



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLAS DE HIDALGO**

ESCUELA DE QUIMICO FARMACOBIOLOGIA

TESIS

**“IMPACTO DEL CALCIO, CHOQUE TERMICO Y
REFRIGERACION SOBRE LA CALIDAD QUIMICA
DE GUAYABA TRANSFERIDA A TEMPERATURA
AMBIENTE”**

QUE PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:
QUIMICO FARMACOBIOLOGO

PRESENTA
GLENDIA ISABEL RUEDA MENDOZA

ASESOR
M.C. BERENICE YAHUACA JUAREZ

Morelia, Mich Marzo 2007



El presente trabajo se realizo en el laboratorio de Biotecnología “M.C Víctor Manuel Rodríguez Alcocer” de la Escuela de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo bajo la dirección de la M. C Berenice Yahuaca Juárez.

DEDICATORIA

Con todo cariño a mis padres Octavio Rueda Núñez y Virginia Mendoza Gómez que siempre han estado conmigo en cada paso importante de mi vida, por todo su amor que me permite seguir adelante y vencer las dificultades. Y sobre todo por el enorme esfuerzo que hicieron por darme una educación yo se que no fue fácil para ustedes.

A mis hermanas Mayra y Marisol quienes han compartido muchos momentos conmigo, y aunque ya me dejaron espero ser un ejemplo a seguir, todavía se puede, en especial Marisol que tienes un "angelote" por quien salir adelante.

A mis abuelos que son el pilar de la familia y siempre están con nosotros, con cada uno, apoyándonos y dándonos los mejores consejos para crecer.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la oportunidad de la vida y mandarme a los brazos de unos padres maravillosos.

A mis papas que los quiero mucho, por darme las armas para salir adelante.

A toda mi familia que siempre esta al pendiente de cada uno de nosotros y eso nos ha permitido estar siempre unidos.

A mis amigos de la universidad, Lili, Mario, Mónica, los contadores (Pan y Jersa), Ulises, Omar, Nancy y los pepas con quienes viví experiencias inolvidables y en especial a Miriam y Ana que fueron mi familia durante 5 años, con quienes compartí alegrías, tristezas, desilusiones, grandes aventuras y siempre estuvieron a mi lado dándome su apoyo y consejos.

A la maestra Bere y la Doctora Consuelo por darme la oportunidad de trabajar con ellas, por creer en mi y apoyarme en este proyecto.

A mis compañeros de laboratorio Fer, Tsanda, Laura, Bere y Lesli que me permitieron trabajar con ellos y especial a Ale, Diana, Las Chios y Saine que me ayudaron en este trabajo y estuvieron siempre al filo del cañon.

Mil gracias.

RESUMEN

El fruto de guayaba es apreciado por su exquisito sabor y aroma, además de su alto contenido nutricional. La producción y explotación comercial de la guayaba está extendida en numerosos países de América, Asia y África. Debido al ascenso en la producción de guayaba y a su carácter altamente perecedero el fruto es objeto de grandes pérdidas poscosecha a causa de daños mecánicos, fisiológicos o patológicos. El Choque térmico se refiere a la exposición del fruto a altas temperaturas por períodos cortos y tiene la finalidad de proveer termotolerancia al fruto. El calcio tiene la capacidad de disminuir la permeabilidad de las membranas celulares, reducir la absorción de agua y aumentar la firmeza de la pulpa, actúa en las paredes celulares como puente intermolecular, uniendo moléculas de pectina con polisacáridos y proteínas, formando estructuras complejas de tipo pecticocelulósico que fortalecen y dan rigidez a los tejidos vegetales. Por lo anterior en la presente investigación se estudio la evolución de la calidad química de frutos de guayaba tratados con Calcio y choque térmico almacenados en frigorífico y transferidos a temperatura ambiente. Los frutos de guayaba fueron tratados con choque termico y CaCl_2 para después ser almacenados a una temperatura de 10°C con una Humedad relativa de 85-90% a tiempos de 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 y 24 días para ser transferidos a temperatura ambiente y mantenerlos en almacenamiento durante 8 días. Las variables evaluadas fueron: Grados Brix, porcentaje de Acidez, pH y Humedad. Los resultados demostraron que la concentración de sólidos solubles (grados Brix) son los únicos afectados por el tratamiento, esto es porque el contenido de calcio en la pulpa tiene efecto sobre el desdoblamiento del almidón. El pH, Humedad y acidez titulable no son afectadas por el tratamiento y su variación es consecuencia del almacenamiento.

Palabras clave: guayaba, choque térmico, calcio, almacenamiento

INDICE GENERAL

Resumen

I. INTRODUCCION_____	1
II. REVISION BIBLIOGRAFICA_____	4
2.1 Producción mundial, nacional y estatal de la guayaba_____	4
2.1.1 Producción mundial_____	5
2.1.2 Producción nacional_____	6
2.1.3 Producción estatal_____	7
2.2 Descripción del fruto (Psidium guajava)_____	9
2.2.1 Composición química del fruto_____	10
2.2.2 Propiedades nutritivas del fruto_____	11
2.3 Cosecha_____	13
2.4 Proceso de empaque_____	15
2.4.1 Inspección y clasificación_____	15
2.4.2 Limpieza y lavado_____	16
2.4.3 Embalaje_____	17
2.4.3.1 Tamaño y forma del embalaje_____	18
2.4.3.2 Necesidad de ventilación dentro del embalaje_____	19
2.5 Tecnología poscosecha_____	19
2.6 Choque térmico_____	21
2.7 Calcio_____	22
2.8 Almacenamiento_____	23
2.9 Factores que alteran la calidad del producto_____	24
III. OBJETIVO GENERAL_____	26
IV. OBJETIVOS ESPECIFICOS_____	26
V. MATERIALES Y METODOS_____	27
5.1 Características del fruto de guayaba_____	28
5.2 Manejo del producto_____	28

5.3 Tratamiento de cloruro de calcio	28
5.4 Tratamiento por choque térmico	29
5.5 Almacenamiento en refrigeración	29
5.6 Transferencias del fruto a temperatura ambiente	29
5.7 Diseño de experimento	30
5.8 Unidad experimental	30
5.9 Variables evaluadas	31
5.9.1 Grados Brix	31
5.9.2 pH	31
5.9.3 Acidez titulable	31
5.9.4 Porcentaje de humedad	32
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	33
6.1 Grados Brix	33
6.1.1 Evaluación del porcentaje de sólidos solubles en frutos de guayaba en estado verde de maduración	33
6.2 Acidez titulable	34
6.2.1 Evaluación del porcentaje de acidez titulable en frutos de guayaba en estado verde de maduración	34
6.3 pH	35
6.3.1 Evaluación del pH en frutos de guayaba en estado verde de maduración	35
6.4 Humedad	37
6.4.1 Evaluación del porcentaje de Humedad en frutos de guayaba en estado verde de maduración	37
6.5 Evaluación de los frutos tratados con CaCl_2 y choque térmico y frutos no tratados	39
VII. CONCLUSIONES	42
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	43
IX. ANEXOS	49
Anexo 1 NMX-FF-040-2002 Fruta fresca. Guayaba	49
Anexo 2 Causas de pérdidas más comunes durante la cosecha y poscosecha del fruto	56

Anexo 3 NMX-F-103-1982. Determinación de Grados Brix	57
Anexo 4 NMX-FF-015-1982. Determinación de Sólidos Solubles	
Totales	59
Anexo 5 NMX-FF-011-1982. Determinación de Acidez Titulable	63

INDICE DE CUADROS

2.1 Composición química del fruto de guayaba_____	10
2.2 Informe nutricional_____	12
2.3. Caracterización de la fruta basada en peso, longitud y diámetro_____	16
5.1 Transferencias del fruto_____	30
6.1 Evaluación del porcentaje de sólidos solubles en frutos de guayaba en estado verde de maduración _____	36
6.2 Evaluación del porcentaje de acidez titulable en frutos de guayaba en estado verde de maduración_____	36
6.3 Evaluación del pH en frutos de guayaba en estado verde de maduración_	38
6.4 Evaluación del porcentaje de Humedad en frutos de guayaba en estado verde de maduración_____	38
6.5 Fruto no tratado con choque térmico y CaCl ₂ _____	40
6.6 Fruto tratado con choque térmico y CaCl ₂ _____	41
9.1 Determinación de la guayaba por su diámetro ecuatorial_____	53
9.2 Envases _____	55
9.3 Causas de pérdidas más comunes durante la cosecha y poscosecha de frutas_____	56
9.4 Corrección de las lecturas del Refractómetro a temperaturas diferentes a la de calibración_____	62
9.5 Factores apropiados a los diferentes ácidos contenidos en los frutos_____	66

INDICE DE FIGURAS

2.1 Principales países productores de fruto de guayaba_____	4
2.2 Principales países productores de fruto de guayaba porcentajes_____	5
2.3 Principales zonas productoras de guayaba en México_____	6
2.4 Producción de guayaba durante los últimos años en Michoacán_____	7
2.5 Principales zonas productoras de guayaba en Michoacán_____	8
2.6 Fruto de guayaba_____	9
2.7 Cámara frigorífica para almacenar frutas_____	24
5.1 Diagrama general de procesamiento_____	27
5.2 Cámara climatérica para efectuar choque térmico_____	29
9.1 Refracción de la luz_____	60
9.2 Escala del refractómetro manual tipo ABBE expresada en por ciento de sólidos solubles totales registrados por la división del campo oscuro y el campo iluminado_____	60
9.3 Refractómetro manual _____	60

I. INTRODUCCION

La guayaba es un fruto climatérico originario de América que pertenece a la familia de las Mirtáceas, de género *Psidium* y la especie *guajava*. Es un fruto en forma de baya que se desarrolla a partir de un ovario compuesto, tiene unos 4-12 cm de longitud y 4-7cm de diámetro y puede pesar hasta 225gr. Bajo la cáscara se encuentra una primera capa de pulpa, consistente, firme, de aproximadamente 0,25 cm de espesor. La capa interior es más blanda, jugosa, cremosa y está llena de semillas de constitución leñosa y dura.¹

El componente mayoritario del fruto es el agua. Es de bajo valor calórico, por su escaso aporte de carbohidratos y menor aún de proteínas y grasas. Destaca su contenido en vitamina C que interviene en la formación de colágeno, huesos, dientes, glóbulos rojos y favorece la absorción del hierro de los alimentos y la resistencia a las infecciones. Aporta en menor medida otras vitaminas del grupo B (sobre todo niacina o B3).

Respecto a los minerales, destaca su aporte de potasio que es necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal, interviene en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula. Su aporte de fibra es elevado por lo que posee un suave efecto laxante y previene o reduce el riesgo de ciertas alteraciones y enfermedades.²

La producción y explotación comercial de la guayaba está extendida en numerosos países de América, Asia y África. Se estima una producción mundial de 1.2 millones de toneladas de guayaba de los cuales el 25% se produce en México y se concentra en 3 estados principales: Michoacán, Aguascalientes y Zacatecas.³

Debido al ascenso en la producción de guayaba y a su carácter altamente perecedero el fruto es objeto de grandes pérdidas poscosecha a causa de daños mecánicos, fisiológicos o patológicos. El incremento de las pérdidas poscosecha del fruto repercute en la obtención de divisas objeto de la comercialización de guayaba en mercado nacional e internacional. Este hecho ha llevado a recurrir a la implementación de una tecnología poscosecha que permita mantener la calidad del fruto en lo relativo al aspecto, textura, sabor y valor nutritivo, además de asegurar la inocuidad y reducir las pérdidas a lo largo de la cadena del suministro, desde la recolección hasta el consumo.⁴

El Choque térmico se refiere a la exposición del fruto a altas temperaturas por períodos cortos. Por efecto del choque térmico se induce la formación de las proteínas de choque térmico (HSP) que tienen la finalidad de proveer termotolerancia al fruto, se ha demostrado que las HSP participan en la estabilización de proteínas y membranas, ayudando en el proceso de replegamiento proteico bajo situaciones de estrés. La respuesta celular inducida puede brindar protección contra el daño potencial ocasionado por diferentes tipos de estrés posteriores.⁵

El calcio tiene la capacidad de disminuir la permeabilidad de las membranas celulares, reducir la absorción de agua y aumentar la firmeza de la pulpa⁶, actúa en las paredes celulares como puente intermolecular, uniendo moléculas de pectina con polisacáridos y proteínas, formando estructuras complejas de tipo pectocelulósico que fortalecen y dan rigidez a los tejidos vegetales. En la lámina media confiere firmeza a los frutos, al unirse al complejo de proteínas y pectinas formando pectatos cálcicos que actúan de cementantes de las células, protegiéndolas de la desintegración y reblandecimiento de las paredes celulares.⁷

El almacenamiento en refrigeración es recomendado para muchos productos perecibles porque retrasa: la actividad metabólica, el envejecimiento, la pérdida de humedad y el estropeo debido a la invasión por bacterias, hongos y levaduras. Un aumento en la temperatura acelera la actividad metabólica y acorta la vida útil del fruto.⁸

En la presente investigación se estudió la evolución de la calidad química de frutos de guayaba tratados con Calcio y choque térmico almacenados en frigorífico y transferidos a temperatura ambiente. Se evaluaron las variables de porcentaje de Acidez, Grados Brix, pH y Humedad teniendo como resultado que la concentración de sólidos solubles (grados Brix) son los únicos afectados por el tratamiento esto es porque el contenido de calcio en la pulpa tiene efecto sobre el desdoblamiento del almidón. El pH, Humedad y acidez titulable no son afectadas por el tratamiento y su variación es consecuencia del almacenamiento.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Producción mundial, nacional y estatal de guayaba

La guayaba es originaria de América, posiblemente de Centroamérica, el Caribe, Brasil o Colombia. Después de la llegada de Colón al nuevo continente, este fruto se propagó a otros continentes, a tal grado que llegó a creerse que era originaria de Indochina y de Malasia.⁹



Fig. 2.1 Principales países productores de fruto de guayaba (SAGARPA 2004)

2.1.1 Producción mundial

La producción y explotación comercial de la guayaba se extiende a numerosos países de América, Asia y África. Los principales países productores de guayaba en el mundo son: Pakistán, Brasil, Colombia, Perú, Ecuador, Egipto, India, Sudáfrica, California, Estados Unidos, México, Filipinas, Venezuela, Costa Rica, Cuba, Puerto Rico, Tailandia, Indonesia y República Dominicana.¹⁰

Se estima una producción mundial de 1.2 millones de toneladas de guayaba, de los cuales el 50% se produce en India y Pakistán, el 25% en México; Colombia, Egipto y Brasil producen 5% cada uno y otros 10%.¹¹

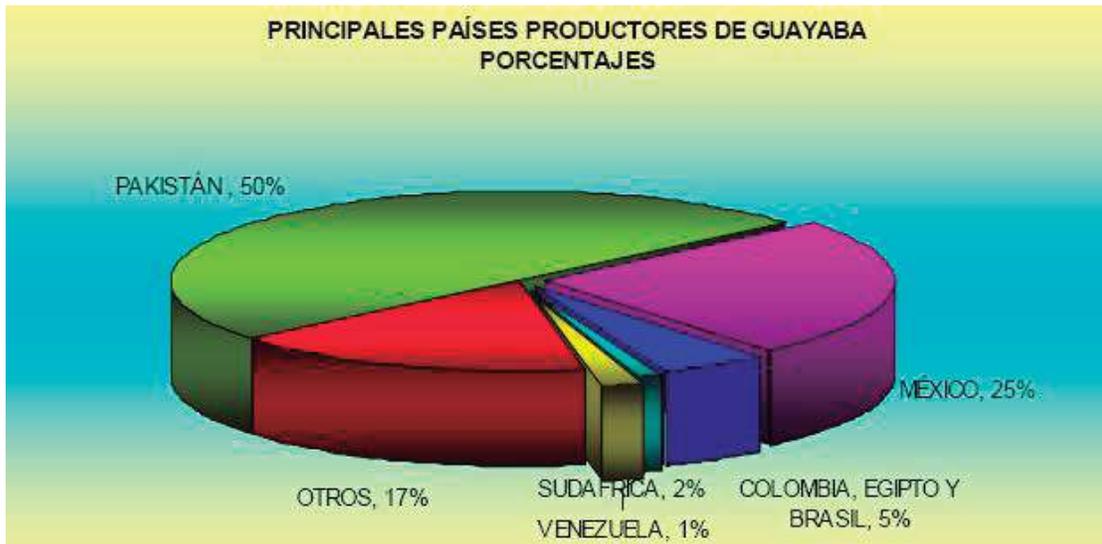


Fig. 2.2 Principales países productores de guayaba porcentaje

2.1.2 Producción nacional

A nivel nacional, la guayaba se produce de manera comercial en 16 estados, aunque se considera que existe producción silvestre no contabilizada en por lo menos otras 11 entidades del país. De cualquier forma, cabe señalar que el cultivo de la guayaba se concentra en tres estados: Michoacán con una producción de 122,298 toneladas en el 2005, Aguascalientes con una producción de 106,608 toneladas y Zacatecas con una producción de 53,069 toneladas.¹²

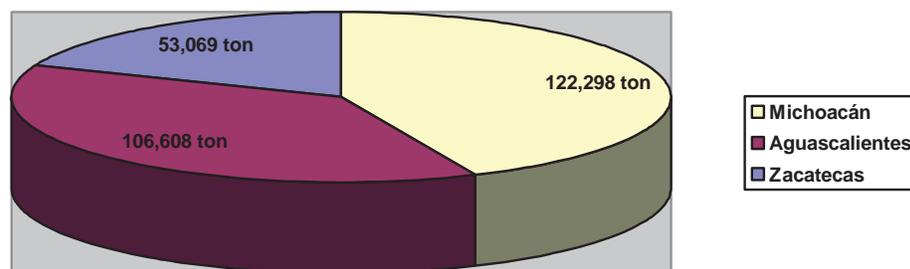


Fig. 2.3 Principales zonas productoras de guayaba en México

Michoacán fue el primer productor de guayaba (40% del total nacional) en el país durante el 2001. En el año 2002 Michoacán contribuyó con el 42% a la producción nacional de guayaba, lo que significó una aportación al valor del 37%. La producción en ese año alcanzó las 116 mil 560 toneladas, que representaron un monto de 317 millones 686 mil 464 pesos. En el 2003 la producción de guayaba fue de 110,253 toneladas y en el 2004 de 128,002 toneladas.¹³

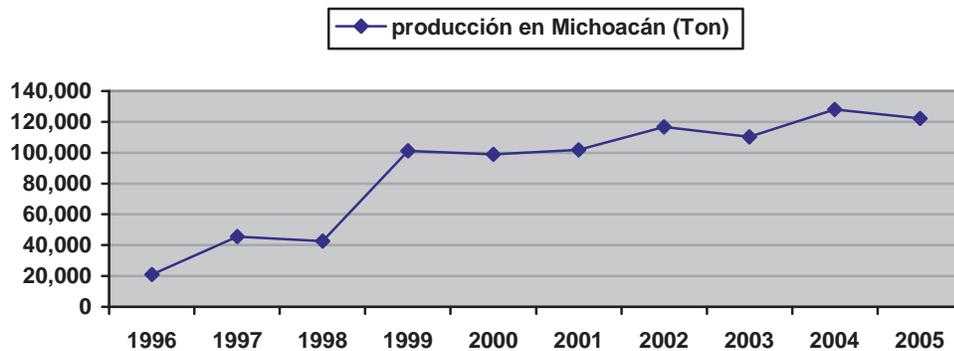


Fig. 2.4 Producción de guayaba durante los últimos años en Michoacán (SAGARPA 2004)

2.1.3 Producción estatal

El cultivo de la guayaba en el Estado de Michoacán, es actualmente uno de los principales cultivos desde el punto de vista económico, técnico y social. Sus primeras plantaciones comerciales datan del año de 1980. Los primeros registros indican la siembra de 10 hectáreas. A partir del mencionado año se iniciaron paulatinamente en los municipios de Benito Juárez, Jungapeo, Zitácuaro, etc. De esta forma para el año 2001 su crecimiento ha sido dinámico, estimándose que actualmente la superficie oscila alrededor de las 8500 has.¹⁴

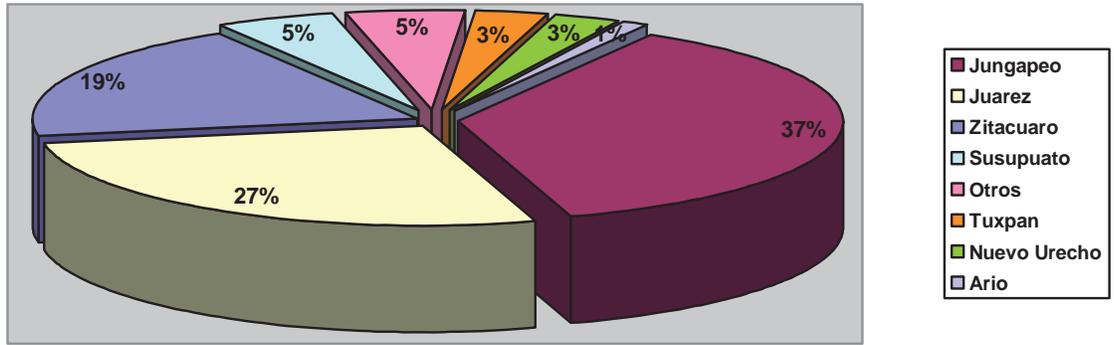


Fig. 2.5 Principales zonas productoras de guayaba en Michoacán (SAGARPA)

2.2 Descripción del fruto de guayaba (*Psidium guajava*)

La guayaba es un fruto perteneciente a la familia Myrtaceae. Es una familia extensa formada por gran número de plantas leñosas que van desde arbustos hasta grandes árboles. La familia tiene gran importancia económica al encontrarse en ella plantas de gran interés y utilidad por sus frutos comestibles, obtención de especias, aceites y maderas.¹⁵

El fruto de la guayaba es una baya (fruto carnoso con muchas semillas) que se desarrolla a partir de un ovario compuesto. Puede pesar hasta 225gr. Es jugosa, dulce y ácida.¹⁶



Fig. 2.6 Fruto de guayaba

Según las diversas variedades, la forma del fruto puede ser esférico, ovoide o piriforme y medir de 3 a 10 cm de diámetro. Su cáscara es cerosa; en algunas variedades de piel lisa, otras rugosa y de un color, de verde a amarillento según la especie y su grado de maduración. Bajo la cáscara se encuentra una primera capa de mesocarpio, consistente y firme. La capa interior es más blanda, jugosa y cremosa albergando un gran número de semillas (de 100 a 500) de constitución leñosa y dura. El mesocarpio puede ser de color blanco, amarillento o rosado y con olor a almizcle. Su contenido de jugo es bajo.¹⁷ Comercialmente se agrupan en blancas y rojas, según la coloración que presenta la pulpa.¹⁸

Las características deseables del fruto para su comercialización son: fruto de color adecuado (rojo o rosado encendido), buen tamaño (1000 o más gramos), con el canto del mesocarpio grueso y pocas semillas. La acidez es de 3.0 a 4.0 depende del uso que se le vaya a dar, con un 10-12% de sólidos solubles (grados Brix) y ausencia de arenilla en la pulpa. El consumo local es mayormente como fruta fresca. La guayaba es, además, industrializada para la elaboración de mermelada y pasta para exportación, principalmente a los mercados latinos de los Estados Unidos.¹⁹

2.2.1 Composición química del fruto de guayaba

La composición de los azúcares varía ampliamente en el fruto; sin embargo, la fructosa es el principal azúcar y otros como la glucosa y la sacarosa son menos abundantes. La fructosa es el carbohidrato más abundante en frutos maduros, mientras que la sacarosa en frutos muy maduros.²⁰ En el cuadro 2.1 se presenta la composición química del fruto.²¹

Cuadro 2.1 Composición química del fruto

% Humedad	76.2 - 90.9
% Proteína	0.6 - 1.6
% Grasas	0.35 -0.70
%Carbohidratos	2.41 – 14.19
% Fibra	2.69 – 5.15
%Cenizas	0.34 – 0.95
Acido dehidroascórbico mg	35.8 –290.3
Acido ascórbico mg	53.3 – 213.3

2.2.2 Propiedades nutritivas del fruto de guayaba

Su componente mayoritario es el agua. Es de bajo valor calórico, por su escaso aporte de hidratos de carbono y menor aún de proteínas y grasas. Destaca su contenido en vitamina C (unas siete veces más que la naranja), esta vitamina interviene en la formación de colágeno, huesos, dientes, glóbulos rojos y favorece la absorción del hierro de los alimentos y la resistencia a las infecciones. Los frutos muy maduros pierden vitamina C. Si la pulpa es anaranjada, es más rica en provitamina A o beta-caroteno que se transforman en vitamina A en nuestro organismo conforme éste lo necesita y es esencial para la visión, el buen estado de la piel, el cabello, las mucosas, los huesos y para el buen funcionamiento del sistema inmunológico. Ambas vitaminas, cumplen además una función antioxidante. Aporta en menor medida otras vitaminas del grupo B (sobre todo niacina o B3).²²

Respecto a los minerales, destaca su aporte de potasio. El potasio, es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal, interviene en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula. Su aporte de fibra es elevado por lo que posee un suave efecto laxante y previene o reduce el riesgo de ciertas alteraciones y enfermedades. En el cuadro 2.2 se presenta la información nutricional de la guayaba.²³

Cuadro 2.2 Información Nutricional

Valor nutritivo por 100 gramos de Porción comestible (sin cáscara)

Elemento	Cantidad	Elemento	Cantidad
Humedad	77 g	Vitamina A	400.0 mg
Proteína	0.9 g	Vitamina B1,B2	0.89 mg
Grasa	0.01 g	Vitamina B3	40.0 mg
Fibra	2.8 g	Vitamina C	500 mg
Calcio	9.1 mg	Niacina	0.6 mg
Fósforo	17.8 mg	Ceniza	0.43 g
Acido Ascórbico	160.0 mg	Riboflavina	0.03 mg
Carbohidratos	9.5 g	Tiamina	0.046 mg
Hierro	0.30 mg	Calorías	36

De acuerdo a la norma mexicana NMX-FF-040-2002 que se encuentra en el anexo No. 1. Las guayabas deben: estar enteras, ser de consistencia firme, estar sanas, limpias, exentas de manchas, de imperfecciones y daños ocasionados por plagas, ser de forma, color, sabor y olor característico de la variedad o tipo comercial. El fruto debe estar lo suficientemente desarrollado y presentar un estado de madurez fisiológica satisfactorio que permita la continuación del proceso de maduración hasta alcanzar la madurez comercial o de consumo, así como resistir las prácticas de manejo y transporte y llegar a su destino en condiciones satisfactorias para su comercialización. Además para el empaquetado se deben seguir las siguientes indicaciones:

- Nombre y domicilio o identificación reconocida del productor, empacador, o importador;
- Nombre del producto;
- Origen del producto (región y país de origen), e identificación;
- Grado de calidad;
- Código de tamaño;
- Contenido neto en kilogramos (kg) al envasar, y
- Sello de inspección (opcional).²⁴

2.3 Cosecha

Los objetivos de la cosecha consisten en recoger el fruto del campo a la brevedad posible, con un mínimo de costo, daño y pérdida, y con un nivel adecuado de madurez (en la guayaba se indica con un cambio de color de verde a verde claro que ocurre de 90 a 150 días luego de la floración).²⁵

La eficiencia de la operación de cosecha depende de la disponibilidad de métodos adecuados de cosecha. Estas técnicas específicas de cosecha deben estar relacionadas con la selección de la madurez, método de desprendimiento, manutención del equipo, higiene y división del trabajo.

De acuerdo a la norma mexicana NMX-FF-040-2002, que se encuentra en el anexo No. 1, el fruto de guayaba debe reunir ciertas características de calidad como son: la frutas deben estar enteras, ser de forma, color, sabor y olor característico, tener consistencia firme, estar limpias y exentas de magulladuras y plagas.

El fruto cosechado debe ser manejado con cuidado para minimizar el daño físico, evitando dejar caer el fruto desde lo alto y el llenado excesivo de las cajas cosecheras. Inmediatamente después de la cosecha, el fruto debe colocarse bajo sombra; por ningún motivo debe permanecer expuesto directamente a la radiación solar y su traslado al centro de acopio o de selección y empaque debe hacerse a la brevedad posible en camiones o camionetas.²⁶

En el Anexo No. 2 se describen las causas de pérdidas más comunes durante la cosecha y poscosecha del fruto, entre las cuales resaltan: personal no calificado, daño mecánico, exposición del producto al sol, empaque inapropiado, condiciones sanitarias deficientes, infraestructura y equipos deficientes.

Luego de la cosecha conviene eliminar, mediante un proceso de pre-enfriamiento, el calor de campo, para lo cual se debe almacenar el fruto en un ambiente fresco y ventilado o mojar constantemente hasta su almacenamiento final. Este pre-enfriamiento es esencial para disipar el calor ambiental en el lapso entre la cosecha y el transporte.²⁷

El pre-enfriamiento alarga la duración del producto al reducir:

- calor del campo
- tasa de respiración y el calor generado por el producto
- velocidad de maduración
- pérdida de humedad (agotamiento y marchitamiento)
- producción de etileno
- difusión de la pudrición

El buen éxito del pre-enfriamiento depende de los siguientes factores:

- tiempo transcurrido entre la recolección y el pre-enfriamiento
- temperatura inicial del producto
- velocidad o cantidad de aire frío, agua o hielo suministrados
- temperatura final del producto
- saneamiento del aire o agua del pre-enfriamiento para reducir los organismos que causan la pudrición
- mantenimiento de la temperatura recomendada después del pre-enfriamiento.

Los métodos de pre-enfriamiento más utilizados son:

- enfriamiento en cámara
- enfriamiento por aire a presión o por compresión húmeda
- enfriamiento por agua helada
- enfriamiento por vacío
- enfriamiento por hidrovacío
- aplicación directa de hielo en el envase²⁸

2.4 Proceso de empaque

Una vez efectuada la cosecha se procede a la clasificación y empaque del fruto, de estos factores dependerá en gran parte la calidad con la que la guayaba se conserve durante su almacenamiento, así como su valor comercial. Las consideraciones a tomar en cuenta para el proceso de empaque son:

2.4.1 Inspección y clasificación

Debe efectuarse una clasificación preliminar del producto a fin de eliminar, antes de proceder a las operaciones sucesivas, los cuerpos extraños (desechos vegetales, tierra o piedras). Todo el material desechado debe sacarse prontamente del almacén o recogerse, para su posterior eliminación.

Las frutas son examinadas en busca de fallas (decoloraciones en la piel), defectos, malformaciones, exceso de maduración, heridas por insectos y enfermedades, después son clasificadas tomando en cuenta su tamaño, peso, color y presencia de fallas o defectos como se muestra en el cuadro 2.3.²⁹

Cuadro 2.3 Caracterización de la fruta basada en peso, longitud y diámetro.

	Muy largo	Largo	Mediana	Pequeña
Peso (g)	400 - 1000	250 - 399	150 - 399	< 150
Longitud (cm)	10 - 13	8 - 10	6 - 8	< 6
Diámetro (cm), parte ancha	8 - 10	7 - 8	6 - 7	< 6

2.4.2 Limpieza y lavado

El fruto es lavado, ya sea por inmersión en agua agitada, en una mesa de lavado o a través de una banda con un sistema de “spray”, esto se hace para remover elementos extraños ajenos a la fruta o restos de pesticidas químicos usados en el cultivo, disminuyendo la posibilidad de enfermedades post-cosecha.

Para el lavado se debe utilizar sólo agua corriente limpia. Debe evitarse el empleo de agua reutilizada o estancada, expuesta a rápida contaminación por organismos que pueden causar la putrefacción acelerada del fruto lavado. Es conveniente extender el fruto lavado en una sola capa sobre plataformas elevadas de malla o de listones, a la sombra pero bien ventilado, con el fin de que se seque rápidamente.

Para eliminar los microorganismos en la fruta se acostumbra sumergirla en agua a temperatura de 52 - 55°C por 5 a 10 minutos, esto debe complementarse con el uso de fungicidas o si es posible con radiaciones gamma.³⁰

2.4.3 Embalaje

Para el embalaje se acostumbra envolver cada fruta en papel encerado, luego son introducidas en cajas de cartón corrugado o similar. Se ha comprobado experimentalmente que si se embalan las frutas en una funda plástica perforada (atmósfera controlada o modificada), la transpiración, intercambio de gas y pérdida de peso se reducen y se alarga la vida poscosecha del fruto.³¹

Existen diversos procedimientos de embalaje:

- Los embalajes sueltos se utilizan cuando la clasificación por tamaños no presenta ventajas y el producto se vende a peso.
- Los embalajes en capas múltiples se utilizan para productos clasificados por tamaño y que se venden por unidades.
- Los embalajes de capas múltiples utilizados para el embalado mecánico de productos clasificados por tamaño, cuentan con bandejas de separación entre capas; el producto se vende por cajas.
- En los embalajes de una sola capa para productos de valor elevado cada pieza puede ir envuelta en papel de seda o encajada en un compartimiento de separación, el producto se vende por cajas.

Se fabrica una gran cantidad de tipos de embalaje de papel y productos derivados (cartón prensado y cartón acanalado), de madera y productos derivados (tablas y astillas prensadas) y de plásticos, tanto flexibles como rígidos. Para impedir que el propio embalaje dañe el producto durante la manipulación y el transporte, las cajas de madera o de cartón deben estar montadas correctamente; los clavos, las grapas y las astillas constituyen siempre un peligro en las cajas de madera.

Además de tener un tamaño uniforme y proteger el producto, el embalaje debe reunir otros requisitos:

1. Cuando está vacío debe ser de fácil transporte y ocupar menos espacio que cuando está lleno, como las cajas de plástico que pueden meterse unas dentro de otras cuando están vacías, las cajas de cartón abatibles y los sacos de fibra, papel o plástico.
2. Debe ser fácil de montar, de llenar y de cerrar, a mano o con una herramienta sencilla.
3. Debe permitir la ventilación del contenido durante el transporte y el almacenamiento.
4. Debe tener una capacidad acorde con la demanda del mercado.
5. Debe tener dimensiones y diseño compatibles con los medios de transporte disponibles, a fin de que pueda cargarse sobre éstos en forma ordenada y estable.
6. Debe resultar eficaz en función de los costos, teniendo en cuenta el valor de mercado del producto para el que se utilice.
7. Debe ser fácil de obtener, preferiblemente de más de un proveedor.

2.4.3.1 Tamaño y forma del embalaje

El embalaje debe tener un tamaño que facilite la manipulación y que resulte apropiado para el sistema de comercialización en el que haya de utilizarse. Es importante la relación entre el peso del embalaje y el del producto que contiene.

La forma del embalaje también es importante para conseguir la máxima capacidad y estabilidad al cargar el producto para su transporte. Los cestos redondos, ya sean cilíndricos o ahusados, tienen una capacidad considerablemente inferior a la de cajas cuadradas que ocupen el mismo espacio.

2.4.3.2 Necesidad de ventilación dentro del embalaje

Al escoger el embalaje, hay que tener presente la necesidad de mantener el contenido bien ventilado a fin de evitar la acumulación de calor y de dióxido de carbono. La ventilación del producto en su embalaje es necesaria en todas las etapas de la comercialización, pero especialmente durante el transporte y el almacenamiento. No sólo ha de estar ventilado cada contenedor, sino que también ha de circular debidamente el aire entre los sacos o las cajas apilados. Un apilamiento compacto sólo es aceptable si cada contenedor está diseñado para que el aire pueda circular libremente por su interior y a través de la pila. Los sacos y las redes deben apilarse de manera que pueda circular el aire por su interior. La eficacia de la ventilación durante el transporte dependerá también de la cantidad de aire que pase por la carga.³²

2.5 Tecnología Poscosecha

Los principales objetivos de la aplicación de una tecnología poscosecha son mantener la calidad del fruto en lo relativo al aspecto, textura, sabor y valor nutritivo, conservar la inocuidad del alimento y reducir las pérdidas a lo largo de la cadena de suministro, desde la recolección hasta el consumo.

Las causas principales de las pérdidas poscosecha de los cultivos tropicales entre los cuales se encuentra la guayaba son:

- Daños mecánicos causados por una mala manipulación a lo largo de la cadena de suministro.
- Pérdida de humedad por evaporación y transpiración.
- Envejecimiento prematuro y muerte del tejido por interrupción de la tasa metabólica en un almacenamiento a temperatura superior a la óptima o muy baja.
- Corta vida en almacén debido a la biosíntesis de etileno.
- Podredumbre y roña a causa de la invasión de elementos patógenos en las frutas dañadas.

En general, los sistemas poscosecha consisten en diversas operaciones relacionadas entre sí que incluyen principalmente la manipulación del producto desde la recolección, embalaje, transporte, almacenamiento, envasado y empaquetado, hasta la manipulación en el lugar de destino. A lo largo de los distintos componentes del sistema se incluyen operaciones que implican un control de la temperatura y la humedad relativa, así como la lucha contra la podredumbre y los insectos.

Las deficiencias y la insuficiencia de los servicios en la manipulación, transporte, almacenamiento y comercialización poscosecha pueden causar pérdidas de frutas y hortalizas que pueden representar del 20 al 40 por ciento. Es evidente que las pérdidas poscosecha pueden influir en la situación nutricional de la población y en la economía del país.

Como el fruto de guayaba tiene un exocarpio muy sensible se pueden producir pérdidas poscosecha en la manipulación ocasionando magulladuras, al exponerlo al sol directamente porque puede escaldarse y al almacenarlo a temperaturas demasiado bajas ya que se produce debilitamiento de los tejidos a causa de su incapacidad de llevar a cabo los procesos metabólicos normales.³³

En general, en la tecnología poscosecha se hace hincapié en la reducción de la tasa de maduración, la reducción de daños mecánicos para impedir la entrada de patógenos, los requisitos de almacenamiento y un envasado adecuado para el mercado de exportación. Se han utilizado productos químicos, así como varias técnicas dentro de las que se encuentran la irradiación, el preenfriamiento, el choque térmico, el uso de calcio y almacenamiento para aumentar la vida de anaquel del fruto.³⁴

2.6 Choque térmico

El Choque térmico se refiere a la exposición del fruto a altas temperaturas por períodos cortos, este puede prevenir el desarrollo de los síntomas de daño por frío y extender la vida útil de los productos. El daño por frío es ocasionado por la exposición a temperaturas bajas y más altas que la temperatura de congelación. Los daños se caracterizan por debilitamiento de los tejidos a causa de su incapacidad de llevar a cabo los procesos metabólicos normales, siendo los síntomas comunes: decoloración interna y externa, puntilleo superficial, incremento en pérdidas de peso, incremento del deterioro y comportamiento pobre en la maduración.

Por efecto del choque térmico se induce la formación de las proteínas de choque térmico (HSP) que tienen la finalidad de proveer termotolerancia al fruto. La tolerancia de las frutas tratadas por calor a las bajas temperaturas ha sido relacionada a la síntesis y persistencia de niveles aumentados de este tipo de proteínas. Se ha demostrado que las HSP participan en la estabilización de proteínas y membranas, ayudando en el proceso de replegamiento proteico bajo situaciones de estrés. La respuesta celular inducida puede brindar protección contra el daño potencial ocasionado por diferentes tipos de estrés posteriores. Por lo tanto, la capacidad de síntesis de este tipo de proteínas podría ser utilizada como criterio para la selección de variedades para futuras estrategias de control.³⁵

En estudios recientes en mandarinas de Satsuma se demostró que la aplicación de tratamientos calientes, incluyendo la inmersión en agua caliente (50-54°C) extiende la vida en anaquel de las mandarinas de Satsuma y disminuye las lesiones por frío.³⁶

2.7 Calcio

El calcio tiene la capacidad de disminuir la permeabilidad de las membranas celulares, reducir la absorción de agua y aumentar la firmeza de la pulpa, actúa en las paredes celulares como puente intermolecular, uniendo moléculas de pectina con polisacáridos y proteínas, formando estructuras complejas de tipo pectocelulósico que fortalecen y dan rigidez a los tejidos vegetales. En la lámina media confiere firmeza a los frutos, al unirse al complejo de proteínas y pectinas formando pectatos cálcicos que actúan de cementantes de las células, protegiéndolas de la desintegración y reblandecimiento de las paredes celulares.³⁷

La petaca es un desorden fisiológico que produce daño en la corteza de los limones y estudios recientes demostraron que el tratamiento poscosecha con CaCl_2 al 1% evita el desarrollo de petaca en los limones. En manzanas se han descrito desordenes fisiológicos, similares a los del limón, producto de un desbalance en el equilibrio del calcio y se ha comprobado que al aumentar el nivel de Calcio en tratamientos poscosecha es posible aumentar la firmeza de la fruta, controlar la respiración, reducir la producción de etileno y reducir la pudrición de la fruta por *Penicillium expansum*.³⁸

El ablandamiento de frutos ocasiona grandes pérdidas comerciales. Las causas del ablandamiento son debidas a cambios en la estructura de las moléculas pecticas de la pared celular durante la maduración. En estudios realizados con mango se observó que el tratamiento de CaCl_2 al 10% prolongó la vida útil del fruto y permitió la maduración de los frutos luego del periodo de almacenamiento en refrigeración.³⁹

2.7 Almacenamiento

El almacenamiento en refrigeración es recomendado para muchos productos perecibles porque retrasa: la actividad metabólica, el envejecimiento, la pérdida de humedad y el estropeo debido a la invasión por bacterias, hongos y levaduras. Un aumento en la temperatura acelera la actividad metabólica y acorta la vida útil del fruto.⁴⁰ Existen diferentes formas de almacenamiento, cuya elección dependerá de su costo y aplicabilidad.⁴¹

El fruto debe ser almacenado a la mínima temperatura tolerada (5 – 8°C), a esta temperatura, el fruto se mantiene saludable por 4 o 5 semanas, temperaturas menores pueden provocar entumecimiento del fruto, actualmente se aplican métodos para controlar la temperatura y alargar la vida del fruto, esto se logra controlando la composición de los gases usando antioxidantes de manera que actúe el dióxido de carbono y se aminore la cantidad de oxígeno logrando almacenar el fruto a una atmósfera hipobárica (presión a menos de una unidad barométrica).⁴²

Unas prácticas adecuadas de almacenamiento incluyen el control de la temperatura, de la humedad relativa, de la circulación del aire y del espacio entre las cajas para una ventilación adecuada, así como evitar una mezcla de artículos incompatibles.⁴³

A continuación se ilustra un esquema de un almacén de frutas.



Fig. 2.7 Cámara frigorífica para almacenar frutas

2.9 Factores que alteran la calidad del producto

Existen varios factores biológicos y ambientales que afectan gravemente a los límites naturales de la vida de todos los productos frescos después de la recolección. Entre ellos se encuentran:

- a) Temperatura: Esta directamente relacionada con los procesos enzimáticos que son los activadores de la respiración. La actividad enzimática provoca incrementos en la tasa respiratoria de 2 a 2.5 veces por cada 10°C de aumento en la temperatura hasta los 25 y 30°C. A temperaturas más elevadas los incrementos en la tasa respiratoria son lentos debido a la desnaturalización de las enzimas y a temperaturas muy bajas las tasas son disminuidas drásticamente. En la respiración se emplean los sustratos almacenados en el producto, se consume oxígeno del entorno y se producen CO₂, agua y calor, lo cual desemboca en una acción de autoconsumo.

- b) Perdida de agua: La mayoría de los productos frescos presentan contenidos de agua superiores al 85% y esta se pierde principalmente en estado de vapor a través de heridas en temperaturas elevadas.

La mayor concentración de vapor de agua está localizada en el producto y siempre que exista un diferencial de concentración de vapor entre el aire y el espacio intracelular en un producto, se ejerce una fuerza impulsora que va a mover el vapor de agua desde un espacio mas concentrado a uno menos concentrado, por tanto el producto tiende a perder agua.

- c) Microorganismos: El deterioro del producto fresco puede ser por el ataque de organismos patógenos, que con un rápido manejo y pronta reducción de la temperatura minimizan su desarrollo. El efecto inhibitorio depende de los organismos en cuestión.

- d) Daño físico: Los daños sufridos durante la cosecha y la manipulación posterior inducen perdidas de agua a través de heridas en la superficie del producto, facilitan el ingreso de patógenos, aceleran la respiración y la producción de etileno causando una maduración más rápida y una vida útil reducida.

- e) Daño por frío: Es ocasionado por la exposición a temperaturas bajas y más altas que la temperatura de congelación. Los frutos tropicales están sujetos a este daño fisiológico cuando se exponen a temperaturas inferiores de 10°C. Los daños se caracterizan por debilitamiento de los tejidos a causa de su incapacidad de llevar a cabo los procesos metabólicos normales, siendo los síntomas comunes: decoloración interna y externa, puntilleo superficial, incremento en perdidas de peso, incremento del deterioro, comportamiento pobre en la maduración y perdida de habilidad para sintetizar compuestos aromáticos típicos.⁴⁴

III. OBJETIVO GENERAL

Determinar la evolución de la calidad química de frutos de guayaba tratados con Calcio y choque térmico almacenados en frigorífico y transferidos a temperatura ambiente.

IV. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1.-Establecer los tratamientos con CaCl_2 y choque térmico sobre el fruto de guayaba.
- 2.-Almacenar en frigorífico a los frutos de guayaba estableciendo los tiempos de mercadeo.
- 3.-Transferir los frutos de guayaba de su almacenamiento en frigorífico a temperatura ambiente.
- 4.-Determinar la calidad química de frutos de guayaba transferidos a temperatura ambiente.

V. MATERIALES Y METODOS

Diagrama del proceso:

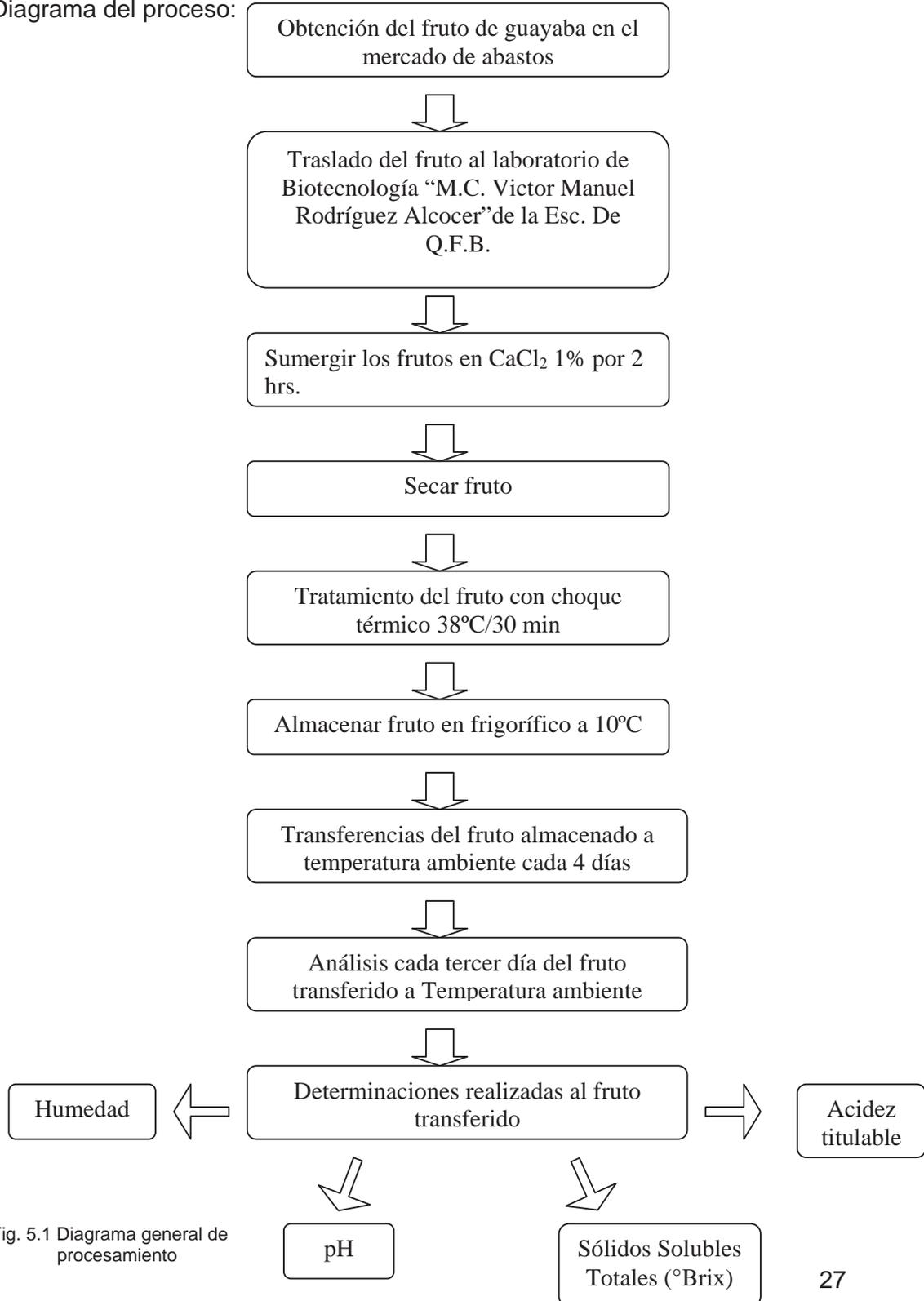


Fig. 5.1 Diagrama general de procesamiento

5.1 Características del fruto de guayaba (*Psidium guajava*)

La guayaba es un fruto comestible, redondo o en forma de pera, tiene una corteza delgada y delicada color verde pálido a amarillo; una pulpa cremosa de color blanca o naranja-salmón y con muchas semillas de constitución dura, llega a pesar de 60 a 500 gramos y mide de 4-12 cm de longitud y de 4-7cm de diámetro, según la variedad. Su sabor es agridulce y es rico en vitaminas A, B y C.⁴⁵

5.2 Manejo del producto

El fruto de guayaba fue adquirido en el mercado de Abastos en un estado de maduración verde durante el mes de mayo y fue transportado en cajas de empaque al laboratorio de Biotecnología “M.C. Victor Manuel Rodríguez Alcocer” de la escuela de Q.F.B evitando provocar daños mecánicos por manejo del fruto.

Una vez en el laboratorio el fruto fue seleccionado separando y desechando los frutos dañados, se ordenó en 8 grupos de 100 frutos cada uno.

5.3 Tratamiento de Cloruro de Calcio.

Cada grupo de 100 frutos de guayaba se colocó por inmersión en cubetas con solución de cloruro de calcio al 1% por 2 horas. Agotado el tiempo en la solución de cloruro de calcio el fruto se secó uno por uno con unas pequeñas toallas.

5.4 Tratamiento por Choque Térmico.

Una vez concluido el tratamiento de calcio, el fruto se introdujo en una cámara climática marca Labline Biotronette Mark III, modelo 845 NR de forma manual colocando el fruto sobre las 2 parrillas y extendiéndolo en toda su superficie para efectuar el choque térmico, donde se expuso el fruto a una temperatura de $38^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 30 minutos. Las puertas de la cámara se mantuvieron cerradas para evitar el escape de calor.

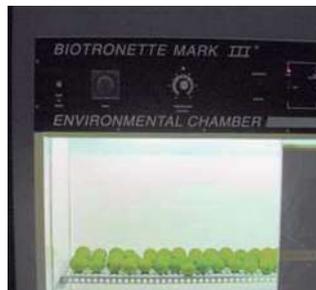


Fig. 5.2 Cámara climática para efectuar choque térmico

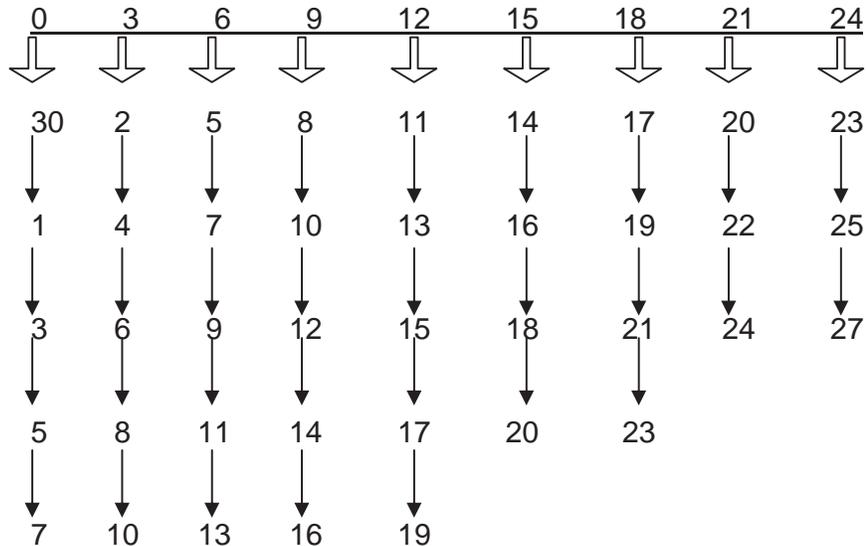
5.5 Almacenamiento en refrigeración.

Terminado el tiempo de exposición a choque térmico el fruto fue colocado en refrigeradores marca Mabe a una temperatura de 10°C y una humedad relativa de 85-90%, se colocaron sobre las parrillas de manera manual dividiéndolos en 4 grupos con 234 frutos cada uno y marcados por el número de repetición.

5.6 Transferencias del fruto a temperatura ambiente.

Las transferencias del fruto a temperatura ambiente se realizaban cada 4 días con un monto de 30, 24 o 18 frutos cada una, tal como se ve en el cuadro 5.1

Cuadro 5.1 TRANSFERENCIAS DEL FRUTO



5.7 Diseño de experimento

Diseño experimental: Completamente al azar con 3 repeticiones

Tiempo de almacenamiento: 0,3,6,9,12,15,18,21,24

Transferencias: cada 4 días

Evaluaciones: cada tercer día 6 guayabas

5.8 Unidad experimental

La unidad experimental consistió de un lote de 234 frutos de guayaba en estado de maduración verde para cada repetición de los cuales se tomaba un total de 30 frutos para las primeras 5 transferencias a temperatura ambiente, 24 frutos para las 2 siguientes transferencias a temperatura ambiente y 18 frutos para las 2 ultimas transferencias a temperatura ambiente y de ahí se realizaron las pruebas químicas cada tercer día con 6 frutos de guayaba (3 para humedad y 3 para pH, °Brix y acidez titulable).

5.9 Variables evaluadas

5.9.1 Grados Brix

Los sólidos solubles totales se determinaron a través de un refractómetro manual (rango 0 – 32°Bx). Para tal fin, se extrajo el jugo de 3 guayabas tomadas al azar por cada tiempo de evaluación, del jugo extraído se tomó una gota y se colocó en el prisma del refractómetro. La lectura se realizó en forma directa observando a través del ocular sobre la escala interna.

La técnica utilizada para la determinación de sólidos solubles totales se basa en la NMX-FF-015-1982 que se encuentra en el anexo No. 4.

5.9.2 pH

Para la determinación de pH se utilizó el jugo extraído en la evaluación de Sólidos Solubles Totales. La lectura se hizo mediante un potenciómetro 530 marca Corning Pinnacle, el cual fue calibrado con solución buffer de pH 4 y pH 7 para posteriormente introducir el electrodo dentro del vaso de precipitado con la muestra contenida y se realizó la lectura correspondiente.

5.9.3 Acidez titulable

La acidez titulable fue determinada por titulación con una solución de NaOH 0.1 N. Esta fue valorada con una solución de ácido clorhídrico 0.1 N. Para la determinación de la acidez, se tomaron 2.5g de muestra del jugo obtenido de 3 guayabas y se colocaron dentro de un matraz EM de 250ml, se diluyó con 12.5ml de agua destilada se agregaron 3 gotas de fenoftaleína al 1% como indicador y se tituló con la solución de NaOH hasta obtener un viraje de color (de transparente a rosa) en la solución. La acidez se reportó como porcentaje de ácido cítrico por la siguiente ecuación:

$$\% \text{ ac. Cítrico} = V * N(\text{NaOH}) * \text{meq ac. cítrico} / \text{pm} * 100$$

Donde:

V= volumen gastado de NaOH

N= Normalidad de NaOH

meq ac cítrico= 0.07003

pm= peso de la muestra

La técnica utilizada para la determinación de acidez titulable se basa en la NMX-FF-011-1982 que se encuentra en el anexo No. 5.

5.9.4 Porcentaje de Humedad

Para la determinación de la humedad se tomaron 3 guayabas en total, las cuales fueron picadas y colocadas en una charola de aluminio, posteriormente se introdujeron en la estufa a 105 °C hasta peso constante, Se registraron los tiempos inicial y final. La diferencia de peso se expresó como porcentaje de humedad.

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

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1 Grados Brix

Los Grados Brix equivalen al contenido de azúcar y sólidos solubles (aminoácidos, fructosa, proteínas, sacarosa y vitaminas) en total contenidos en un líquido de cualquier viscosidad. Se considera para un fruto tropical un mínimo de 9 °Brix para que sea catalogado como un fruto de calidad.⁴⁶

6.1.1 Evaluación del porcentaje de sólidos solubles en frutos de guayaba en estado verde de maduración

Los Grados Brix están relacionados con la firmeza y aceptación del producto (a medida que el fruto madura el contenido de azúcares incrementa). El aumento de los sólidos solubles totales se puede atribuir a la conversión del almidón en azúcares sencillos debido a un aumento en la actividad de las enzimas hidrolasas del almidón.⁴⁷

La cantidad de sólidos solubles (°Brix) registrada durante el almacenamiento tanto a 10°C como a temperatura ambiente mostró un comportamiento de maduración natural observándose que el cambio de temperatura afecta notablemente la calidad comercial del fruto. Sin embargo se puede observar un incremento del 53% en el día 12 de almacenamiento a 10°C esto podría ser consecuencia de que los frutos analizados son diferentes en cada tiempo de evaluación pudiendo cada uno de ellos presentar variación en su composición. Así mismo para el día 24 de almacenamiento a 10°C se observa un incremento significativo durante los 4 días de almacenamiento a temperatura ambiente perdiendo su valor comercial a partir de este día, lo cual corresponde a un transcurso normal de maduración concluyendo con la senescencia del fruto.

El incremento observado en la concentración de sólidos solubles es un producto de la respiración, donde las reacciones metabólicas van degradando los azúcares de reserva (almidón) y formando azúcares sencillos como glucosa, ribosa y sacarosa, contenidos en la guayaba. El almacenamiento a 10°C afectó la estabilidad del fruto a temperatura ambiente, en el cuadro 6.1 se puede observar que el fruto no almacenado en refrigeración duro 8 días en almacenamiento a temperatura ambiente, al igual que el fruto almacenado a 10°C durante los tiempos 6, 9 y 12, observándose una pérdida consecutiva en los días siguientes hasta llegar al día 24 de almacenamiento a 10°C y tener un fruto con calidad comercial durando sólo 2 días a temperatura ambiente, sin embargo se observa en el tiempo 3 de almacenamiento a 10°C una duración de 4 días a temperatura ambiente con calidad comercial esto podría ser consecuencia de que los frutos analizados son diferentes en cada tiempo de evaluación pudiendo cada uno de ellos presentar variación en su composición.

6.2 Acidez Titulable

La acidez de la guayaba está dada principalmente por los ácidos orgánicos (en la guayaba es el ácido cítrico) que el fruto forma como consecuencia del metabolismo o el proceso respiratorio.⁴⁸

6.2.1 Evaluación del porcentaje de acidez titulable en frutos de guayaba en estado verde de maduración.

Generalmente los ácidos disminuyen en la maduración porque son sustratos respiratorios o son convertidos en azúcares. De tal forma que estos pueden ser considerados una fuente de energía y se esperaría que disminuyeran durante la actividad metabólica que se desarrolla en la maduración.⁴⁹

La concentración de ácido cítrico registrada durante el experimento fue disminuyendo como era de esperarse ya que es un sustrato respiratorio y es convertido en azúcar durante la maduración. Sin embargo para el día 12 de almacenamiento a 10°C se observa un incremento del 30% el cual puede deberse a la utilización de varios frutos a lo largo del experimento coincidiendo con el resultado obtenido en °Brix; en el día 18 de almacenamiento a 10°C también se observa un incremento del 39% durante la transferencia a temperatura ambiente.

Al igual que en °Brix el almacenamiento a 10°C afecta la estabilidad del fruto a temperatura ambiente, como se observa en el cuadro 6.2 que durante los tiempos 0, 3, 6, 9 y 12 de almacenamiento a 10°C el fruto duró 8 días a temperatura ambiente con buena calidad comercial, en los tiempos 15 y 18 de almacenamiento a 10°C duró 6 días y para los tiempos 21 y 24 sólo duró 4 días a temperatura ambiente perdiendo su calidad comercial a partir de este día.

6.3 pH

El pH es un factor básico en la conservación del fruto, aumenta debido a que existe un incremento en la velocidad de degradación de las sustancias celulosas pecticas y a pesar de su incremento se mantiene en rangos de 3.8-4.2 lo que favorece la hidrólisis de los carbohidratos polímeros debilitándose las paredes celulares lo que se traduce en pérdida de firmeza.⁵⁰

6.3.1 Evaluación del pH en frutos de guayaba en estado verde de maduración

En el cuadro 6.3 referente a los datos obtenidos en pH se observa una serie de cambios significativos tanto en almacenamiento a 10°C como a temperatura ambiente esto se debe a los cambios metabólicos ocurridos dentro de cada fruto analizado. Sin embargo, a pesar de la variación el pH se mantiene en un rango ligeramente ácido, medio que se requiere para llevar a cabo los procesos metabólicos de maduración.

Cuadro 6.1 Evaluación del porcentaje de sólidos solubles en frutos de guayaba
en estado verde de maduración

Grados Brix									
Almacenamiento 10°C	0	3	6	9	12	15	18	21	24
Almacenamiento T° amb	0	2	4	6	8				
0	9.33 ij	10.00 ghij	10.66 fghij	10.66 fghij	14.33 ab	11.00 efghij	11.66 cdefgh	12.50 bcdef	10.83 efghij
2	10.33 fghij	13.00 bcde	10.00 ghij	11.16 defghi	10.26 fghij	12.00 cdefg	11.83 cdefgh	13.66 bc	13.66 bc
4	11.00 defghij	12.00 cdefg	9.33 ij	11.00 defghij	11.00 defghij	12.50 bcdef	13.16 bcd	12.16 bcdefg	16.00 a
6	10.66 fghij	8.83 j	11.00 defghij	11.66 cdefgh	11.16 defghi	13.88 bc	10.83 efghij		
8	9.66 hij	8.83 j	10.16 ghij	11.83 cdefgh	13.50 bc				

Cuadro 6.2 Evaluación del porcentaje de acidez titulable en frutos de guayaba
en estado verde de maduración

Acidez titulable									
Almacenamiento 10°C	0	3	6	9	12	15	18	21	24
Almacenamiento T° amb	0	2	4	6	8				
0	0.72 bcdefg	0.61 fghij	0.65 defghij	0.70 bcdefghi	0.94 a	0.70 bcdefghi	0.69 bcdefghi	0.81 b	0.63 efghij
2	0.81 b	0.70 bcdefghi	0.71 bcdefgh	0.76 bcde	0.63 efghij	0.57 hij	0.96 a	0.75 bcdef	0.70 bcdefghi
4	0.78 bcd	0.72 bcdefg	0.68 bcdefghi	0.59 ghij	0.70 bcdefghi	0.71 bcdefghi	0.80 bc	0.73 bcdefg	0.70 bcdefghi
6	0.64 defghij	0.70 bcdefghi	0.74 bcdef	0.66 cdefghij	0.57 ij	0.76 bcde	0.76 bcdef		
8	0.65 defghij	0.62 efghij	0.60 ghij	0.53 j	0.52 j				

6.4 Humedad

El porcentaje de humedad presente en las células vegetales es uno de los factores principales que determinan la calidad y la vida de anaquel de los productos perecederos como la guayaba. La pérdida de agua ocurre al mismo tiempo que ocurre la respiración esto es porque al respirar el fruto produce calor que debe ser disipado o se calienta y ocasiona una disminución del peso, apariencia y elasticidad del producto.⁵¹

6.4.1 Evaluación del porcentaje de Humedad en frutos de guayaba en estado verde de maduración

Los resultados de humedad no presentaron variaciones significativas en los frutos almacenados a 10°C ni al ser transferidos a temperatura ambiente, esto se debió al equilibrio que mantenía con su entorno el cual no permitió la salida de grandes cantidades de vapor de agua.

Como se puede observar en el cuadro 6.4 a pesar de no presentar variación en la humedad durante el tiempo de almacenamiento analizado el fruto fue perdiendo calidad comercial durante los días de almacenamiento a temperatura ambiente al pasar más tiempo en almacenamiento a 10°C

Cuadro 6.3 Evaluación del pH en frutos de guayaba en estado verde de maduración

pH									
Almacenamiento 10°C	0	3	6	9	12	15	18	21	24
Almacenamiento T° amb	0	2	4	6	8				
0	3.78 opqr	4.07 bcde	3.85 lmnop	3.74 qr	3.77 pqr	3.50 t	3.74 qr	3.92 hijkl	3.82 mnopq
2	3.63 s	3.87 lmno	3.77 pqr	3.90 ijklmn	3.86 lmnop	3.92 hijkl	3.89 jklmn	3.97 fghij	4.11 bc
4	3.71 r	4.57 a	3.89 jklmn	4.15 b	3.88 klmn	3.90 ijklm	3.97 fghijk	4.01 defgh	4.00 defgh
6	3.99 efghi	3.81 nopq	3.84 lmnop	3.71 rs	3.97 fghijk	4.02 defg	3.93 ghijkl		
8	3.97 fghijk	4.08 bcde	4.06 cdef	4.08 bcd	4.11 bc				

Cuadro 6.4 Evaluación del porcentaje de Humedad en frutos de guayaba en estado verde de maduración

Humedad									
Almacenamiento 10°C	0	3	6	9	12	15	18	21	24
Almacenamiento T° amb	0	2	4	6	8				
0	78.63 a	78.29 ab	77.98 ab	76.65 abcd	77.36 abc	75.28 abcdefg	73.08 defg	74.30 bcdefg	72.94 defgh
2	78.19 ab	60.52 i	74.66 abcdefg	76.58 abcd	75.87 abcdef	73.74 cdefg	76.73 abcd	71.39 gh	73.78 cdefg
4	76.60 abcd	76.52 abcd	75.98 abcdef	75.00 abcdefg	69.01 h	73.61 cdefg	74.68 abcdefg	72.02 fgh	71.19 gh
6	76.18 abcdef	76.28 abcde	74.26 bcdefg	74.56 abcdefg	74.25 bcdefg	73.25 cdefg	73.41 cdefg		
8	72.97 defgh	74.53 abcdefg	72.79 defgh	71.59 gh	72.22 efgh				

6.5 Evaluación de los frutos tratados con CaCl_2 y choque térmico y frutos no tratados

Se compararon los resultados obtenidos de los frutos que recibieron tratamiento con los frutos no tratados y sólo se observó una disminución en la concentración de sólidos solubles ($^{\circ}\text{Brix}$) en los frutos tratados a lo largo del almacenamiento a 10°C y a temperatura ambiente, esto es porque el contenido de calcio en la pulpa tiene efecto sobre el desdoblamiento del almidón ya que confiere resistencia a los materiales de la pared celular contra el ataque de enzimas hidrolíticas.⁵² Los indicadores de acidez titulable, Humedad y pH cambiaron según el metabolismo del fruto en ambos casos igual como se puede observar en los cuadros 6.5 y 6.6 por lo que se considera que esta variación es consecuencia del almacenamiento y no de los tratamientos dados a los frutos.

Cuadro 6.5
Fruto no tratado con choque térmico y CaCl₂

Almacenamiento 10°C		0	3	6	9	12	15	18	21	24
Almacenamiento T° amb		0	3	6	9	12	15	18	21	24
0	°Brix	10	10.5	10	10.5	11	8	10	9	14
	pH	3.73	3.95	3.85	3.70	3.74	3.48	3.75	3.92	3.79
	Acidez	0.78	0.85	0.79	0.81	0.75	0.74	0.83	0.66	0.72
	Humedad	78.84	78.02	79.64	76.60	76.77	71.92	75.77	74.14	73.76
2	°Brix	11	14	8.5	8	11.5	12	13	13.5	12.5
	pH	3.66	3.76	3.75	3.92	3.84	3.87	3.88	3.91	3.94
	Acidez	0.81	0.92	0.76	0.60	0.69	0.55	0.58	0.63	0.66
	Humedad	76.48	59.87	76.93	77.21	76.94	68.97	76.82	73.58	74.27
4	°Brix	11	11	11.5	12	11	13	13	13	11
	pH	3.72	4.31	3.84	4.07	3.90	4.02	3.85	3.88	3.97
	Acidez	0.75	0.78	1.000	0.52	0.58	0.72	0.91	0.83	0.84
	Humedad	77.12	79.08	75.94	75.70	72.86	76.25	74.81	74.17	73.95
6	°Brix	13	13.5	12	13	12.5	14.5	12.5		
	pH	3.95	3.80	3.88	3.80	4.05	3.89	3.89		
	Acidez	0.76	0.78	0.71	0.69	0.61	0.61	0.80		
	humedad	75.96	74.82	76.01	74.67	75.13	73.70	73.67		
8	°Brix	11	13.5	12.5	14.5	13.5				
	pH	3.93	3.96	4.18	4.01	4.06				
	Acidez	0.68	0.93	0.68	0.58	0.58				
	Humedad	75.04	73.02	73.66	73.62	74.53				

Cuadro 6.6
Fruto tratado con choque térmico y CaCl₂

Almacenamiento 10°C		0	3	6	9	12	15	18	21	24
Almacenamiento T° amb										
0	°Brix	9.33	10.00	10.66	10.66	14.33	11.00	11.66	12.50	10.83
	pH	3.78	4.07	3.85	3.74	3.77	3.50	3.74	3.92	3.82
	Acidez	0.72	0.61	0.65	0.70	0.94	0.70	0.96	0.75	0.70
	Humedad	78.63	78.29	77.98	76.65	77.36	75.28	73.08	74.30	72.94
2	°Brix	10.33	13.00	10.00	11.16	10.26	12.00	11.83	13.66	12.66
	pH	3.63	3.87	3.77	3.90	3.86	3.92	3.89	3.97	4.11
	Acidez	0.81	0.70	0.71	0.76	0.63	0.57	0.96	0.75	0.70
	Humedad	78.19	60.52	74.66	76.58	75.87	73.74	76.73	71.39	73.78
4	°Brix	11.00	12.00	9.33	11.00	11.00	12.50	13.16	12.16	16.00
	pH	3.71	4.57	3.89	4.15	3.88	3.90	3.97	4.01	4.00
	Acidez	0.78	0.72	68	0.59	0.70	0.71	0.80	0.73	0.70
	Humedad	76.60	76.52	75.98	75.00	69.01	73.61	74.68	72.02	71.19
6	°Brix	10.66	8.83	11.00	11.66	11.16	13.88	10.83		
	pH	3.99	3.81	3.84	3.71	3.97	4.02	3.93		
	Acidez	0.64	0.70	0.74	0.66	0.66	0.57	0.76		
	humedad	76.18	76.28	74.26	74.56	74.25	73.25	73.41		
8	°Brix	9.66	8.83	10.16	11.83	13.50				
	pH	3.97	4.08	4.06	4.08	4.11				
	Acidez	0.65	0.62	0.60	0.53	0.52				
	Humedad	72.97	74.53	72.79	71.59	72.22				

VII. CONCLUSIONES

--Los tratamientos poscosecha como la activación de proteínas de choque térmico y la aplicación de Calcio ayudan a disminuir el daño por frío, a controlar la respiración, a aumentar la firmeza y a reducir la pudrición de la fruta, respectivamente.

--El tiempo máximo de almacenamiento a 10°C es de 24 días logrando obtener un fruto de buena calidad comercial.

--El tiempo máximo de almacenamiento a temperatura ambiente es de 8 días y este se ve afectado por el almacenamiento a 10°C

--Los frutos almacenados a 10°C durante un tiempo máximo de 12 días no afectan su calidad comercial al ser transferidos a temperatura ambiente.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.-Copete. 2006. Alteraciones fisiológicas por frío. Revista Frutihortícola. Informe.Argentina.
- 2.-Frutas.
<http://frutas.consumer.es/documentos/tropicales/guayaba/intro.php>
- 3.-Aspra Consultores. Abril 1996. Estudio del mercado mundial de la guayaba. ASERCA. Informe. Página 8.
- 4.-Comité de problemas de productos básicos. Grupo intergubernamental sobre el banano y las frutas tropicales. Septiembre 2005. Perdidas en la manipulación después de la cosecha. Cuarta Reunión. Ecuador.
- 5.-Dolores Raffo, Ana Paula Canda, Paula Calvo, Enrique Sánchez. 2003. Aplicaciones foliares de calcio y calidad de fruta. Revista Rompecabezas. Ensayo INTA Alto Valle. Páginas 10-15.
- 6.- Pedro Undurraga M., José A. Olaeta C., Jorge Retamales A. y Alejandra Brito P. 2006. Efecto de Inmersiones en Calcio Sobre Peteca en Limones Amarillos y Plateados, Cosechados Después de una Lluvia y Almacenados en Refrigeración. Revista Agricultura Técnica. Volumen 66. Chile.
- 7.- Pedro Undurraga M., José A. Olaeta C., Jorge Retamales A. y Alejandra Brito P. 2006. Efecto de Inmersiones en Calcio Sobre Peteca en Limones Amarillos y Plateados, Cosechados Después de una Lluvia y Almacenados en Refrigeración. Revista Agricultura Técnica. Volumen 66. Chile.
- 8.- Requisito para el Almacenamiento de Frutas y Hortalizas Frescas
http://www.sica.gov.ec/agronegocios/sistema%20valor/requisito_almacenamiento.htm
- 9.-Mario Barreiro Perera. Julio 1998. La guayaba en México. Un largo camino por recorrer. Revista Claridades Agropecuarias. Vol. 59. Pag. 3.
- 10.- Aspra Consultores. Abril 1996. Estudio del mercado mundial de la guayaba. ASERCA. Informe. Pag. 6-8.
- 11.-SAGARPA, Sistema-producto guayaba (Programa de Apoyo al Fortalecimiento del Sistema Producto Guayaba, 2004).
- 12.- Mario Barreiro Perera, Julio 1998, La guayaba en México. Un largo camino por recorrer, revista Claridades Agropecuarias, pag. 4
- 13.-SAGARPA, Sistema-producto guayaba
http://w4.siap.sagarpa.gob.mx/sispro/SP_AG/sp_guayaba.html

- 14.-SAGARPA, Sistema-producto guayaba
http://w4.siap.sagarpa.gob.mx/sispro/SP_AG/sp_guayaba.html
- 15.-Familia Myrtaceae
<http://www.arbolesornamentales.com/Myrtaceae.htm>
- 16.- Frutas
<http://frutas.consumer.es/documentos/tropicales/guayaba/intro.php>
- 17.-Guayabo, guayabos, guayaba, guayabas, guayabero. Psidium guajava
<http://www.infojardin.com/Frutales/fichas/guayabos-guayabas-guayabero-psidium-guayava.htm>
- 18.-Frutas tropicales
<http://huitoto.udea.edu.co/FrutasTropicales/guayaba.html>
- 19.-Luis Bonilla. 1997. Cultivo de guayaba. Fundación de desarrollo Agropecuario. Boletín técnico No. 8. Pag. 3.
- 20.-Cañizares A.D. Laverde y R. Puesme. 2003. Crecimiento y desarrollo del fruto de guayaba. Revista Científica UDO Agrícola. Vol. 3. Pags. 34-38. Venezuela.
- 21.-Frutas tropicales
<http://huitoto.udea.edu.co/FrutasTropicales/guayaba.html>
- 22.- Frutas
<http://frutas.consumer.es/documentos/tropicales/guayaba/intro.php>
- 23.-Guava. Psidium guajava
<http://www.ocati.com/productos/guayaba/guayaba.htm>
- 24.-Norma del codex para la guayaba. Codex stan 215-1999
- 25.-Guayaba. Perfil técnico
<http://www.proexant.org.ec/Manual%20de%20Guayaba.html>
- 26.-Aspectos generales. Fisiología de la fruta
www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ac304s/ac304s01.htm#24
- 27.-Guayaba. Perfil técnico
<http://www.proexant.org.ec/Manual%20de%20Guayaba.html>
- 28.-Aspectos generales. Fisiología de la fruta
<http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ac304s/ac304s01.htm#24>
- 29.-Guayaba. Perfil técnico
www.proexant.org.ec/Manual%20de%20Guayaba.html

- 30.-Guayaba. Perfil técnico
<http://www.proexant.org.ec/Manual%20de%20Guayaba.html>
- 31.-Guayaba
www.proexant.org.ec/Manual%20de%20Guayaba.html
- 32.-Embalado de la fruta, las hortalizas, las raíces y los tubérculos. FAO
<http://www.fao.org/docrep/T0073S/T0073S05.htm#Contents>
- 33.- Adel A. Kader, Clara Pelayo. 2002. Guayaba, Recomendaciones para Mantener la Calidad Postcosecha. Informe. Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma. México.
- 34.-Comité de problemas de productos básicos. Grupo intergubernamental sobre el banano y las frutas tropicales. Septiembre 2005. Perdidas en la manipulación después de la cosecha. Cuarta Reunión. Ecuador.
- 35.-Copete. Noviembre 2006. Alteraciones fisiológicas por frío. Revista frutihortícola. Informe. Argentina.
- 36.-Dolores Raffo, Ana Paula Canda, Paula Calvo, Enrique Sánchez. 2003. Aplicaciones foliares de calcio y calidad de fruta. Revista Rompecabezas. Ensayo INTA Alto Valle. Pags. 10-15.
- 37.- Pedro Undurraga M., José A. Olaeta C., Jorge Retamales A. y Alejandra Brito P. 2006. Efecto de Inmersiones en Calcio Sobre Peteca en Limones Amarillos y Plateados, Cosechados Después de una Lluvia y Almacenados en Refrigeración. Revista Agricultura Técnica. Volumen 66. Chile.
- 38.-Jesus Antonio Galvis, Harvey Arjona y Gerhard Fischer. 2003. The effects of applying calcium chloride solution (CaCl₂) on Van Dyke mango fruit (*Mangifera indica* L.) storage life and quality. Revista Agronomía Colombiana. Volumen 21. Pags. 190-197. Colombia.
- 39.- Requisito para el Almacenamiento de Frutas y Hortalizas Frescas
http://www.sica.gov.ec/agronegocios/sistema%20valor/requisito_almacenamiento.htm
- 40.-Almacenamiento de frutas y hortalizas frescas
<http://www.fao.org/docrep/x5056S/x5056S03.htm>
- 41.-Guayaba. Perfil técnico
<http://www.proexant.org.ec/Manual%20de%20Guayaba.html>
- 42.-Almacenamiento. FAO
www.fao.org/Wairdocs/X5403S/x5403s0a.htm

43.-Rol de la temperatura en el almacenamiento de productos frescos
http://www.mercanet.cnp.go.cr/Calidad/Poscosecha/Gu%C3%ADas_T%C3%A9cnicas/documentospdf/Almacenamiento.pdf

44.-Frutas

www.frutas.consumer.es/documentos/tropicales/guayaba/intro.php

45.- Arturo Silva Moreno. Mayo 2004. Efecto de la temperatura sobre la calidad química de frutos de guayaba en tres estados de maduración. Tesis de Licenciatura QFB, UMSNH.

46.-Cañizares a., D. Laverde y R. Puesme. 2003. Crecimiento y desarrollo del fruto de guayaba en Santa Bárbara Venezuela. Revista Científica Agrícola. Volumen 3. Pags. 34-38. Venezuela.

47.- Arturo Silva Moreno. 2004. Efecto de la temperatura sobre la calidad química de frutos de guayaba en tres estados de maduración. Tesis de Licenciatura QFB, UMSNH.

48.- Cañizares a., D. Laverde y R. Puesme. 2003. Crecimiento y desarrollo del fruto de guayaba en Santa Bárbara Venezuela. Revista Científica Agrícola. Pags. 34-38. Venezuela.

49.-Laguado, Marin, Arenas y Castro de R. 1998. Relación entre variables indicadoras de maduración de frutos de guayabo. Rev. Fac. Agron. Vol. 15. Pags. 1-6. Venezuela.

50.-Frutas. Materias primas

www.mundohelado.com/materiasprimas/frutas/frutas04.htm

51.- Jesus Antonio Galvis, Harvey Arjona y Gerhard Fischer. 2003. The effects of applying calcium chloride solution (CaCl_2) on Van Dyke mango fruit (*Mangifera indica* L.) storage life and quality. Revista Agronomía Colombiana. Volumen 21. Pags. 190-197. Colombia.

52- Jesús Antonio Galvis, Harvey Arjona y Gerhard Fischer. Noviembre de 2003. Efectos de la aplicación de soluciones de cloruro de calcio sobre la vida de almacenamiento y la calidad del fruto de mango. Rev. Agronomía Colombiana. Vol. 21. Pag. 190-197. Colombia.

53.-Maria Luisa Castello, Martha Igual, Pedro Jose Fito, Amparo Chiralt. 2002. Efecto de los tratamientos osmóticos con calcio en la estabilidad de rodajas en manzana almacenadas. Ensayo. Instituto de tecnología de alimentos para el desarrollo y departamento de tecnología de alimentos. Pag 1-5. España.

- 54.-Ana Carla K. Sato, Eliana J. Sanjinéz-Argandoña, Rosiane L. Cunha. 2006. The effect of addition of calcium and processing temperature on the quality in syrup. *International Journal of Food Science and Technology*. Vol. 41.Pags 417-424. Brasil
- 55.- Jorge Alberto Osuna Garcia/JA Beltran/Victor Vazquez Valdivia. 2005. Efecto del 1-metilciclopropeno (1-MCP) sobre el comportamiento Postcosecha del aguacate "Hass". *Revista Fitotecnia Mexicana*. Vol. 28. No. 001. Pag. 1-8. México.
- 56.- Glady Castellano, Osmar Quijada, Raul Ramirez, Ender Sayazo. 2000. Efecto de la fertilización con calcio en precosecha sobre la calidad de la fruta de guayaba (*Psidium guajava* L.). Instituto Nacional de investigaciones agrícolas. Venezuela. Proyecto FONTAGRO.
- 57.-F. Yildiz, P. Kinay, M. Yildiz, F. Sen and I. Karacali. 2005. Effects of preharvest applications of CaCl₂, 2,4-D and benomyil and posharvest hot water, yeast and fungicide treatments on development of decay on Satsuma mandarins. *Phytopathology*.VOL. 153. Pag 94-98. Berlin
- 58.-Rosa Ma. Urueta Parra. Efecto del calcio aplicado en poscosecha sobre la firmeza de frutos de guayaba en estado verde de maduración. Tesis de Licenciatura Q.F.B. UMSNH.
- 59.-Dolores Vargas, Marcos Soto, E. Mark Engleman. Agosto 2005. Kinetics of accumulation and distribution of flavonoids in guava (*Psidium guajava* L.). *Revista Agrociencia*. Volumen 40. No. 1. Pags. 109-115. México.
- 60.-Maria Aparecida Lima, Jose Fernando Durigan. Agosto 2002. Reguladores vegetais na conservacao pós-colheita de goiabas paluma. *Revista brasileira de fruticultura*. Volumen 24. No. 2. Brasil.
- 61.-www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-040-2002.PDF
- 62.-www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-103-1982.PDF
- 63.-<http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-015-1982.PDF>
- 64.-<http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-011-1982.PDF>
- 65.-Carolina Daniela Galetto, Roxana Andrea Verdín, Susana Elizabeth Zorrilla. Año 2000. Congelación de frutillas por inmersión en soluciones de cloruro de calcio, influencia sobre la textura y los componentes estructurales. Ensayo de la Facultad de ciencias bioquímicas y farmacéuticas. Pag 1-5.
- 66.-Daniel Saborío Argüello, Marco Vinicio Sáenz Murillo, Felipe Arauz Cavallini. 1997. Efecto del calcio en aplicaciones precosecha según la severidad de antracnosis (*colletotrichum gloesporiorides* (Penz.) Sacc.) y la calidad de frutos de *Papaya* (*Carica papaya* L.). Informe.

67-Cosecha de la guayaba

http://biblioteca.senavirtual.edu.co/exlibris/aleph/u16_1/alephe/www_f_spa/icon/19296/cd/html/mod2.htm

68.-Proyecto del mes: guayaba. Año 2005.

<file:///G:/articulos%20tesis/guayaba%20articulo.htm>

69.- Laguado, Marin, Arenas, Castro de R. 1998. Relación entre variables indicadoras de maduración de frutos de guayabo. Rev. Fac. Agron. Vol. 15. Pags. 1-6. Venezuela.

70.- Luis F. Román Moreno y Marco Antonio Gutiérrez Coronado. Marzo 1998. Evaluación de ácidos carboxílicos y nitratos de calcio para incrementar calidad, cantidad y vida de anaquel en 3 tipos de melón. Ensayo del Instituto tecnológico de Sonora. Pag 1-6.

IX. ANEXOS

Anexo 1

NMX-FF-040-2002. PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS PARA CONSUMO HUMANO. FRUTA FRESCA. GUAYABA (*Psidium guajava* L.).

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Mexicana establece las especificaciones mínimas de calidad que debe cumplir la guayaba (*Psidium guajava* L.) de la familia de las Mirtáceas, para ser comercializado y consumido en estado fresco en territorio nacional, después de su acondicionamiento y envasado. Se excluye la guayaba para procesamiento industrial.

2 DEFINICIONES

Para los efectos de la presente Norma, se aplican los términos establecidos en la Norma Mexicana NMX-FF-006, además de complementarse con lo indicado a continuación:

2.1 Guayaba: Fruto de forma globosa, ovoide o piriforme, de color amarillo-verdoso en su exterior o amarillo claro en plena madurez. La pulpa es de color blanco amarillento, rosado o rojo, con sabor dulce o ácido y aromático, las semillas son numerosas y amarillas. Esta fruta pertenece a la familia de las Mirtáceas, del género *Psidium* y especie *guajava*.

2.2 Guayaba china: Es el fruto que tiene todas las características definidas en los incisos 3 y 3.1 además de ser de tamaño pequeño, globosa, achatada de los polos, generalmente con mucha firmeza, gran cantidad de semillas, pericarpio grueso y piel delgada.

2.3 **Guayaba media china:** Es el fruto que tiene todas las características definidas en los incisos 3 y 3.1 además de ser de tamaño grande, de redonda a ovoide y un número menor de semillas y pericarpio grueso y firme.

2.4 **Guayaba en estado sazón:** Parte del período de maduración de la guayaba en el que generalmente adquiere una coloración verde alimonada la cual, en condiciones apropiadas, puede seguir transformándose y alcanzar la madurez de consumo.

2.5 **Calidad superior:** Es aquella que presenta la mejor apariencia en cuanto a la forma, el desarrollo, madurez y coloración típicas de la variedad, que están libres de defectos salvo aquellos superficiales muy leves, siempre y cuando no afecte el aspecto general del producto, la calidad y la conservación y que cumple con un proceso de selección muy riguroso.

2.6 **Buena calidad:** Es aquella que presenta un buen aspecto general del producto, con leves defectos tales como raspaduras, rozaduras, costras, manchas o quemaduras de sol, siempre y cuando no afecten la calidad y la conservación y que cumple con un proceso de selección riguroso.

3 DESIGNACIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL PRODUCTO

3.1 **Designación:** La guayaba es el fruto perteneciente a la familia de las Mirtáceas del género *Psidium* y especie *guajava* de forma esférica, ovoide o piriforme, de color amarillo-verdoso y amarillo claro cuando está maduro; la pulpa puede ser de color blanco amarillento, rosado o rojo, de sabor desde dulce hasta ácido y aromático, con semillas de color amarillo con diferentes tonalidades, según la variedad.

3.2 **Clasificación:** Las guayabas se clasifican por calidad y tamaño, en las siguientes tres categorías:

- Extra
- Primera
- Segunda

4 ESPECIFICACIONES

4.1 Requisitos mínimos generales: En todas las categorías y sin perjuicio de las disposiciones especiales establecidas para cada una de ellas y de las tolerancias admitidas, las guayabas deben cumplir las siguientes especificaciones:

- Enteras;
- De consistencia firme;
- Sanas, excluyendo todo producto afectado por podredumbre o que esté deteriorado de tal manera que no sea propio para el consumo;
- Limpias, prácticamente exentas de materia extraña visible;
- Ser de forma, color, sabor y olor característico de la variedad o tipo comercial;
- Prácticamente exentas de manchas;
- Prácticamente exentas de imperfecciones marcadas;
- Prácticamente exentas de daños causados por plagas o enfermedades;
- Exentas de humedad exterior anormal; salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica, y
- Exentas de cualquier olor y/o sabor extraño.

4.1.1 El fruto debe estar lo suficientemente desarrollado y presentar un estado de madurez fisiológica satisfactorio que permita la continuación del proceso de maduración hasta alcanzar la madurez comercial o de consumo, así como resistir las prácticas de manejo y transporte y llegar a su destino en condiciones satisfactorias para su comercialización.

4.2 Requisitos por grados de calidad: Las guayabas objeto de esta Norma, además de las especificaciones indicadas anteriormente, deben cumplir con las siguientes especificaciones, según su grado de calidad.

4.2.1 Extra: Las guayabas de esta categoría deben ser de calidad superior y representativas de la variedad y/o tipo comercial. Además de satisfacer los requisitos de madurez, las guayabas no deben superar las tolerancias establecidas para las mismas. No deben tener defectos, salvo superficiales muy leves, siempre y cuando no afecten el aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el empaque.

4.2.2 Primera: Las guayabas de esta categoría deben ser de buena calidad y representativas de la variedad y/o tipo comercial. Además de satisfacer los requisitos de madurez, las guayabas de esta categoría no deben superar las tolerancias establecidas para la misma. Pueden presentar los siguientes defectos leves, siempre y cuando no afecte el aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el empaque:

- Defectos leves de forma y color;
- Defectos leves en la piel, como raspaduras, quemaduras de sol, costras, manchas u otros que sean superficiales y que no excedan de 0,25 cm² de la superficie total, y
- Los defectos no deben dañar en ningún caso a la pulpa de la fruta.

4.2.3 Segunda: Esta categoría comprende las guayabas que no pueden clasificarse en las categorías anteriores, pero satisfacen los requisitos mínimos detallados en el inciso

4.1. Además de satisfacer las especificaciones de madurez, las guayabas no deben superar las tolerancias establecidas para la misma. Se permiten los siguientes defectos, siempre y cuando las guayabas conserven sus características esenciales en lo que respecta a su calidad, estado de conservación y presentación:

- Defectos de forma y color, siempre y cuando el producto tenga las características comunes de la guayaba;
- Defectos en la piel debido a raspaduras, quemaduras de sol, costras, manchas u otros que no excedan de 10 % de la superficie total, y

--Los defectos no deben dañar en ningún caso a la pulpa de la fruta.

El lote que no cumple con los requisitos que establece esta categoría, se considera como "No clasificado".

4.3 Madurez: Las guayabas deben presentar un grado de madurez fisiológica o punto (estado) sazón mínimo, el cual se alcanza cuando los sólidos solubles totales (azúcares) no son menores del 12 % y la acidez titulable no mayor a 10 %.

4.4 Por tamaño: El tamaño de la guayaba se determina por el diámetro ecuatorial de cada fruto de acuerdo con la Cuadro 9.1

Cuadro 9.1
Determinación de la guayaba por su diámetro ecuatorial

Letra de referencia	Intervalo de diámetro ecuatorial (cm)	
A	5,0	o mayor
B	4,0	- 4,9
C	3,0	- 3,9
D	menor	de 2,9

4.5 Tolerancias: En cada envase se permiten tolerancias en lo referente a la calidad y tamaño, para los productos que no satisfagan los requisitos de la categoría indicada.

Las tolerancias se calculan en porcentaje del lote, en número o en peso como se indica a continuación:

4.5.1 De calidad

4.5.1.1 Extra: Se permite hasta 5 % en número o en peso de guayabas que no satisfagan los requisitos de esta categoría, pero que satisfagan los de la categoría primera.

4.5.1.2 Primera: Se permite hasta 10 % en número o en peso de guayabas que no satisfagan los requisitos de esta categoría, pero que satisfagan los de la categoría segunda.

4.5.1.3 Segunda: Se permite hasta 10 % en número o en peso de guayabas que no satisfagan los requisitos de esta categoría, pero que satisfagan las especificaciones mínimas establecidas en el inciso 5.1 de esta Norma.

4.5.2 De tamaño: Se permite una variación de hasta 5 % para las guayabas de calidad extra y 10 % para las categorías primera y segunda. Esta variación se medirá en número o en peso de guayabas que no satisfagan los requisitos relativos al tamaño.

5 MUESTREO

Para efectuar la verificación de las especificaciones del producto objeto de esta Norma, el muestreo del producto debe realizarse de común acuerdo entre el proveedor y el comprador.

6 MARCADO, ETIQUETADO, ENVASE Y EMBALAJE

6.1 Marcado o etiquetado

Cada envase debe llevar, mediante impresión o etiqueta, en letras agrupadas en el mismo lado, con caracteres legibles, indelebles y visibles desde el exterior, las indicaciones siguientes:

- Nombre y domicilio o identificación reconocida del productor, empacador, o importador;
- Nombre del producto;
- Origen del producto (región y país de origen), e
- Identificación.
- .-Grado de calidad;
- Código de tamaño;
- Contenido neto en kilogramos (kg) al envasar, y
- Sello de inspección (opcional).

6.2 Envase

6.2.1 El contenido de cada envase debe ser homogéneo compuesto por guayabas del mismo origen, tipo, calidad y tamaño.

6.2.2 La parte visible del contenido del empaque debe ser representativo del total.

6.2.3 Los envases deben satisfacer las características de calidad, higiene, ventilación y resistencia para asegurar el manejo, transporte y conservación adecuada del producto.

6.2.4 El uso de materiales, especialmente papel, cartón o sellos, que lleven especificaciones comerciales está permitido, siempre y cuando la impresión o el etiquetado se realice con tintas o pegamentos no tóxicos. Los envases pueden ser de cartón u otro material conveniente, de las dimensiones que se adapten a las necesidades de transportación nacional e internacional, según el caso.

6.2.5 Los envases que se utilizan comúnmente para la guayaba se muestran en el cuadro 9.2

Cuadro 9.2
Envases

Tipo de envase	Material	Dimensiones exteriores			Masa del producto por envase
		Largo cm	Ancho cm	Alto cm	
Caja	Cartón	40	30	20*	10 Kg
Caja	Otros	40	30	20*	10 Kg

NOTA.-* Se ajustará de acuerdo a la altura de la tarima (ballet) que se utilice, siempre que la caja contenga 10 Kg.

7 HIGIENE E INOCUIDAD

Con relación a los aspectos sanitarios, fitosanitarios y de inocuidad alimentaria, se debe dar cumplimiento a las Normas y disposiciones legales que existan o se establezcan al respecto

ANEXO 2

Cuadro 9.3 Causas de pérdidas más comunes durante la cosecha y postcosecha de frutas.

Cosecha	<ul style="list-style-type: none"> - Personal no calificado - Estado de madurez inadecuado - Selección deficiente del producto - Cajas cosecheras inapropiadas - Daño mecánico - Momento inoportuno de cosecha - Período excesivo de cosecha - Exposición del producto al sol - Permanencia excesiva del producto cosechado en el campo - Condiciones sanitarias deficientes
Transporte al centro de empaque	<ul style="list-style-type: none"> - Vehículos inadecuados - Caminos en mal estado - Acomodo inadecuado del producto - Producto desprotegido
Preparación del producto	<ul style="list-style-type: none"> - Infraestructura y equipos deficientes - Selección inadecuada - Daño mecánico por manipuleo inadecuado o excesivo - Empaque inapropiado - Falta de enfriamiento rápido - Sanidad deficiente
Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Infraestructura y equipos deficientes - Manejo deficiente de la temperatura y humedad relativa, composición atmosférica y ventilación - Daño mecánico por manejo inapropiado del producto - Cargas mixtas de productos incompatibles - Discontinuidad en la cadena de frío - Deterioro patológico
Transporte al puerto de embarque	<ul style="list-style-type: none"> - Retrasos excesivos - Vehículos inadecuados - Sistema vial deficiente - Acondicionamiento inadecuado del producto
Embarque y despacho del producto	<ul style="list-style-type: none"> - Infraestructura inadecuada de puertos y aeropuertos - Retrasos excesivos en aduanas - Producto en condiciones adversas - Capacidad de bodega limitada

ANEXO 3

NMX-F-103-1982. ALIMENTOS. FRUTAS Y DERIVADOS. DETERMINACIÓN DE GRADOS BRUX.

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Mexicana establece el método refractométrico para la determinación de los grados Brix en productos derivados de las frutas y líquidos azucarados.

2. DEFINICIÓN

Para los efectos de esta Norma, se establece la siguiente definición:

Grados Brix: Es el por ciento de sólidos disueltos en un producto derivado de las frutas o de un líquido azucarado.

3. FUNDAMENTO

Este método se basa en el cambio de dirección que sufren los rayos luminosos en el límite de separación de dos medios en los cuales es distinta la velocidad de propagación.

4. REACTIVOS Y MATERIALES

- Alcohol
- Éter de petróleo
- Bromonaftaleno
- Papel

5. APARATOS Y EQUIPO

5.1 Aparatos

Refractómetro Abbé

6. PROCEDIMIENTO

Colocar el refractómetro en una posición tal que difunda la luz natural o cualquier otra forma de luz artificial, que pueda utilizarse para iluminación. Hacer circular agua a 293 K (20°C) a través de los prismas. Limpiar cuidadosamente con alcohol y éter de petróleo el refractómetro antes de hacer la lectura.

Para cargar el refractómetro abrir el doble prisma girando el tornillo correspondiente y poner unas gotas de muestra sobre el prisma, cerrar y ajustar finamente.

Verificar la exactitud del refractómetro con agua a 293 K (20°C) a esta temperatura, el índice de refracción del agua es de 1.3330, o bien utilizar la placa de cuarzo que viene con el equipo, usando bromonaftaleno, al leer hacer las correcciones necesarias.

Mover el brazo giratorio del aparato hacia delante y hacia atrás hasta que el campo visual se divida en dos partes, una luminosa y otra oscura. La línea divisoria entre esas dos partes, se le conoce como "línea margen". Ajustar la línea margen y leer directamente el por ciento de sólidos en la escala Brix.

Nota: Este método también incluye tanto a los refractómetros manuales (o portátiles), en los cuales únicamente se coloca la muestra y se observa a contraluz para tomar la lectura directamente; como a los refractómetros digitales en los cuales el mismo procedimiento anteriormente descrito en esta norma, se simplifica siguiendo las indicaciones específicas que para cada aparato proporciona el fabricante.

7. EXPRESIÓN DE RESULTADOS

Los resultados deben expresarse en grados Brix, previa corrección por temperatura.

ANEXO 4

NMX-FF-015-1982. PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS, PARA USO HUMANO. FRUTA FRESCA. DETERMINACION DE SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES.

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Mexicana establece un método para determinar el contenido de Sólidos Solubles Totales (S.S.T.) en fruta fresca usando el refractómetro manual tipo Abbe.

2. DEFINICIONES

2.1 Refracción

Es el cambio de dirección que experimenta un rayo de luz al pasar de un medio de una densidad a otro de densidad diferente (véase fig. 9.1).

2.2 Índice de refracción

Es la relación que existe entre el seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción (véase fig. 9.1).

3. FUNDAMENTO

Este método se basa en la propiedad de los líquidos de refractar la luz en proporción a su contenido de sólidos solubles totales.

4. MATERIAL Y EQUIPO

4.1 Material para la extracción de jugo.

4.2 Refractómetro manual tipo Abbe con escala de 0 - 32% de sólidos solubles totales y resolución de 0.2% de sólidos solubles totales (véase figs. 9.2 y 9.3).

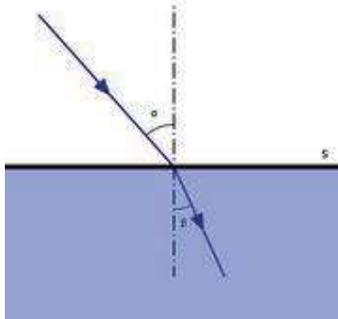


Fig 9.1 Refracción de la luz

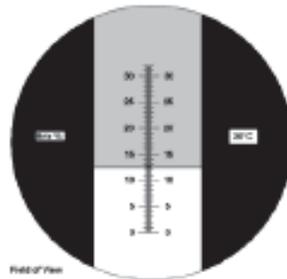


Fig 9.2 Escala del refractómetro manual expresada en porciento de sólidos solubles totales registrados por la división del campo oscuro y el campo iluminado

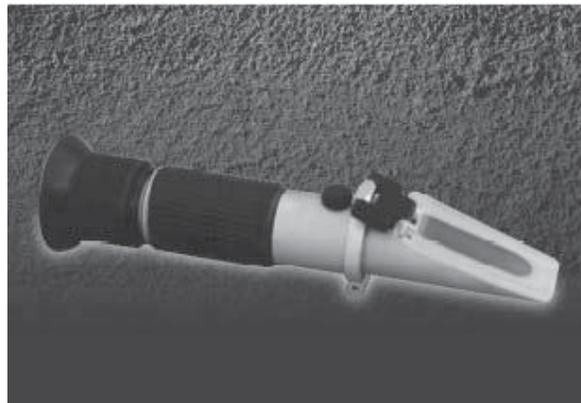


Fig 9.3 Refractómetro manual

4.3 Termómetro con resolución de 0.2K (0.2°C).

4.4 Agua destilada, algodón o papel suave.

5. MUESTREO

Para llevar a cabo un muestreo durante alguna inspección, éste puede ser establecido de común acuerdo entre vendedor y comprador.

6. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

En las frutas jugosas, el jugo se obtiene por compresión de éstas después de haberlas partido. En las frutas pulposas hay que realizar un "rayado" de ellas para obtener porciones pequeñas, las cuales se exprimen con una malla. En ambos casos recibir el jugo en un recipiente limpio.

7. PROCEDIMIENTO

7.1 Calibración del refractómetro

La calibración del Refractómetro se hace colocando unas gotas de agua destilada en la base (a) (véase fig. 9.3) se observa en la escala de éste y, en caso necesario, ajustar a cero girando el tornillo (c) hacia la derecha o hacia la izquierda, hasta que la división entre al campo oscuro y el campo iluminado coincida con el cero de la escala (véase fig. 9.2).

7.1.1 Una vez calibrado el Refractómetro, el prisma (b) y la base se limpian con un algodón o con un papel suave.

7.1.2 Colocar una o dos gotas de jugo obtenido de la muestra, en la base (a) e inmediatamente después unir la base (a) con el prisma (b) (véase fig. 9.3).

7.1.3 Leer en la escala del Refractómetro el por ciento de sólidos solubles totales el cual está indicado por la división del campo oscuro y del campo iluminado.

7.1.4 Medir la temperatura del jugo al momento de efectuar la determinación.

7.1.5 Debido a que la escala del Refractómetro está calibrada a 293K (20°C) cuando la lectura se realiza a diferente temperatura, el resultado debe corregirse de acuerdo al cuadro 9.4

Cuadro 9.4 Corrección de las lecturas del Refractómetro a temperaturas diferentes a la de calibración.

°C	LECTURA						
	0	5	10	15	20	25	30
10 l	0.50	0.54	0.58	0.61	0.64	0.66	0.68
11 r a	0.46	0.46	0.53	0.55	0.58	0.60	0.62
12 e	0.42	0.45	0.48	0.50	0.52	0.54	0.56
13 s l	0.37	0.40	0.42	0.44	0.46	0.48	0.49
14 t e	0.33	0.35	0.37	0.39	0.40	0.41	0.42
15 a c	0.27	0.29	0.31	0.33	0.34	0.34	0.35
16 r t	0.22	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.28
17 u	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.21
18 a r	0.13	0.13	0.13	0.14	0.14	0.14	0.11
19 a	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07
20	0	0	0	0	0	0	0
21 s	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08
22 u	0.13	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15
23 m l	0.19	0.20	0.21	0.22	0.22	0.23	0.23
24 a e	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.30	0.31
25 r c	0.33	0.35	0.36	0.37	0.38	0.38	0.39
26 t	0.40	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47
27 a u	0.48	0.50	0.52	0.53	0.54	0.55	0.55
28 r	0.56	0.57	0.60	0.61	0.62	0.63	0.63
29 l a	0.64	0.66	0.68	0.69	0.72	0.72	0.72
30 a	0.72	0.74	0.77	0.78	0.79	0.80	0.80

8. EXPRESIÓN DE RESULTADOS

Los resultados se expresarán en por ciento de Sólidos Solubles Totales (% S.S.T.)

9. INFORME DE LA PRUEBA

El resultado final será la media aritmética de las determinaciones realizadas.

ANEXO 5

NMX-FF-011-1982. PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS, PARA USO HUMANO. FRUTA FRESCA. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE.

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Mexicana establece el método de Titulación para la determinación de acidez titulable en frutas frescas.

2. FUNDAMENTO

Este método se basa en la neutralización de los iones H⁺ con solución valorada de hidróxido de sodio (NaOH), en presencia de una sustancia indicadora (Fenolftaleína).

3. REACTIVOS Y MATERIALES

3.1 Reactivos

Los reactivos que a continuación se indican, deben ser de grado analítico. Cuando se menciona agua, debe entenderse agua destilada, a menos que se especifique otra cosa.

- Solución valorada de hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N.
- Solución de fenolftaleína al 1%, en etanol al 80%.

3.2 Materiales y equipo

- Bureta.
- Pipetas volumétricas de capacidad apropiada.
- Vasos de precipitados de capacidad apropiada.
- Extractor de jugo ó mortero.
- "Rayador".
- Malla.
- Matraces Erlenmeyer de 250 cm³.

4. MUESTREO

Para llevar a cabo un muestreo durante alguna inspección, este puede ser establecido de común acuerdo entre vendedor y comprador.

5. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

- Lavar y secar la muestra.
- Extraer el jugo. En frutas jugosas, se obtiene por expresión de éstas después de haberlas partido.
- En frutas pulposas, es necesario realizar un "rayado" de la pulpa para obtener porciones pequeñas, las cuales se exprimen con la ayuda de una malla.
- En ambos casos efectuar la operación tan rápidamente como sea posible para evitar pérdida de humedad y recibir el jugo en un recipiente limpio.

6. PROCEDIMIENTO

- Transferir por medio de una pipeta volumétrica de 1 a 10 cm³ de jugo obtenido a un matraz Erlenmeyer.
- Diluir con 50 cm³ de agua aproximadamente.
- Adicionar 2 ó 3 gotas de solución de fenolftaleína.
- Adicionar la solución de NaOH poco a poco hasta obtener un color rosado que permanezca 30 segundos aproximadamente y anotar el volumen de la solución de NaOH gastado.
- Realizar por lo menos dos determinaciones de la misma muestra.
- NOTA: Es posible también tomar la muestra por masa pesando exactamente entre 1 y 10 g.

7. EXPRESIÓN DE RESULTADOS

Se puede expresar como miliequivalentes (meq) por 100 cm³ de producto; meq por 100 g de producto; gramos por 100 gramos ó gramos por 100 cm³ de producto.

7.1 Expresión del resultado en meq por 100 cm³:

Se expresa de esta manera cuando la muestra se toma en centímetros cúbicos, usando la siguiente ecuación.

$$\text{Acidez} = \frac{100 \times N \times V1}{V_0}$$

7.2 Expresión del resultado en meq por 100 g: Se expresa de esta manera cuando la muestra se toma en gramos, usando la siguiente ecuación:

$$\text{Acidez} = \frac{100 \times N \times V1}{m}$$

Donde:

V₀ = Volumen en centímetros cúbicos de la muestra.

V₁ = Volumen en centímetros cúbicos de la solución de NaOH gastada en la determinación.

N = Normalidad (concentración) de la solución de NaOH.

m = masa en gramos de la muestra.

7.3 Expresión del resultado en gramos por 100 g (por ciento m/m) ó en gramos por 100 cm³ (por ciento m/v):

Para este caso multiplicar las fórmulas de 8.1 u 8.2 por un factor apropiado al ácido predominante en la muestra (véase Cuadro 9.5).

Cuadro 9.5 Factores apropiados a los diferentes ácidos contenidos en los frutos

ACIDO	FACTOR
Acido Málico	0.067
Acido Oxálico	0.045
Acido Cítrico anhidro	0.064
Acido Tartárico	0.075
Acido Acético	0.060
Acido Láctico	0.090

8 INFORME DE LA PRUEBA

El resultado final será la media aritmética de las determinaciones realizadas.