estabilizando las estructuras pécticas con iones Ca^{++} , ya que se observa un incremento en la adhesión célula-célula y retrasando la degradación de la pared celular (Fallahi *et al.*, 1997; Poovaiah, 1988).

La lista de trastornos ahora reconocidos como asociados a la deficiencia de calcio en el fruto del manzano incluyen la podredumbre amarga, el corazón acuoso, el apardamiento interno, el desorden por bajas temperaturas (*Low temperature breakdown*) y el desquebrajamiento, entre otros (Shear, 1975).

Se realizó un estudio sobre el efecto de aplicación poscosecha de sales de calcio en dos formas: infiltración e inmersión en frutos de mango. La aplicación poscosecha de calcio prolongo la vida de almacenamiento de los frutos por lo menos dos semanas; parece indicar que la aplicación de calcio retardo ligeramente los procesos asociados a la maduración cuando se compararon los frutos tratados con los controles. Por otra parte, en el estudio comparativo entre las dos formas de aplicación el calcio no se encontraron diferencias significativas por lo tanto, para la aplicación poscosecha de calcio, resulta más fácil utilizar la inmersión que la infiltración (Zambran y Manzano, 1994).

El papel del calcio en la fisiología de poscosecha de las pomáceas ha sido extremadamente estudiado y ha cobrado mayor importancia para retrasar la maduración y lograr mayor vida de anaquel del fruto. La textura de las manzanas se mejora estabilizando las estructuras pécticas con iones Ca^{+2} , incrementando la adhesión célula-célula y retrasando la degradación de la pared celular (Fallahi *et al.*, 1997; Poovaiah, 1998) han mostrado ser eficaces para mejorar las características textuales del fruto y preservarlo por más tiempo durante su

almacenamiento en frío (Weis *et al.*, 1980). La aplicación en poscosecha de soluciones de cloruro de calcio por inmersión de los frutos también ha logrado resultados positivos en las propiedades textuales y vida de almacenamiento de los frutos (Conway, 1982; Conway y Sam, 1984).

Se utilizaron 4 diferentes soluciones como fuente de calcio: carbonato de calcio al 1 % y 5 %, óxido de calcio al 1 % y 5 %. Los tiempos de exposición para cada una de las soluciones fueron: 30, 60, 90 y 120 min. El fruto tratado consistió de 20 unidades.

Se concluye que el tratamiento mediante la inmersión de frutos de guayaba durante 120 min en una solución de cloruro de calcio al 1 %, es óptimo para que los frutos muestren una mayor firmeza que el fruto control, así como la solución de cloruro de calcio al 1 % y 5 % durante 60 min, y el cloruro de calcio al 5 % por 120 min. (Urueta, 2004).

Se ha sugerido que la aplicación de calcio influye en la producción de etileno, disminuyendo la respiración y, por tanto, la maduración del fruto. De esta forma, existe un mecanismo más para disminuir la pérdida de firmeza de los frutos. La respiración post-climatérica de manzanas disminuye inversamente con el contenido de calcio en la epidermis. Sin embargo, la respiración climatérica de los frutos con niveles de calcio de 400 a 1300 ppm inició simultáneamente indicando que la maduración no fue afectada por los niveles de calcio.

Tratamientos en papaya por medio de aspersión con 1% y 4% de cloruro de calcio, mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos realizados para las variedades de severidad de la enfermedad, porcentaje de calcio en las cáscaras de las frutas, firmeza de pulpa, firmeza de cáscara, pH y porcentaje de acidez, siendo los frutos tratados con cloruro de calcio los que mostraron los mejores resultados (Saborío *et al.*, 1997).

Se concluye que las diferentes fuente de calcio aquí utilizadas son factibles para su uso postcosecha y que cada una de ellas afecta positivamente la firmeza del fruto, siendo el Hidróxido de Calcio a una concentración de 0.2% la solución óptima para un incremento en la firmeza del fruto utilizando un tiempo de exposición de 120min (Urueta, 2004).

En la determinación del número de inmersiones en 3 estados de maduración: verde, rallado y amarillo en una solución de calcio al 1% y 5%. Empleando el tiempo de exposición de 30, 60, 90 y 120 mín. Tratando 10 unidades por concentración. Se realizaron compresiones y se cuantifico a partir de las cenizas con solución EDTA 0.01N se concluye que la inmersión de frutos de guayaba durante 120 mín en solución de calcio al 1% es optima (Urueta, 2004).

III. OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto del cloruro de calcio y la inducción de proteínas de choque térmico sobre la calidad química de frutos de guayaba (*Psidium guayaba*), y su evolución en almacenamiento.

IV. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Inducir la formación de Proteínas de Choque Térmico (HSP) en frutos de guayaba (*Psidium guayaba*) en estado verde de maduración.
- 2.- Establecer el tratamiento de inmersión de frutos de guayaba (*Psidium guayaba*) en estado verde de maduración en Cloruro de Calcio.
- 3.- Determinar la vida de anaquel de los frutos de guayaba una vez tratados con Calcio e Inducción de HSP.
- 4.- Determinar la calidad química de los frutos tratados en función de Grados Brix, Humedad, Acidez, pH.
- 5.- Determinar el valor nutricional de los frutos tratados en función del contenido de Vitamina C.

V. MATERIAL Y MÉTODOS

Diagrama general de procesamiento:

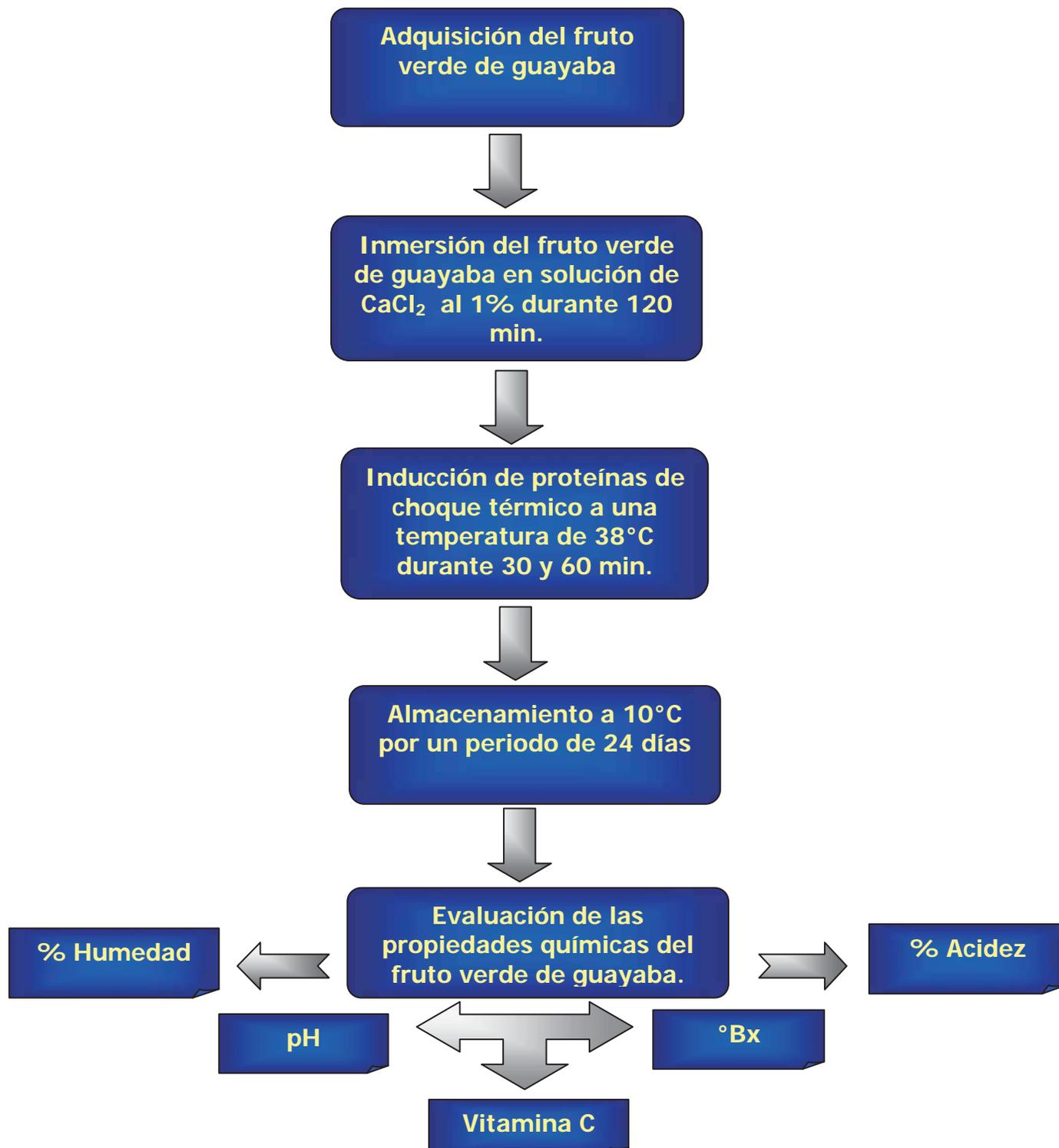


Fig. 7 Diagrama general del proceso químico

5.1. Características del fruto de guayaba

El experimento se realizó con frutos de guayaba de la variedad calvillo, en estado verde de maduración en la cuales se determinaron las propiedades químicas (Porcentaje de Humedad, % acidez, % ác. cítrico, pH, °Bx) y nutricional (Determinación de Vit. C).

5.2 Tratamiento postcosecha de calcio en frutos de guayaba.

El fruto de guayaba fue sometido al tratamiento con calcio mediante inmersiones en solución de cloruro de calcio al 1% durante 120 min. La solución de calcio, la concentración, y el tiempo de inmersión se determinó en base a estudios anteriormente realizados (Urueta 2004).



Fig. 8 Inmersión de los frutos de guayaba

5.3 Tratamiento de inducción de proteínas de choque térmico.

Posterior al tratamiento de calcio, los frutos se expusieron a una temperatura de 38 °C durante dos tiempos distintos, 30 y 60 min en una cámara climática (Fig. 9) Biotronette Mark III Lab-line para inducir las proteínas de choque térmico.



Fig. 9 Inducción de proteínas en la cámara climática

5.4 Almacenamiento del fruto de guayaba.

Los frutos ya tratados fueron colocados manualmente en las parrillas de una cámara de refrigeración MABE, para ser evaluado cada tercer día, con un total de 24 días de almacenamiento, a una temperatura de 10°C y una humedad relativa de 80-95%.

5.5 Manejo de fruto.

La unidad experimental consistió de 12 guayabas por repetición, para cada uno de los seis tratamientos distintos. Se realizaron tres repeticiones diferentes. Las evaluaciones periódicas se realizaron cada tres días.

Los tratamientos son (0,0) Fruto control, (0,30) Fruto con choque térmico de 30 mín, (0,60) Fruto con choque térmico de 60 mín, (1,0) Fruto control con calcio (1,30) Fruto con calcio y choque térmico de 30 min, (1,60) Fruto con calcio y choque térmico de 60 min.

Los frutos fueron distribuidos de cada tratamiento 6 guayabas para Humedad, 3 guayabas para °Bx, pH y % Acidez, 3 guayabas para la determinación de vitamina C para ser analizado por las distintas pruebas:

5.6 Variables evaluadas

5.6.1 Porcentaje de Humedad:

Se evaluaron 6 frutos de guayaba tomados al azar por cada tratamiento. Los frutos fueron fraccionados y colocados en recipientes de aluminio previamente tarados. Posteriormente se secaron en una estufa eléctrica a una temperatura de 105 °C durante 6 a 8 hrs. Se registraron los pesos inicial y final. La diferencia de peso se expresó como porcentaje de humedad.

$$\% \text{ Humedad} = (\text{peso inicial} - \text{peso seco}) / \text{peso total} * 100$$

Material:

- ✓ 1 licuadora y un cuchillo
- ✓ 1 vaso de precipitado de 250 ml
- ✓ 1 pipeta Pasteur
- ✓ 1 Refractómetro ATAGO modelo NE3 (0-5%)

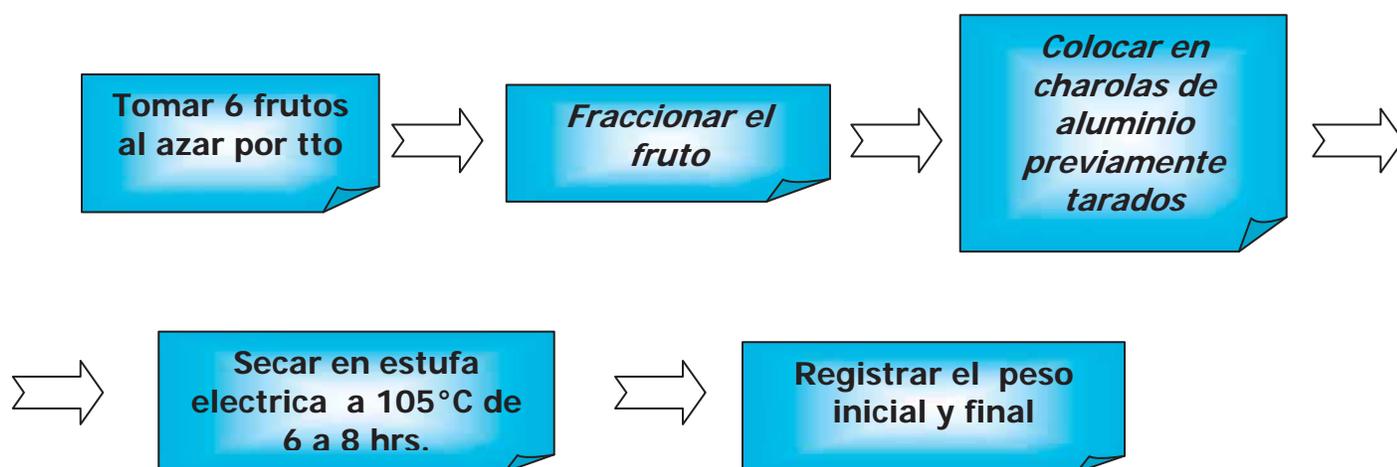


Fig. 10 Especifico del procesamiento de humedad.



Fig. 11 Estufa eléctrica Hot Air Oven.

5.6.2 Acidez Total Titulable:

Para medir la proporción de acidez en frutos de guayaba se tomaron 3 frutos al azar de cada tratamiento, se trituraron para obtener el zumo. La acidez titulable fue determinada por titulación con una solución de hidróxido de sodio al 0.1N, las muestras se trabajaron por triplicado con 2.5 grs de pulpa en 125 ml de agua se tituló con la solución de hidróxido de sodio 0.1N hasta alcanzar un viraje en el color de la solución para lo cual se utilizó como indicador fenoftaleina en solución alcohólica.

La acidez se reportó como porcentaje de ácido cítrico, mediante la siguiente Ecuación.

$$\% \text{ác. Cítrico} = V * N(\text{NaOH}) * \text{Meq } \text{ác.cítrico} / Pm * 100$$

Donde:

V = Volumen empleado de NaOH en ml

N = Normalidad del NAOH

Meq = 0.07003 ác. Cítrico.

PM = peso de la muestra en gramos

Material:

- ✦ 1 licuadora
- ✦ Vaso de precipitado de 250 ml
- ✦ 1 Bureta de 25 ml
- ✦ 19 Matraces Erlen Meyer de 125 ml.
- ✦ 1 Balanza granataria marca OHAUS modelo Hardard trip 1400-1500 series con capacidad de 2 Kgs.

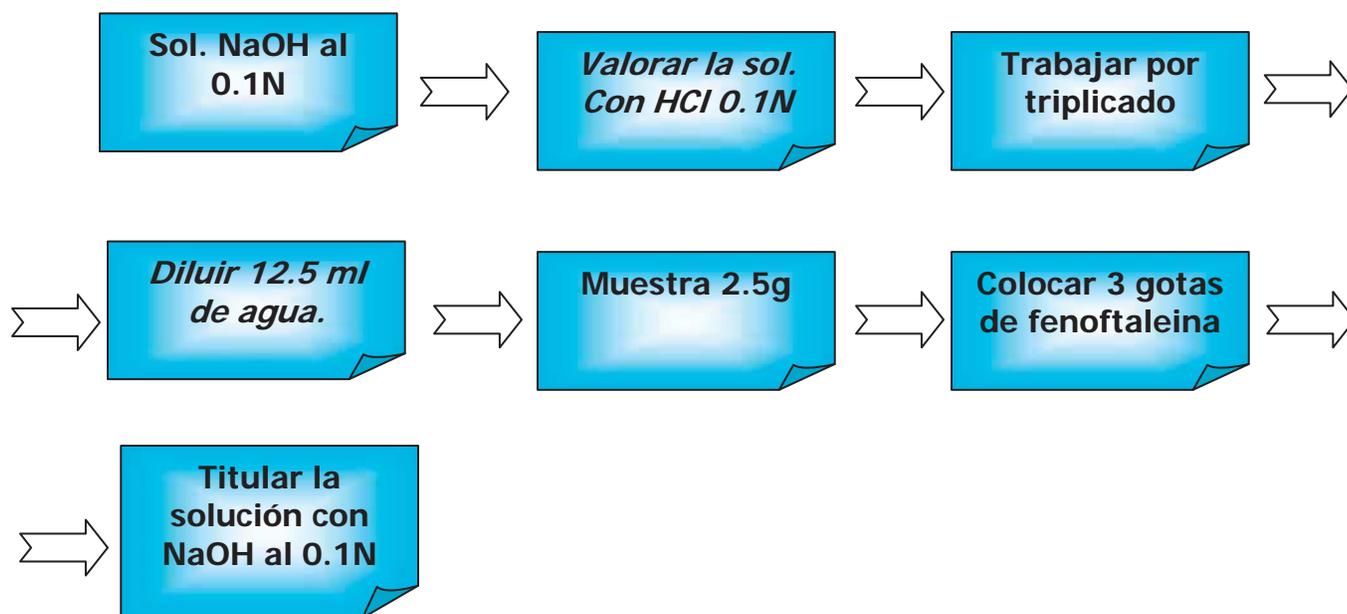


Fig. 12 Procesamiento de acidez en guayaba

5.6.3 pH:

Se utilizo el zumo de la muestra anterior prueba para realizar tres mediciones directas; con un pHmetro se tomo la lectura por triplicado y el valor se tomó registro como pH contenido en la muestra.



Fig. 13 Procesamiento de pH en guayaba



Fig. 14 pH metro Corning

5.6.4 °Bx:

Como los azúcares son los componentes mayoritarios en el zumo de la guayaba, el análisis de sólidos solubles o (°Bx) puede utilizarse como un estimador del contenido de azúcares en la muestra (MitCham B, 1995).

Se utilizo el zumo de las muestras anteriores se recolecto en matraz Erlen Meyer de 250 ml. Con una pipeta Pasteur se tomo una muestra del zumo para depositar sobre el prisma del refractómetro de tal manera que cubriera toda su superficie.

La medición se realizo a través del ocular, ajustando la sombra en el punto medio de la cruz para leer en la escala numerada superior en índice de refracción. El valor leído se anota en forma de °Brix.

Material:

- ✎ Extractor y un cuchillo
- ✎ Tabla
- ✎ Matraz Erlen Meyer
- ✎ Cucharas
- ✎ Refractómetro ATAGO modelo NE3(0-50%).

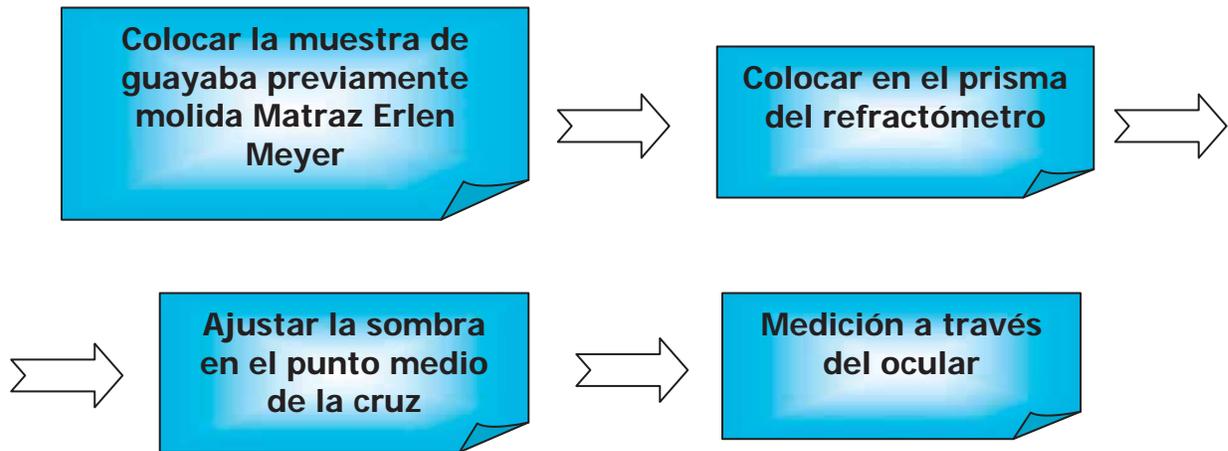


Fig. 15 Procesamiento de °Bx en guayaba



Fig. 16 Refractómetro manual marca ATAGO

5.6.5 Determinación de Vitamina C:

El método utilizado fue por titulación. AOAC 43.056, 1988
Para realizar la determinación de vitamina C, se prepararon las siguientes soluciones:

1. Solución 3 % de ácido metafosfórico (HPO₃); disolviéndolo en agua destilada.
2. Estándar de ácido ascórbico (1 ml = 0.1 mg. De ácido ascórbico).
3. Solución Colorante: diluir 50 gr de 2,6 diclorofenolindofenol en 200 ml de agua destilada.

El proceso que se siguió para realizar la determinación de vitamina C fue la siguiente:

Se titulo un estándar de la solución formando por 5ml. De solución de ácido metafosfórico y 2 ml de solución de ácido ascórbico, hasta percibir un color rosa de la solución registrando la calidad gastada de colorante. Se titulo una segunda solución (blanco) formada por 7 ml de la solución de ácido metafosfórico sumando el volumen de la titulación des estándar, registrar el titulo gastado que aproximadamente es de 0.1 ml. De colorante.

Para la muestra se tomo aproximadamente 50 gr. pulpa homogenizada del fruto de guayaba. Se realizo una dilución de (1/10) de la cual se tomaron 3 alícuotas de 10 ml; para titularlas con la solución del colorante 2,6 – diclorofenollindofenol (sal sódica) hasta obtener un color rosa pálido que persista por 15 seg. Se registraron los ml Del 2,6-diclorofenolindofenol gastados en la titulación.

Se realizaron los cálculos de acuerdo a la siguiente formula:

$$\text{mg. de VitC /100 grs} = (X-B)(F/E)(V/V)$$

X= ml de 2,6-diclorofenolindofenol gastados en la muestra.

B= ml de 2,6-diclorofenolindofenol gastados para la titulación del blanco.

F= mg de ácido ascórbico equivalentes a 1 ml de la solución de 2,6-diclorofenolindofenol.

E= numero de grs o ml del ensayo.

V= volumen inicial de la solución.

V= volumen de la alícuota utilizada en la titulación.

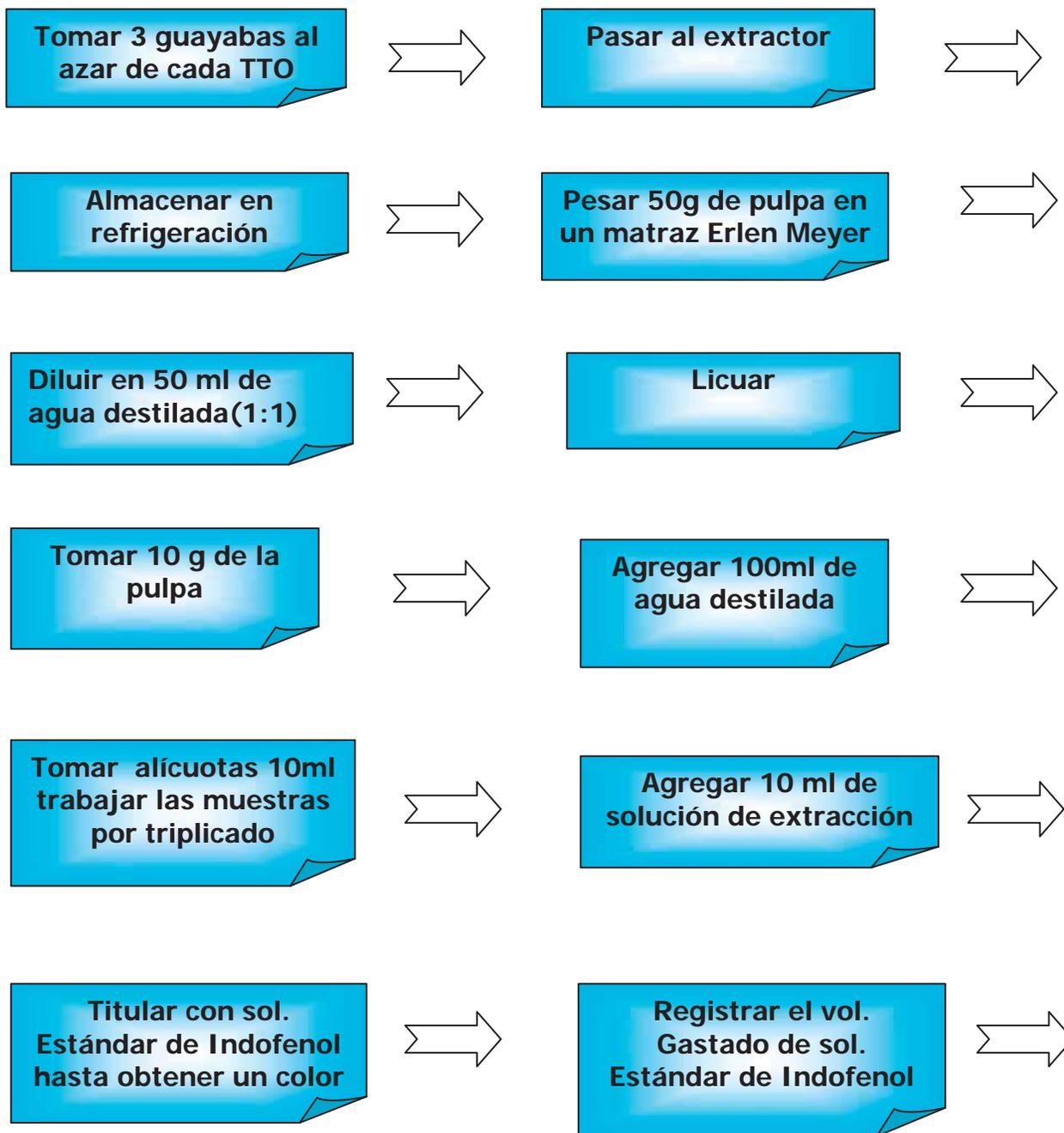


Fig. 17 Procesamiento de la determinación de vit. C en guayaba.

5.7 Diseño estadístico.

5.6.1 Diseño experimental. Totalmente al azar con tres repeticiones.

5.6.2 Arreglo de tratamientos: Factorial (2X3X9)

5.6.3 Factores de estudio:

F1 Cloruro de calcio (0, 1%)

F2 Choque térmico (0, 30, 60 min.)

F3 Tiempo de almacenamiento (0,4,7,10,13,16,19,22,25 días)

5.8 Análisis estadístico de los resultados.

A los resultados obtenidos se les realizó comparación de medias mediante pruebas de rango múltiple de Duncan y correlaciones utilizando el paquete computacional Statistical Analysis System (SAS, 1999).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados para las variables evaluadas que se presentarán a continuación se analizaron en tres etapas; la primera corresponde al efecto de los periodos de almacenamiento sobre la variable evaluada; la segunda a una comparación entre tratamientos con periodos de almacenamiento confundidos; y, finalmente la tercera al efecto de los periodos de almacenamiento por cada tratamiento para cada variable evaluada.

Los tratamientos son: (0,0) Fruto control, (0,30) Fruto con inducción de proteínas de choque térmico a 30 min., (0,60) Fruto con inducción de proteínas de choque térmico a 60 min, (1,0) Fruto control con calcio (1,30) Fruto con calcio e inducción de proteínas de choque térmico a 30 min, (1,60) Fruto con calcio e inducción de proteínas de choque térmico a 60 min.

Los valores obtenidos experimentalmente para cada una de las variables se expresaran en porcentajes de pérdida o ganancia, tomando como referencia el 100% del valor para el fruto control.

6.1 Determinación de Humedad.

Los valores obtenidos experimentalmente para la humedad del fruto se muestran en el Anexo 1 tomando como 100% el valor del fruto control para su presentación y análisis siguiente.

La humedad es un indicativo de la frescura del fruto, esta relacionada con la firmeza e impacta directamente sobre la textura y la apariencia, características de calidad importantes para fijar valor comercial del mismo. En la vida de anaquel, la pérdida de humedad del fruto es susceptible de control a través del ambiente de almacenamiento considerando como factores principales la Temperatura y la humedad relativa (10°C y 80 –90% H.R. respectivamente). (Urueta, 2004).

La humedad relativa (H.R) debe ser tal que evite la pérdida de agua y el amarchitamiento de las guayabas (Alonkhey y Desai, 1984).

6.1.1. Efecto del periodo de almacenamiento sobre el Porcentaje de humedad de frutos de guayaba con tratamientos confundidos.

De acuerdo a lo observado en el cuadro 1, no hay diferencia significativa sobre el porcentaje de humedad entre los distintos periodos de almacenamiento de los frutos analizados, indicando con ello que la humedad se mantuvo constante a lo largo del almacenamiento.

La finalidad del almacenamiento es asegurar por un periodo más o menos prolongado, el mantenimiento de las condiciones físicas y químicas de la guayaba en grado muy aproximado al obtenido inmediatamente después de la cosecha. Además, con el almacenamiento se prolonga convenientemente el período de comercialización y la guayaba puede estar presente casi permanentemente en los centros de consumo (Ryall y Harvey, 1959).

Cuadro1. Porcentaje de humedad de frutos de guayaba almacenada en frigorífico con tratamientos confundidos.

ALMACENAMIENTO (días)	HUMEDAD (%)
0	103.023 a
3	101.523 a
6	102.016 a
9	103.967 a
12	100.930 a
15	102.580 a
18	100.648 a
21	101.902 a
24	100.802 a

6.1.2. Efecto del calcio e inducción de proteínas de choque térmico sobre el porcentaje de humedad de frutos de guayaba con periodos de almacenamiento confundidos.

El efecto del tratamiento con calcio y la inducción de proteínas de choque térmico sobre el porcentaje de humedad puede observarse en la Figura 18, en ella se manifiesta un incremento significativo para el tratamiento 0,30 en un 13.94% no así para el resto de los tratamientos, lo anterior, podría explicarse en función de la variabilidad de los frutos seleccionados para dicho tratamiento.

En estudios anteriormente realizados bajo los mismos tratamientos expuestos en el presente trabajo, se determinó que el tratamiento 1,30 mejora la firmeza del fruto, prolongando su vida de anaquel (Urueta, 2004), con ello puede mencionarse que si bien la humedad esta directamente relacionada con la firmeza de un fruto, en este caso y por efecto de los tratamientos aplicados no hay una correlación directa.

Por otro lado, Silva (2004) encontró que en base al estado de maduración del fruto, la guayaba verde almacenada a 10°C con una humedad relativa de 90 – 95% conserva satisfactoriamente la humedad del fruto, lo cual confirma que la humedad de los frutos tratados no se alteró ni por efecto de los tratamientos aplicados ni por el periodo de almacenamiento evaluado.

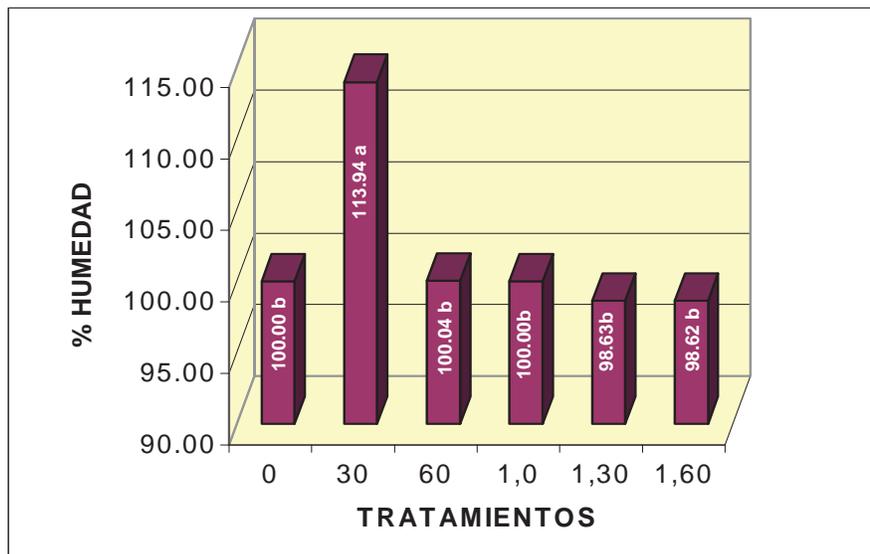


Fig. 18 Efecto del tratamiento con calcio e inducción de proteínas de choque térmico sobre el porcentaje de Humedad de los frutos de guayaba con periodos de almacenamiento confundidos.

6.1.3. Interacción entre periodos de almacenamiento y los tratamientos con calcio e inducción de proteínas de choque térmico, sobre el porcentaje de humedad del fruto.

En base al cuadro 2 se observa que en el transcurso de 25 días de almacenamiento no hay una variación significativa del porcentaje de humedad para los diferentes tratamientos aplicados, numéricamente existen algunos incrementos y disminuciones respecto al control, que sin embargo, pueden ser consideradas como parte de la variabilidad natural entre frutos. Lo anterior indica que los diferentes tratamientos no inciden sobre la variación de la humedad del fruto en su vida de anaquel.

En estudios anteriormente realizados con los mismos tratamientos sobre la firmeza a excepción del 1,30 fueron manifestando una pérdida significativa de la misma debida al proceso de maduración (Urueta, 2004), ya que en la medida en que el fruto madura las enzimas invertasa, amilasa, polifenolasa, y pectinesterasa comienzan a actuar, siendo ellas responsables del sabor dulce, textura blanda y perdida de la astringencia de la pulpa de la fruta (Beltran y Mendoza 1984) y no por una perdida significativa de humedad.

Cuadro 2. Interacción entre periodos de almacenamiento y tratamientos con calcio y choque térmico sobre el porcentaje de humedad de los frutos tratados.

EFEECTO DE LOS PERIODOS DE ALMACENAMIENTO Y LOS TRATAMIENTOS DE CALCIO E INDUCCIÓN DE PROTEÍNAS DE CHOQUE TÉRMICO SOBRE EL PORCENTAJE DE HUMEDAD DE FRUTOS DE GUAYABA						
	0,0	0,30	0,60	1,0	1,30	1,60
0 días	100.00 a	116.83 a	100.53 a	99.87 a	101.10 a	99.79 a
3 días	100.00 a	113.30 a	97.88 a	100.05 a	98.44 a	99.37 a
6 días	100.00 a	113.87 a	100.29 a	100.97 a	97.20 a	99.75 a
9 días	100.00 a	113.70 a	113.85 a	97.40 a	99.83 a	99.00 a
12 días	100.00 a	115.13 a	97.34 a	98.00 a	97.57 a	99.40 a
15 días	100.00 a	115.21 a	94.98 a	102.20 a	98.56 a	99.40 a
18 días	100.00 a	111.70 a	94.98 a	101.27 a	97.87 a	98.04 a
21 días	100.00 a	113.41 a	98.52 a	100.30 a	100.34 a	98.83 a
24 días	100.00 a	112.19 a	99.74 a	100.29 a	96.77 a	95.80 a

6.2 Determinación de la Acidez Titulable del fruto

Los valores obtenidos para la acidez del fruto se muestran en el anexo 2 estableciendo como 100% los valores referidos al fruto control.

La acidez es una de las características que determinan la calidad de la guayaba, la cual es expresada en porcentaje de ácido cítrico como consecuencia del metabolismo o el proceso respiratorio, atributo importante en cuanto al sabor del fruto (Alvarez, 1988) ;(Salysbury, 1998).

La acidez es el resultado de las sustancias generadas durante la maduración entre las cuales destacan los azúcares, proteínas y algunos componentes grasos que requiere para la formación de células.

6.2.1. Efecto del periodo de almacenamiento sobre el porcentaje de acidez titulable de frutos de guayaba con tratamientos confundidos.

Estadísticamente se puede apreciar una disminución significativa de la acidez por efecto del almacenamiento (figura. 19).

La disminución de la acidez obtenida puede deberse a varias posibilidades, entre las cuales se puede mencionar que la composición química de la fruta varía gradualmente entre cultivares y localidades (Laguado et al., 1999; Marin et al., 1993), inclusive entre individuos de una misma plantación (Araujo et al., 1999), o por la maduración del fruto.

A medida que los frutos avanzan en su estado de maduración se observa una disminución en el contenido de acidez titulable (Laguado et al., 1998) lo que se manifiesta en la fig. 19 indicando de esta manera un avance en la maduración del fruto.

Estudios previamente realizados por Silva (2004), indican que la pérdida de acidez del fruto de guayaba durante su almacenamiento está relacionado con la atmósfera de anaquel, específicamente la temperatura, y que si bien la temperatura óptima para almacenar un fruto en estado verde de maduración es de 10 °C el fruto tiende a perder un mayor porcentaje de acidez en el transcurso del tiempo. Lo anterior coincide con los resultados obtenidos en la presente investigación aún cuando estas alteraciones son numéricas y no significativas estadísticamente.

Fig.19 Porcentaje de Acidez de frutos de guayaba almacenada en frigorífico con tratamientos confundidos.

6.2.2. Efecto del calcio y la inducción de proteínas de choque térmico sobre el porcentaje de acidez de frutos de guayaba con periodos de almacenamiento confundido.

La acidez es el resultado de las sustancias generadas durante la maduración en los cuales participan, los azúcares, proteínas y algunos componentes grasos que el fruto necesita para la formación de sus células (Marrito, 1980).

En el cuadro 3 Se observa el efecto del tratamiento con calcio y la inducción de proteínas de choque térmico sobre el porcentaje de acidez titulable, es claro que los distintos tratamientos no inciden sobre la variación de acidez. Lo anterior sugiere que la influencia sobre este parámetro son las condiciones del almacenamiento, (silva, 2004).

Cuadro 3. Efecto del calcio y la inducción de proteínas de choque térmico sobre el porcentaje de humedad con almacenamiento confundido.

TRATAMIENTOS	ACIDEZ (%)
0,0	100.00 a
0,30	104.28 a
0,60	99.14 a
1,0	91.57 a
1,30	99.80 a
1,60	95.92 a

Investigaciones realizadas por Mondragón (1998) manifiestan una reducción en la acidez titulable en cítricos debido al incremento en la demanda respiratoria del fruto, lo cual estará delimitado por la temperatura de almacenamiento.

6.2.3. Interacción entre periodos de almacenamiento y tratamientos con calcio e inducción de proteínas de choque térmico sobre el porcentaje de Acidez del fruto.

La interacción entre los tratamientos de calcio y choque térmico con los distintos periodos de almacenamiento (cuadro 4) indica que en el transcurso de 25 días de anaquel para los diferentes tratamientos no hay una variación significativa de la acidez titulable. Las variaciones numéricas observadas son consecuencia, como se observó anteriormente, de los periodos de almacenamiento, lo cual no se ve alterado por los tratamientos aplicados.

Cuadro.4 Interacción entre periodos de almacenamiento y tratamientos con calcio y choque térmico sobre el porcentaje de acidez de los frutos tratados.

ALMACENAMIENTO (días)	00	030	060	1,0	1,30	1,60
0	100.00 a	128.53 a	100.58 a	106.45 a	105.80 a	102.21 a
3	100.00 a	104.55 a	104.81 a	89.71 a	102.73 a	95.29 a
6	100.00 a	118.91 a	121.59 a	93.32 a	120.75 a	94.93 a
9	100.00 a	95.26 a	91.50 a	84.93 a	83.69 a	91.86 a
12	100.00 a	88.97 a	86.99 a	86.81 a	94.88 a	100.40 a
15	100.00 a	119.58 a	84.92 a	99.33 a	103.79 a	91.81 a
18	100.00 a	91.96 a	81.97 a	81.48 a	85.24 a	88.73 a
21	100.00 a	86.06 a	84.78 a	85.15 a	93.72 a	87.28 a
24	100.00 a	104.73 a	97.17 a	97.01 a	107.62 a	110.81 a

De acuerdo a lo mencionado por Silva (2004), al estar el fruto a la mitad del curso normal de maduración, este ya no posee los mismos nutrientes o componentes que pueden ser degradados, por lo que el fruto mantiene una cantidad de ácido cítrico estable, lo cual pudiera observarse en estados avanzados de almacenamiento.

6.3 Determinación del pH

Los resultados obtenidos para la variable pH se muestran en el anexo 3, estableciendo para el siguiente análisis el 100% para el fruto control.

Durante el desarrollo de los frutos de guayaba el pH tiende a incrementar, manteniéndose en un rango relativamente bajo de 3.7 a 4.02, bajo este concepto los ácidos libres en los frutos (cítrico, málico y fumárico) aumentan al comenzar el crecimiento, pero a medida que el fruto madura la concentración de ácidos disminuye por dilución, aumentando el pH (Laguado *et al.*, 1998; Mattoo *et al.*, 1975).

6.3.1. Efecto del periodo de almacenamiento sobre el pH de frutos de guayaba con tratamientos confundidos.

El cuadro 5 manifiesta que no hay significancia estadística en los valores de pH para los diferentes periodos de almacenamiento.

Numéricamente se presenta un incremento del pH en un 2% a los 13 días de almacenado el fruto, disminuyendo subsecuentemente para establecerse en valores similares al control.

Cuadro 5. Efecto del almacenamiento sobre el porcentaje de pH con tratamiento confundido.

ALMACENAMIENTO (días)	% pH
0	98.19 a
3	98.49 a
6	97.75 a
9	97.95 a
12	100.28 a
15	98.00 a
18	98.18 a
21	96.32 a
24	98.27 a

El almacenamiento de los frutos a 10 °C es una condición ideal para la conservación del pH por un periodo de 25 días, este parámetro interviene en la calidad química de los frutos de guayaba, ya que en condiciones ácidas la vitamina C presente en el fruto se conserva mejor (silva, 2000).

6.3.2. Efecto del calcio y la inducción de proteínas de choque térmico sobre el pH de frutos de guayaba con periodos de almacenamiento confundidos.

En base a los resultados obtenidos, se puede mencionar que la interacción de los tratamientos con calcio e inducción de proteínas de choque térmico (cuadro 6) con periodos de almacenamiento confundidos no inducen un cambio significativo en el pH.

El fruto de guayaba es de naturaleza ácida, condición que para efectos de almacenamiento influye en la inhibición del crecimiento de hongos y levaduras, lo cual es benéfico para prolongar la vida comercial del fruto. Por otro lado, es importante considerar que los diferentes tratamientos no modifican la acidez manteniendo los atributos sensoriales del fruto.

Cuadro 6. Efecto del calcio y la inducción de proteínas de choque térmico sobre el porcentaje de pH con periodos de almacenamiento confundidos.

TRATAMIENTOS	% DE pH
00	100.00 a
030	97.88 a
060	97.33 a
1,0	97.56 a
1,30	96.80 a
1,60	99.38 a

6.3.3. Interacción entre periodos de almacenamiento y los tratamientos con calcio e inducción de proteínas de choque térmico, sobre el pH del fruto.

En base al cuadro 7, la interacción entre los tratamientos y los periodos de almacenamiento no afectan el pH del fruto, numéricamente existen algunas variaciones respecto al control que sin embargo no son significativas.

Los frutos mantienen valores de pH relativamente ácidos favoreciendo la hidrólisis o la degradación de los carbohidratos poliméricos especialmente sustancias pecticas, hemicelulosa, etc., debilitando el fruto y las fuerzas cohesivas que mantienen las células unidas esto se traduce en aumento de de azúcares solubles y ácidos durante la maduración.

Cuadro7. Interacción entre periodos de almacenamiento y tratamientos con calcio e inducción de proteínas de choque térmico sobre el pH de los frutos de guayaba.

ALMACENAMIENTO (días)	0,0	0,30	0,60	1,0	1,30	1,60
0	100.00 a	97.14 a	97.72 a	97.30 a	96.97 a	100.00 a
3	100.00 a	99.11 a	97.52 a	96.97 a	97.33 a	100.00 a
6	100.00 a	96.86 a	96.83 a	96.83 a	95.83 a	100.00 a
9	100.00 a	97.30 a	96.80 a	97.08 a	96.52 a	100.00 a
12	100.00 a	105.33 a	98.44 a	97.52 a	97.52 a	102.77 a
15	100.00 a	96.72 a	97.36 a	96.97 a	96.97 a	100.00 a
18	100.00 a	96.25 a	96.52 a	100.00 a	96.33 a	100.00 a
21	100.00 a	96.25 a	96.52 a	97.83 a	96.27 a	91.66 a
24	100.00 a	96.61 a	98.14 a	97.47 a	97.44 a	100.00 a

6.4. Determinación de Sólidos Solubles

Los valores de sólidos solubles totales del fruto ($^{\circ}\text{Bx}$) se muestran en el anexo 4. El posterior análisis de los mismos se realizó considerando como 100% el valor correspondiente al fruto control.

La acidez presente en los frutos verdes favorece el incremento de los $^{\circ}\text{Bx}$ y el descenso de la firmeza debido a la hidrólisis o degradación de los carbohidratos, y sustancias pecticas que forman parte de la pared celular debilitando la fuerzas de cohesión del fruto. Todos estos cambios se reflejan en el alto porcentaje de azúcares y ácidos durante la maduración del fruto (Kader, 1985).

6.4.1. Efecto del periodo de almacenamiento sobre el porcentaje de Sólidos Solubles Totales de frutos de guayaba con tratamientos confundidos.

En la fig. 20 se observa que en el transcurso del almacenamiento hay un incremento de sólidos solubles de 9.20% a los 15 días con respecto al control, valor que sin embargo es comparable estadísticamente con otros periodos de anaquel. En forma general, se aprecia una tendencia al incremento de los sólidos solubles con respecto al tiempo de almacenamiento, hecho que puede fundamentarse en que los $^{\circ}\text{Bx}$ son producto de la respiración del fruto, la cual mediante las reacciones metabólicas correspondientes van degradando los azúcares de reserva y formando azúcares simples como glucosa, ribosa y sacarosa contenidos estos en la guayaba (Silva, 2004), o bien, corresponder tal variación al hecho de que por cada periodo de almacenamiento, los frutos analizados son distintos.

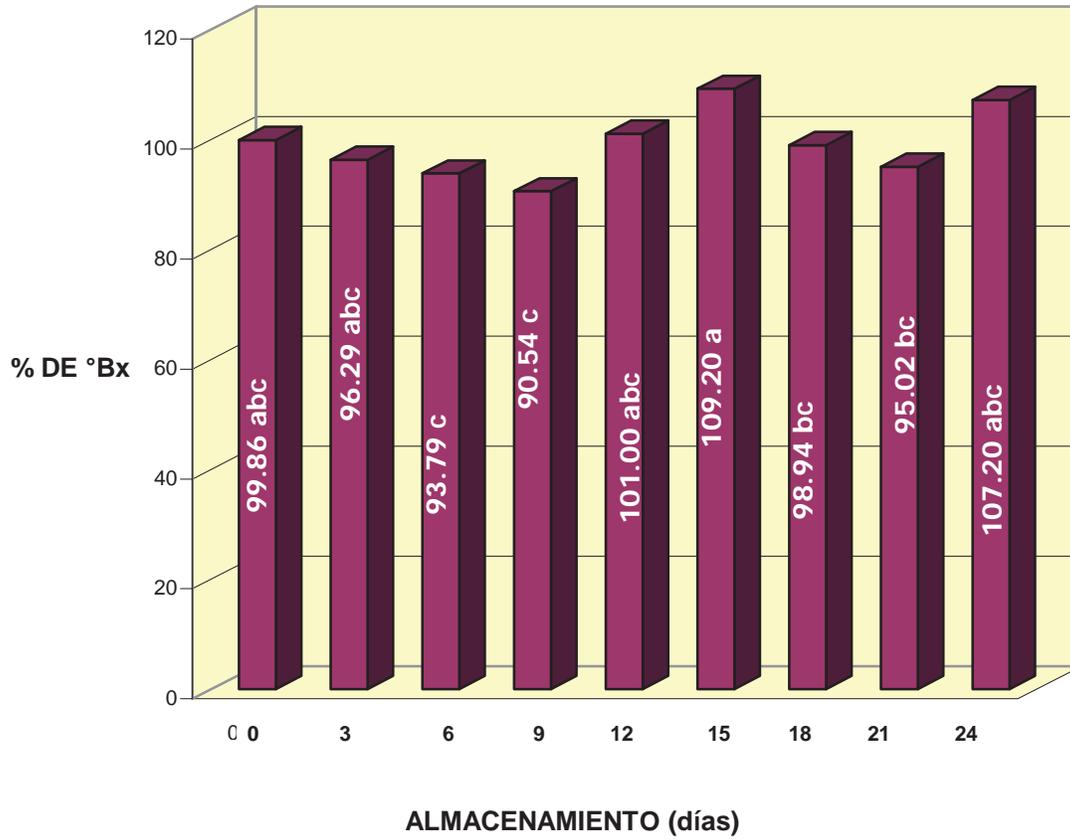


Fig. 20 Efecto del almacenamiento sobre el porcentaje de °Bx con tratamientos confundidos.

6.4.2. Efecto del calcio y la inducción de proteínas de choque térmico sobre el porcentaje de °Bx de frutos de guayaba con periodos de almacenamiento confundidos.

El efecto del tratamiento con calcio y la inducción de proteínas de choque térmico sobre la concentración de sólidos solubles bajo periodos de almacenamiento confundidos puede observarse en el cuadro 8 en el cual no se manifiesta una diferencia significativa entre los distintos tratamientos, sin embargo puede destacarse el tratamiento 1,60 donde los °Bx se incrementaron en un 3.14%.

Cuadro 8. Efecto del calcio y la inducción de proteínas de choque térmico sobre el porcentaje de °Bx con almacenamiento confundido.

TRATAMIENTOS	% DE °Bx
0,0	100.00 a
0,30	98.69 a
0,60	98.55 a
1,0	96.01 a
1,30	98.14 a
1,60	103.14 a

6.4.3. Interacción entre periodos de almacenamiento y los tratamientos con calcio e inducción de proteínas de choque térmico, sobre el porcentaje de Sólidos Solubles Totales del fruto.

Durante el proceso de maduración es factible que el incremento de sacarosa se deba al aumento de la actividad enzimática (pectinesterasa, celulasa, etc.) que se produce a expensas de la concentración de glucosa y fructosa provenientes de la hidrólisis de pectinas (Arenas, L., Marín Castro, C y L. Sandoval., 1995).

El cuadro 9 pone de manifiesto que los °Bx no son alterados significativamente por la interacción entre los periodos de almacenamiento y los distintos tratamientos. En forma general, puede observarse que aún cuando no hay significancia estadística, los valores de °Bx tienden a incrementar en periodos de almacenamiento avanzados para los diferentes tratamientos con respecto al control.

Cuadro 9. Interacción entre periodos de almacenamiento y tratamientos con calcio y choque térmico sobre el porcentaje de °Bx de los frutos tratados.

ALMACENAMIENTO (días)	00	030	060	1,0	1,30	1,60
0	100.00 ab	90.46 ab	99.13 ab	104.58 ab	98.50 ab	106.34 ab
4	100.00 ab	95.22 ab	90.23 ab	100.95 ab	94.87 ab	96.46 ab
7	100.00 ab	107.88ab	105.62ab	81.53 b	82.23 b	85.48a b
10	100.00 ab	90.28 ab	86.84 ab	88.69 ab	81.42 b	96.03 ab
13	100.00 ab	99.12 ab	90.09 ab	98.86 ab	110.39 ab	107.36 ab
16	100.00 ab	109.61ab	117.05ab	102.27 ab	111.51 ab	114.68 ab
19	100.00 ab	101.74ab	98.92 ab	97.65 ab	97.43 ab	97.90 ab
22	100.00 ab	88.72ab	87.62ab	95.33 ab	98.78 ab	99.64ab
25	100.00 ab	105.20ab	111.48ab	94.27 ab	108.15 ab	124.39a

6.5. Determinación de Vitamina C

El anexo 5 muestra los valores obtenidos en la determinación de vitamina C del fruto. El fruto control se tomo como referencia para establecer el 100% para su análisis posterior.

Psidium guajava es un fruto que contiene altos niveles de ácido ascórbico (200 – 500 mg de Vitamina C /100 gr), su contenido es mayor en el pericarpio que en el endocarpio. La guayaba solo es superada por la ciruela en concentración de vitamina C. En relación con otras frutas *P. guajava* es altamente nutritiva y su sabor es agradable. La cantidad de vitamina C de una guayaba mediana es proporcional a 16,6 manzanas, 14,3 plátanos, 1,5 naranjas o a 2 vasos de jugo de *Pasiflora edulis* (Suntornsuk *et al.*, 2002).

6.5.1. Efecto del periodo de almacenamiento sobre la concentración de vitamina C de frutos de guayaba con tratamientos confundidos.

En la figura 21 se ilustra el efecto de los periodos de almacenamiento sobre la concentración de vitamina C en los frutos de guayaba, en ella se aprecia en forma general un incremento a los 7 y 10 días de almacenado el fruto, valores que disminuyen en tiempos avanzados de almacenamiento siendo estos estadísticamente similares al control.

Los resultados obtenidos concuerdan con otros estudios realizados sobre caracterización de frutos de guayaba en estado verde de maduración almacenada a 10°C donde se determinó que entre los 7 y 15 días de almacenamiento se presenta un incremento en la cantidad de vitamina C y posteriormente desciende el contenido del mismo (Silva, 2004).

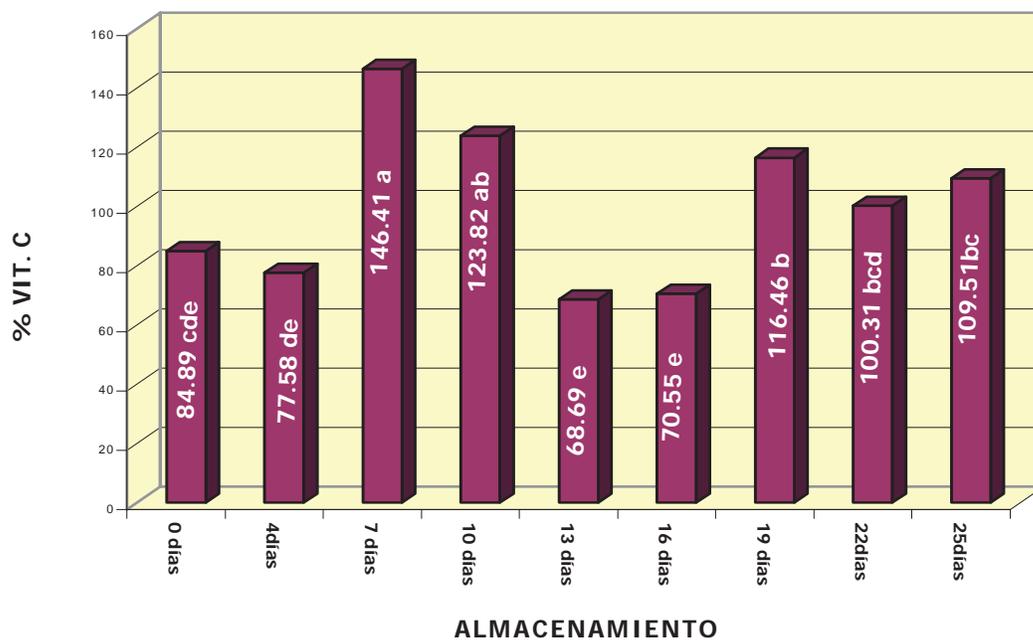


Fig. 21 Efecto del periodo de almacenamiento sobre el Porcentaje de vitamina C en guayaba con tratamientos confundidos.

6.5.2. Efecto del calcio y la inducción de proteínas de choque térmico sobre el porcentaje de Vitamina C de frutos de guayaba con periodos de almacenamiento confundido.

En base al cuadro 10 correspondiente al efecto de los tratamientos con calcio e inducción de proteínas de choque térmico sobre la concentración de vitamina C no hay una variación significativa indicando que los tratamientos no afectan la concentración de vitamina C en los frutos tratados.

Cuadro 10. Efecto del calcio y la inducción de proteínas de choque térmico sobre el porcentaje de Vitamina C con almacenamiento confundido.

TRATAMIENTOS	% DE VITAMINA C
00	100.00 a
030	108.86 a
060	89.61 a
1,0	103.59 a
1,30	102.52 a
1,60	94.35 a

6.5.3. Interacción entre periodos de almacenamiento y los tratamientos con calcio y choque térmico, sobre el porcentaje de Vitamina C del fruto.

El cuadro 11 representa el efecto de la interacción de los periodos de almacenamiento con los tratamientos de calcio e inducción de proteínas de choque térmico, en el, se aprecia que no existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos aún cuando numéricamente se manifiesta un rango de 230.41% a 87.10%. Es importante mencionar que conforme avanzan los periodos de almacenamiento hay una tendencia a incrementarse la concentración de vitamina C sobre todo a partir de los 22 días.

Cuadro 11. Interacción entre periodos de almacenamiento y tratamientos con calcio y choque térmico sobre el porcentaje de Vitamina C de los frutos tratados.

ALMACENAMIENTO (días)	00	030	060	1,0	1,30	1,60
0	100.00 cdefghi	96.72 cdefghi	69.02 efghi	76.46 defghi	61.83 efghi	105.32 cdefghi
3	100.00 cdefghi	89.18 cdefghi	78.32 defghi	92.02 cdefghi	54.54 ghi	51.44 hi
6	100.00 cdefghi	133.01 bcde	96.46 cdefgh	131.49 bcdef	230.41a	187.10a
9	100.00 cdefghi	122.38 bcdefgh	125.05 bcd fg	145.01 bcd	99.65 cdefghi	150.84 bc
12	100.00 cdefghi	80.77 cdefghi	51.98 hi	60.85 fghi	84.06 cdefghi	35.65 i
15	100.00 cdefghi	80.77 cdefghi	51.98 hi	70.85 efghi	84.06 cdefghi	35.65 i
18	100.00 cdefghi	143.15 bcd	128.22 bcdef	129.49 bcdef	71.10 efghi	126.62 bcdef
21	100.00 cdefghi	103.09 cdefghi	93.54 cdefghi	112.22 cdefgh	118.54 cdefgh	74.44 defghi
24	100.00 cdefghi	130.69 bcdef	111.90 defgh	130.69 bcdef	118.51 cdefghi	82.04 cdefghi

VII. CONCLUSIONES

En base a la investigación efectuada se concluye que, los diferentes tratamientos de calcio e inducción de proteínas de choque térmico (HSP) no modifican la calidad química del fruto en sus diferentes variables: Humedad, Acidez, pH, °Brix y Vitamina C, en el transcurso de su almacenamiento y que su buena conservación hasta por 24 días depende de la atmósfera de almacenamiento (10 °C y la H.R 90 –95 %).

Considerando lo anterior y de acuerdo a estudios previos (Urueta, 2004) el tratamiento 1,30 es el óptimo, ya que mejora las propiedades físicas del fruto de guayaba (*Psidium guajava*) evitando el daño por frío y disminuyendo la pérdida de peso, diámetro, firmeza, así como la prolongación de la coloración verde durante el almacenamiento no siendo afectado en su calidad química.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- Adsule, R.N. y Kadam, S.S. 1995. Guava. En: Mitra, S(Ed). Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits. CAB. Internacional. Pág. 145-160.
- 2.- Arenas De M. L., M. Marín. C. Castro De R, Y L. Sandoval, 195 Determinación Por Hple De Los Azúcares En Los Frutos De Guayaba (*Psidium Guajava* L.) De Una Plantación Comercial Del Municipio Mara. Rev. Fac. Agron. (Luz). 12(4):467-483.
- 3.- ASERCA,1998, Julio. Revista Claridades Agropecuarias, No.59.
- 4.- Apolo capo (2003). La curación por la verdura, ed.LA LIBSA, pág: 3234.
- 5.- <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/059/ca059.pdf>
Barreiro Perera Mario, 1993. La guayaba en México un largo camino que recorrer.
- 6.- Balderas Escamilla Miryan (2000), Relación de los azúcares y la actividad de la trehalasa con la tolerancia sensible de mango y guayaba pag. 14-29.
- 7.- Benito Bautista. Pedro, Daños por frió en frutos de Guayaba (*Psidium guajava*) respuesta fisiológica y efectos de las atmosferas controladas sobre la composición de ácidos grasos y actividad fosfolipasa D. En membranas Microsomales, 2002.
- 8.- Biggs, M. S., Woodson W. R. Y Handa, A. K., 1988. Biochemical basis of high-temperature inhibition of ethylene biosynthesis in ripening tomato fruit. *Physiol plant.* 72:572-578.
- 9.- Bramlage, W. J. Drake, M and Baker, J. H. 1974. Relationships of calcium content to respiration and postharvest condition of apples. *J. Amer. Soc. Hot Sci.* 99:376-378.
- 10.- Cahan, H. T. Y Forbus, W. B. 1988. Delayed Light Emisión as a Biochemical Indicador of Papaya Heat Treatment. *Journal of Food Science.* 53:1490 – 1492-

- 11.- Cantwell Marita 2000. Trends in Postharvest Handling of Fruits and Vegetables. San José Costa Rica. Red Centroamérica de Hortalizas (REDCAHOR) Pág. 30.
- 12.- Chandler William Henry, 1962 Frutales de Hoja Perenne, Primera Edición en Español Editorial UTEHA, México.
- 13.- CHEFTEL, J. C., y H. CHEFTEL: Introduction a la biochimie et a la technologie des aliments. Technique Documentation. Entreprise moderne d'Édition, Paris, 1976.
- 14.- Cisneros Valdez Ofelia E. 2004. "Tesis Efecto de la temperatura sobre la calidad física en frutos de guayaba en tres estados de maduración". Tesis en licenciatura de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México.
- 15.- Conway, W. S. 1982. Effect of postharvest calcium treatment on decay of 'Delicious' apples. Plant Disease. 66: 402-403.
- 16.- Conway, W. S, Sams. C. E. 1984. Possible mechanism by which postharvest treatment reduces decay in apples. Phytopatology; 74: 208-210.
- 17.- Cortés B.,J. O.; A. N Y V. H. Santoyo C. 1994. Perspectivas del cultivo del guayabo en la Región Centro- Norte de México ante el TLC. In: EL TCL y sus repercusiones en el sector agropecuario del Centro-Norte de México (Ed) Schewentesius, R. R.; M: a. Gómez C; J.C. Ledesma, M Y C. Gallegos V. CUESTAAM. UACH, Méx. Pág. 93-112.
- 18.- Fallahi, E., Conway, W. S. Hickey, K. D., Sams, C. E. 1997. The role of calcium and nitrogen in postharvest quality and disease resistance of apples. Hortsci..32: 831-835.
- 19.- Florissen(1996) FIRA, Memorias del seminario internacional del aguacate, Postcosecha y comercialización, Ed. Banco de México.
- 20.- http://www.inifap.gob.mx/publicaciones/guayaba_cultivo_mexico.htm
González Gaona Ernesto; Padilla Ramírez J. Saúl; Muro Luis Reyes; rales de la Cruz Miguel A, y Esquivel Villagrana Francisco. Mayo 2002. *Guayaba. Su cultivo en México.*

21.- Harrison J. B. 1997. The function of calcium in plant nutrition. *Advancens in plant Nutrition*. 1:149-208.

22.- Hardenburg, R. E.; Watada, A. E.; Wang, C. Y. 1986 *The comercial Storage of fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks*.

23.[http://www.cci.org.co/Manual%20del%20Exportador/Conservac_empaque_t
ransp/transpack09.htm](http://www.cci.org.co/Manual%20del%20Exportador/Conservac_empaque_transp/transpack09.htm).

[Manual Del Exportador de Frutas,Hortalizas y Tubérculos;Codex Alimentarius,Colombia 1995.](#)

24.-[http://www-ni.elnuevodiario.com.ni/archivo/2002/agosto/30-agosto-
200.../sexualidad3htm](http://www-ni.elnuevodiario.com.ni/archivo/2002/agosto/30-agosto-200.../sexualidad3htm)

25.- www.nutrinfo.com.ar

26.- <http://www.unesur.edu.ve/genetica/informacion.html>
[Universidad Nacional Experimental Sur Del Lago "Jesús María Semprum"](#)
[Proyecto de investigación: Variabilidad Genética En Materiales De Guayaba.](#)

27.-([http://www.fmedic.unr.edu.ar/catedras/inmunologia/inmuno/innata-
7.htm](http://www.fmedic.unr.edu.ar/catedras/inmunologia/inmuno/innata-7.htm)).

28.-Kader A. A., 2002. Recomendaciones para Mantener la Calidad Postcosecha. *Postharvest Technology*. Pág. 18- 30

29.-Kader A.A; 1985. Pstharvers. HandIng Systems: Subtropical Fruits. In *Posthavers Technology of Horticultural Crops*. Kader A.A; Kasmire, R:F:

- 30.- Kays. S. J. 1991. Postharvest physiology of perishable plant products. Editorial Avi. Pág. 339, 457-462, 505.
- 31.-Kitinoja lisa y Kader A. Adel 1996. Series de Horticultura Postcosecha No. 85. Departamento de pomología. Universidad de California Davis, California 1995.
- 32.- Laguado, E. Pérez, C. Alvarado y Marín (1997). Características fisicoquímicas y fisiológicas de frutos de guayaba de los tipos Criolla Roja y San Miguel procedentes de dos plantaciones comerciales pág:4-6
[File://A:Características](#) fisicoquímicas y fisiológicas de frutos de guayaba de los tipos Cri....
- 34.-Laguado, N., Marín., Arenas, L. de M., Castro, C. (1998). Relationship among ripen indexes of guava (*Psidium guayava* L.) var.Dominicana Roja fruits. Fac. Agron. (LUZ). 15:422-428
- 35.- López Lagunes E., 2004. Efecto del choque térmico sobre el contenido de ácidos grasos y la calidad microbiológica del aguacate cv. ´Hass´. UMSNH. Esc. De Químico Farmacobiología
- 36.-Lurie S. 1998a. Postharvest heat treatments. Postharvest Biol & Technol. Capítulo 14. Pág. 257-269.
- 37.-Mondragón Portocarreo Alicia del Carmen, Tesis Diferencias Fisiológicas y Metabólicas entre frutos sensibles y tolerantes al estrés térmico, 1999 Pág. 9-
- 38.- Mata B.I., Rodríguez M.A. 2000. En: Cultivo y Producción del Guayabo. Segunda Edición, Ed.Trillas, México

39.-Mattoo, A.K. T. Murata, E. B. Pantastico. K. Chachin, K. Ogata And C. T. Phan. 1975. Chemical Changes During Ripening Senescense. 103 – 127. In: Postharvest Physiology. Handling And Utilization Of Tropical And Subtropical Fruits And Vegetable. Er. B. Pantastico Ed. Westport, Conn. Avi. Publishing Co., Inc.

40.- Mercado S. E.; Regalado C.; Bautista B. P.; Juárez C., 1999. Avances en el tratamiento del daño por frío en frutos de guayaba (*Psidium guajava*).

41.- Mitcham B., Kader A., Methods For Determining Quality of Fresh Horticultural Commodities. Perishables Handling Newsletter University Of California At Davis August 1995, 1-11.

42.- McCollum, T. G., Dáquino, S. Y McDonald, R. E. 1993. Heat treatment inhibits mando chilling injury. Hortscience. Capitulo 28. Pág. 197-198.

43.-Navarrete O. A. E, 2003. Tesis de Licenciatura. "Efecto del choque térmico sobre la calidad. La inhibición del daño por frío y evolución en almacenamiento del aguacate cv. ´Hass ´". UMSNH. Esc. De Químico Farmacobiología, México.

44.- www.nutrinfo.com.ar

45.- Poovaiah, B. W. 1988. Molecular and cellular aspects of calcium action in plants. Hort Sci. 23:267 – 271.

46.- Primo Yúfera Eduardo, 1982. Química Agrícola Alimentos Editorial Alhambra S.A. Madrid España Pág. 272-273.

47.-Rivera V., J. 1999. El comercio Internacional de la guayaba. En: Primer encuentro estatal de productores de Guayaba. Michoacán. SAGAR: ASERCA. Dirección General de Desarrollo de Mercados), Méx. Pág. 6.

48.-Rodríguez, R.A. y Contreras, C.E., 1983. Evaluación de la calidad de uva de mesa en México. Tesis, Ingeniería Bioquímica. Instituto Politécnico Nacional, México, DF.:42pp.

49.- Saborío A. D.; Sáenz M. M. V. y Cavallini A. F. 1997. Efecto de calcio en aplicaciones precosecha sobre la severidad de antracnosis (*Colletotricum gloeosporoides*) y la calidad de frutos de papaya (*Carica papaya* L.).

50.-SAGAR. 1999 Producción agrícola. Perenes. Superficie, rendimiento, producción, Centro de Estadística Agropecuaria, 1999 SAGAR. México.

51.-Sanxter S. S., Nishijima K. A. and Chan H. T. Jr. 1994. Heat treating 'Sharwill' avocado for cold tolerance in quarantine cold treatments. Hort Science Capítulo 29. Pág. 1166-1168.

452.http://www.senado.gob.mx/gaceta.php?&lg=59&lk=28/10_proposiciones/g_allegos_guayaba.htm

Senado de la Republica, 2003.

53.- Suntornsuk, L., et al. (2002). "quantitation of vitamin C content in herbal juice using direct titration." J. Pharm. Biomed 28(5):849 -55

- 54.-Silva Moreno Arturo. 2004., "Tesis Efecto de la temperatura sobre la calidad química de frutos de guayaba en tres estados de maduración".Esc. Q.F.B. UMSNH.
- 55.- SIAP (2003) Avance de siembras y cosechas. Perennes 2003. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA, México. www.sia.sagarpa.gob.mx/indexavnc.html
- 56.-Shear, C. B. 1975. Calcium-related disorders of fruits and vegetables. Hort Sci. Capitulo 10. Pág. 361-365.
- 57.-Tamaro D. Tratado de Fruticultura Quinta Edición Ed. Gustavo Gili, S.A. 1989.
- 58.-Trejo G. A. Munguia M. R. and Cantwell M. 1992. Inactivation in situ of polyphenol oxidase in ripe avocado fruit. Proc. Second World Avocado Congress. Pág. 409-416.
- 59.-_Urueta Parra Rosa María. 2004. "Tesis Calidad de frutos de Guayaba (*Psidium guajava*) En estado Verde De Maduración Almacenados En Frigorífico: Efecto del choque térmico y calcio en postcosecha. Esc. Q.F.B. UMSNH.
- 60.-Vierling, E. 1991. The roles of heat shock proteins in plants. Annual Review of plant physiology and Plant Molecular Biology. Capitulo 42. Pág. 579-620.
- 61.-Weis, S. A. Drake, M., Bramlage, N. J. And Baker, J. H. 1980. A sensitive method for measuring changes in calcium concentration in 'McIntosh' apples demonstrated in determinind effects of foliar calcium sprays. J. Amer. Soc. Hort. Sci. Capitulo 105. Pág. 346-349.

62.-Zambrano Judith y Manzano Juan, 1994. Efecto de la aplicación de sales de calcio sobre la maduración de frutos de mango.

63.-Zoffoli Juan P., 2002. Una novedosa alternativa para prolongar la conservación de frutas. II Seminario El Árbol Urbano.

ANEXO 1. Resultados de la evaluación respecto a la variable de Humedad en los cuales el control (00) se fijo el 100%.

DÍA	EVAL	TTO 00	TTO 030	TTO 060	TTO 1,0	TTO 1,30	TTO 1,60
1	0	80.67	83.00	83.33	82.67	84.00	83.00
		83.67	83.67	83.00	82.33	83.00	83.33

		84.33	88.33	83.33	83.00	84.00	82.00
2	3	80.67	82.00	83.00	82.00	81.67	80.67
		87.67	83.33	78.67	83.00	81.33	82.33
		81.67	82.33	82.00	84.00	82.00	84.33
		82.00	82.67	82.67	83.67	81.33	83.33
3	6	83.00	82.67	84.67	84.00	80.00	82.00
		83.67	81.67	82.00	83.33	80.33	82.67
		82.67	81.33	82.33	80.00	82.33	83.00
4	9	83.33	81.33	82.33	80.33	82.67	81.00
		82.67	82.33	83.00	81.67	82.67	81.67
		83.67	87.67	84.67	82.00	81.00	82.00
5	12	85.67	82.67	79.67	82.67	82.00	84.33
		83.67	85.00	81.67	82.67	83.33	80.00
		80.00	82.00	82.33	82.67	80.00	83.33
6	15	81.33	80.67	81.33	82.00	82.00	81.67
		82.00	82.00	79.67	84.00	77.67	76.67
		80.00	79.33	72.33	82.67	80.00	80.00
7	18	82.67	80.00	80.00	82.00	80.00	79.67
		82.67	77.33	80.33	83.67	79.67	80.33
		82.33	81.67	80.67	82.00	78.33	81.00
8	21	81.67	81.67	79.33	82.00	81.33	79.33
		80.33	81.67	80.67	81.00	85.33	81.00
		80.67	78.00	80.33	81.00	79.67	78.00
9	24	82.33	79.67	80.67	82.00	78.67	78.00
		81.00	80.33	82.33	81.67	79.67	77.67

ANEXO 2. Resultados obtenidos en la evaluación de acidez, los cuales se fijo el control fue del 5 como valor máximo.

ANEXO 3. Resultados obtenidos en la evaluación de pH, los cuales al control se fijo el 100%.

DÍA	EVAL	TTO 00	TTO 030	TTO 060	TTO 1,0	TTO 1,30	TTO 1,60
1	0	3.67	3.64	3.82	3.83	3.76	3.86
2	3	3.81	3.84	3.80	3.76	3.80	3.84
3	6	3.76	3.73	3.75	3.73	3.68	3.79
4	9	3.75	3.75	3.83	3.77	3.71	3.79
5	12	3.54	3.47	3.60	3.54	3.56	3.50
6	15	3.52	3.52	3.58	3.56	3.56	3.57
7	18	3.44	3.49	3.54	3.52	3.56	3.61
8	21	3.45	3.46	3.49	3.50	3.47	3.52
9	24	3.53	3.53	3.64	3.51	3.62	3.62

ANEXO 4. Resultados obtenidos en la evaluación de °Bx, los cuales al control se fijo el 100%.

DÍA	EVAL	TTO 00	TTO 030	TTO 060	TTO 1,0	TTO 1,30	TTO 1,60
1	0	10.83	10.17	10.50	10.67	10.22	10.72
2	3	10.72	11.17	10.67	11.39	11.28	10.94
3	6	11.39	11.33	11.00	11.00	10.50	10.83
4	9	11.83	11.83	11.89	11.67	10.78	11.56
5	12	12.06	11.67	11.39	11.95	13.00	12.95
6	15	11.17	12.11	12.78	12.33	12.22	13.78
7	18	12.89	13.39	13.11	13.11	13.28	12.67
8	21	13.94	13.83	13.50	13.22	13.33	13.17
9	24	12.28	13.45	14.39	12.83	14.28	15.56

ANEXO 5. Resultados obtenidos en la evaluación de Vitamina C, los cuales al control se fijo el 100%.

DÍA	EVAL	TTO 00	TTO 030	TTO 060	TTO 1,0	TTO 1,30	TT 01,60
1	0	535.83	515.40	379.74	391.79	319.51	562.02
2	3	597.64	487.64	432.12	521.16	311.65	286.51
3	6	260.84	313.75	206.37	268.18	500.21	466.69
4	9	376.60	458.31	476.12	537.40	375.03	550.50
5	12	525.88	421.65	553.64	500.21	423.74	442.60
6	15	730.15	590.30	380.27	517.50	614.40	261.37
7	18	529.02	757.39	675.68	686.68	372.93	670.44
8	21	589.78	601.30	547.88	639.02	681.44	421.65
9	24	397.55	487.64	403.84	405.41	423.22	364.55