

Nº 84  
281



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

DESHIDRATACION DE CASCOS DE GUAYABA  
(PSIDIUM GUAJAVA L.) EN UN SECADOR  
DE CHAROLAS

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO  
P R E S E N T A :  
FRANCISCO LOPEZ GARCIA



MEXICO, D. F.

1992

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## CONTENIDO

CAPITULO 1	INTRODUCCION.	PAGINA.
1.1	INTRODUCCION. ....	1
<b>CAPITULO 2 OBJETIVOS.</b>		
2.1	OBJETIVO GENERAL. ....	3
2.1.1	OBJETIVOS PARTICULARES. ....	3
<b>CAPITULO 3 GENERALIDADES.</b>		
3.1	GUAYABA. ....	4
3.1.1	DESCRIPCION BOTANICA. ....	4
3.1.2	ECOLOGIA DEL CULTIVO. ....	5
3.1.3	CARACTERIZACION DEL FRUTO. ....	6
3.1.4	VARIETADES MEXICANAS. ....	6
3.1.5	COMPOSICION QUIMICA. ....	8
3.1.6	IMPORTANCIA DEL ACIDO ASCORBICO. ....	11
3.1.7	ESTABILIDAD DEL ACIDO ASCORBICO. ....	13
3.1.8	SITUACION NACIONAL. ....	14
3.1.9	INDUSTRIALIZACION DE LA GUAYABA. ....	16
3.2	CONSERVACION DE ALIMENTOS. ....	17
3.2.1	FACTORES DE DESCOMPOSICION Y SU CONTROL. ....	17
3.3	SECADO. ....	19
3.3.1	TRANSMISION DE CALOR Y TRANSFERENCIA DE MASA. ....	20
3.3.2	METODOS Y EQUIPOS DE SECADO. ....	21
3.3.3	DESHIDRATACION DE ALIMENTOS. ....	23
3.3.4	PROPIEDADES DE LOS ALIMENTOS. ....	23
3.3.5	CAMBIOS QUIMICOS Y FISICOS EN LOS ALIMENTOS DESHIDRATADOS. ....	24
3.3.6	ALMACENAMIENTO DE LOS ALIMENTOS DESHIDRATADOS. ....	26
3.3.7	ACEPTACION DEL ALIMENTO DESHIDRATADO. ....	27
<b>CAPITULO 4 DESARROLLO EXPERIMENTAL.</b>		
4.1	DIAGRAMA DE FLUJO. ....	29
4.2	EQUIPOS, REACTIVOS Y MATERIALES. ....	31
4.3	METODOLOGIA. ....	31
4.3.1	SELECCION DE LA MATERIA PRIMA. ....	31

4.3.2	LAVADO. ....	32
4.3.3	ANALISIS DE LA MATERIA PRIMA. ....	33
4.3.4	ESCALDADO-PELADO. ....	35
4.3.5	LAVADO. ....	35
4.3.6	DESPUNTADO. ....	35
4.3.7	REBANADO Y PULPEADO. ....	36
4.3.8	ACONDICIONADO DE LOS CASCOS DE GUAYABA. ....	36
4.3.9	ESCURRIDO DE LOS CASCOS. ....	38
4.3.10	ANALISIS DE LOS JARABES. ....	38
4.3.11	DETERMINACION DE HUMEDAD INICIAL DE LOS CASCOS ACONDICIONADOS ANTES DE SER DESHIDRATADAS. ....	39
4.3.12	DESHIDRATACION DE LOS CASCOS EN UN SECADOR DE CHAROLAS. ....	39
4.3.13	DETERMINACION DE HUMEDAD Y VITAMINA C RESIDUAL EN LOS CASCOS DESHIDRATADOS. ....	41
4.3.14	ANALISIS SENSORIAL DE LOS CASCOS DESHIDRATADOS. ....	41

## CAPITULO 5 RESULTADOS Y DISCUSION.

5.1	RENDIMIENTO DE CASCOS. ....	48
5.2	ANALISIS DE LA MATERIA PRIMA. ....	48
5.3	ACONDICIONADO DE LOS CASCOS. ....	49
5.4	ANALISIS DE LOS JARABES. ....	53
5.5	DETERMINACION DE HUMEDAD DE LOS CASCOS ACONDICIONADOS. ....	54
5.6	CURVAS DE SECADO DE LOS CASCOS DESHIDRATADOS. ....	54
5.7	EFFECTO DEL ACONDICIONADO DE LOS CASCOS EN LAS CURVAS DE SECADO. ....	58
5.8	EFFECTO DE LA TEMPERATURA DE DESHIDRATACION EN LAS CURVAS DE SECADO. ....	59
5.9	EFFECTO DE LA TEMPERATURA DE DESHIDRATACION EN EL CONTENIDO DE VITAMINA C DE LOS CASCOS DESHIDRATADOS. ....	61
5.10	EFFECTO DE LA TEMPERATURA EN LAS CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS DE LOS CASCOS DESHIDRATADOS. ....	62
5.11	RENDIMIENTO FINAL DEL PROCESO. ....	62
5.12	ANALISIS SENSORIAL DE LOS CASCOS DESHIDRATADOS. ....	63

## CAPITULO 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1	CONCLUSIONES. ....	67
-----	--------------------	----

<b>6.2 RECOMENDACIONES.</b>	<b>70</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.</b>	<b>71</b>
<b>APENDICE.</b>	<b>74</b>

# CAPITULO 1

## INTRODUCCION

### 1.1 INTRODUCCION.

La guayaba (*Psidium guajava* L.) es originaria de América tropical. En la República Mexicana se produce en la mayoría de los estados, ya que es capaz de adaptarse a muy variadas condiciones ecológicas. (16)

Las principales zonas productoras de guayaba se localizan en los estados de Aguascalientes, Zacatecas, Jalisco y Michoacán. (8,9,10,22)

En México, especialmente en Calvillo, Ags., se localiza la superficie más compacta dedicada al cultivo del guayabo a nivel mundial, pero al igual que otras regiones productoras nacionales y extranjeras la problemática de producción es compleja. (15)

Aquellos frutos sin una variedad definida, pequeños, ácidos y con un elevado contenido de semillas y células pétreas se denominan criollos; algunos tipos presentan un elevado contenido de ácido ascórbico. Este hecho aunado a que la guayaba presenta agradables características sensoriales, han sido uno de los más importantes para considerar en el presente estudio su aprovechamiento industrial en la obtención de un producto deshidratado.

Cualquier tratamiento al que se someta un alimento con el fin de alargar su vida útil, indiscutiblemente tendrá efectos negativos sobre sus nutrientes; no obstante, es necesario procesarlos para disminuir las pérdidas por descomposición debidas principalmente al

crecimiento microbiano, a la acción enzimática y a los cambios químicos que se ven favorecidos por los altos valores de actividad de agua (aw) que tienen algunos alimentos; y además para asegurar el abastecimiento de estos en cualquier época del año.

Las exigencias cada vez mayores, tanto legislativas, como por parte de los consumidores sobre el valor nutricional, retención máxima de la calidad, ausencia de conservadores; aunado al hecho de que día con día se procesan más frutas y vegetales, han obligado a los investigadores en el área alimentaria y a procesadores a investigar más profundamente la pérdida de nutrientes y factores de calidad en un proceso dado y su posible optimización. (20)

## CAPITULO 2

### OBJETIVOS

#### 2.1 OBJETIVO GENERAL.

Elaboración de cascos de guayaba (*Psidium guajava* L.) deshidratados con características sensoriales agradables al consumidor.

#### 2.1.1 OBJETIVOS PARTICULARES.

- Evaluar las características que debe presentar la guayaba fresca disponible para ser deshidratada (grado de madurez, tamaño y forma).
- Acondicionar los cascos de guayaba, como etapa previa al proceso de deshidratación, para tener una buena relación entre las notas ácidas y dulces del producto deshidratado.
- Ensayar diferentes condiciones de secado.
- Encontrar las condiciones de secado óptimas para obtener un producto aceptable desde el punto de vista sensorial.
- Determinar el efecto de las condiciones de secado en las características físicas, químicas y sensoriales de los cascos de guayaba deshidratados.

## CAPITULO 3

### GENERALIDADES

#### 3.1 GUAYABA.

La guayaba es originaria de América tropical continental, se le encuentra prácticamente silvestre en Centro, Sudamérica y gran parte de México.

Se le considera uno de los frutos tropicales más valiosos de la familia de las Myrtáceas, entre otras cosas por su elevado contenido de ácido ascórbico, carbohidratos, sales minerales (Ca y P) y sus agradables características sensoriales.(2)

##### 3.1.1 DESCRIPCION BOTANICA.(15)

Nombre vulgar de la planta: Guayabo.

Nombre vulgar del fruto: Guayaba.

Reino: Vegetal.

Subreino: Fanerógamas.

Tipo: Angiospermas.

Clase: Dicotiledóneas.

Orden: Myrteas.

Familia: Myrteaceae.

Subfamilia: Mirtoidea.

Genero: Psidium.

Especie: Psidium guajava L.

El guayabo es una planta perenne arbórea que puede medir hasta nueve metros de altura y con un tronco hasta de treinta centímetros de ancho; sin embargo es más frecuentemente encontrado en tallas más

pequeñas y formando asociaciones denominadas guayabales. Las ramas tienen terminales verdes tetraógonas y ligeramente pubescentes; sus hojas miden de 7.5 a 15 centímetros de largo, son algo coriáceas oblongas, elípticas y dispuestas en pares semialternos. Las flores son blancas, de 2 a 3 centímetros de ancho, con un receptáculo en forma de urna, un ovario coronado por un cáliz de varios lóbulos, cuatro pétalos y numerosos estambres; las flores pueden encontrarse solas o agrupadas.

### 3.1.2 ECOLOGIA DEL CULTIVO.

El guayabo tiene la capacidad de adaptación a diferentes climas aunque su origen es tropical. Su zona ecológica se localiza en las áreas cercanas al ecuador, sin ir más allá del paralelo 30 de cada hemisferio. Soporta altas temperaturas, siéndoles adversas las bajas temperaturas, puede ser cultivada aún a una altura de 1 500 metros sobre el nivel del mar; requiere una precipitación pluvial anual entre 1 000 y 3 700 mm, la humedad ambiente elevada le es favorable, a comparación de una humedad baja; los vientos fuertes le son perjudiciales ya que la fruta se torna reseca; es poco exigente para el suelo, pero cuando la planta proviene de viveros necesita las condiciones de un buen suelo agrícola (buena penetrabilidad, espesor arable no menor de 30 centímetros, buena fertilidad natural, textura blanda drenable); es capaz de crecer a un pH de suelo entre 5.5 y 8.0 y a una concentración salina de 800 ppm.

Bajo condiciones de regadío el guayabo es capaz de mantener una producción constante, resultando mejor el riego por aspersión. La

propagación de la planta es por semilla, no obstante se obtienen las mejores plantas por injertos. (5)

### 3.1.3 CARACTERIZACION DEL FRUTO.

La guayaba, dependiendo de la variedad o tipo, varia mucho en forma y color; puede ser redonda, esférica, ovalada, elipsoidal y aún periforme. Su tamaño varia entre 4 y 12 centímetros de largo y 1.5 y 10 centímetros de diámetro con un peso que oscila entre 15 y 200 gramos aproximadamente. El color de la piel madura puede ser verde claro, amarillo pálido, amarillo canario y aún rojizo; el color de la pulpa madura varia de blanca, blanca con incrustaciones verdes, rojo salmón, rosado amarillo. Su aroma es muy intenso y característico, su sabor varia desde muy dulce, dulce ácido, extremadamente ácido y en ocasiones muy insípido. El contenido de semillas puede ser escaso o abundante.

### 3.1.4 VARIEDADES MEXICANAS.

En México no existen, a la fecha, variedades en el estricto sentido de la palabra, sólo una gran variedad de tipos criollos y silvestres en casi todo el país.

La fruta más aceptada tanto para consumo en fresco como para industria a nivel nacional es la producida en la región de Calvillo, específicamente el tipo conocido como "Media China", con ésta se ha plantado el 98% de la superficie con guayabo en el municipio y la mayor parte de la superficie de guayabo en las zonas de Jalpa, Tabasco y Tayahua Zac., así como en Juchipila, Apozol y Moyahua, Jal.

El 2% restante lo ocupa el tipo "China" que no compite en calidad con la anterior, pero es bastante resistente al manejo y al transporte.

En México, la producción de guayaba es de pulpa blanca y amarilla siendo poco comercial la rosa. En general las variedades que más se cultivan en México son: selección Calvillo, China, Media China, Criolla, Platillo, Pinck Acid, Selección Labor y Salmón.

De todas las variedades antes mencionadas se le ha dado preferencia por parte del consumidor a la Media China por el sabor y tamaño que alcanza.

### 3.1.5 COMPOSICION QUIMICA.

La composición de este fruto varia considerablemente, debido principalmente a las condiciones ecológicas. Su composición promedio se presenta en el siguiente cuadro.

TABLA 3.1.5 A COMPOSICION PROXIMAL Y NUTRITIVA DE LA FRUTA DE LA GUAYABA. (15)

COMPOSICION	PROMEDIO
Humedad (%)	88.3
Materia seca (%)	16.6
Cenizas (%)	0.66
Grasa cruda (%)	0.36
Proteína cruda (%)	1.06
Fibra cruda (%)	3.8
Pulpa (%)	86.5
Azúcares reductores (%)	4.0
Azúcares no reductores (%)	2.9
Azúcares totales (%)	6.8
Sólidos solubles totales (%)	12.0
Proporción azúcar-ácido	10.1
Proporción ácido-Brix	17.4
Acidez (como ácido cítrico)	0.80
pH	4.7
Pectina en alcohol insol.(%)	0.75
Acido pectico (%)	0.71
Total de pectina (%)	0.99
Calcio (% en mg)	17.0
Fósforo (% en mg)	28.4
Hierro (% en mg)	1.82
Clorofila (% en mg)	0.67
Vitamina A (IU)	250
Caroteno (% en mg)	0.69
Xantofila (% en mg)	0.13
Acido ascórbico (% en mg)	336.8
Tiamina (% en mg)	0.05
Acido pantoténico (% en mg)	---
Riboflavina (% en mg)	0.03
Niacina (% en mg)	1.18

La principal contribución nutricional de esta fruta y sus productos procesados es su aporte de vitamina C o ácido ascórbico. Si

bien las guayabas son una rica fuente, sus niveles de ácido ascórbico están sujetos a una amplia variación debido a la localización geográfica, práctica hortícola, estación y cultivo. Se reportan valores que varían de 10-979 mg. por 100 gramos de fruta.

Los valores para 100 gramos de fruta para la mayoría de las localizaciones geográficas generalmente exceden lo recomendado para la dieta de niños y adultos.(15,21)

La concentración de ácido ascórbico en el fruto no es uniforme; decrece gradualmente desde la cáscara hacia el interior, encontrándose una relación aproximada de 3:2:1 en cáscara, pulpa y semillas, respectivamente(24). Este mismo autor hace la observación de que al parecer una guayaba de casco grueso (característica deseable) presenta proporcionalmente una concentración de ácido ascórbico disminuida a comparación de una guayaba con casco de menor espesor: cabe la observación de que las guayabas criollas generalmente tienen un casco más delgado. Sin embargo, los factores que afectan directamente el contenido de este nutriente son: cantidad de luz, calor, agua, fertilizantes, tipo de suelo y factores similares.

Cabe hacer énfasis, en el hecho de que el contenido en esta vitamina presenta una fuerte dependencia respecto al estado de madurez del fruto. En el siguiente cuadro se presenta el efecto del estado de madurez en el contenido de vitamina C.(4)

**TABLA 3.1.5 B EFECTO DEL ESTADO DE MADUREZ DE LA FRUTA EN EL CONTENIDO DE VITAMINA C. (21)**

MILIGRAMOS DE VITAMINA C POR 100 GRAMOS			
VARIEDAD	Russouw	Malherbe	Retief
<b>ESTADO DE MADUREZ</b>			
Verde y maduro	-----	720	622
Verde amarillento (sazon)	-----	684	614
Amarillo verdoso	484	751	542
Amarillo y maduro	522	761	583
Sobremaduro	522	673	557
Sobremaduro en exceso	-----	697	476

Entre la cosecha, que generalmente es en estado sazón y el procesado, transcurre un periodo corto de tiempo durante el cual se suceden cambios en la composición del fruto, la magnitud de estos cambios dependerá de las condiciones de manejo y almacenamiento. La guayaba es un fruto muy delicado por lo que debe manejarse con sumo cuidado.

Poco se ha estudiado al respecto, sin embargo, de manera aproximada se presenta en el siguiente cuadro los cambios en la composición de la fruta cosechada en estado sazón y almacenada bajo diferentes condiciones. (17)

TABLA 3.1.5 C EFECTO DEL ALMACENAMIENTO EN LA COMPOSICION DE LA GUAYABA. (21)

	Ac. Ascórbico (mg./100 g)	Textura Pascales x 10E-3	% Acidez Ac. citr.	Azúcares Tot. (g/100g gluc)
Madura en el árbol	250-277	28-69	0.33-0.46	14.67
Sazon	273	48-90	0.44	4.6-6.0
5 días, 23°C	---	0-21	0.53	5.2-6.0
7 días, 12°C	209	21-28	0.53	7.35
10 días, 12°C	240	28-34	0.31	7.11
14 días, 12°C	216	0-34	0.58	5.19

Analizando el cuadro resulta sobresaliente que sólo la fruta madurando en el árbol logra sus mejores características; no obstante resulta inconveniente recolectarla en este estado debido principalmente a que la textura que presenta no resiste los daños mecánicos que inevitablemente sufre la fruta por el manejo y transporte.

La disminución en la temperatura reduce la actividad enzimática, tanto de pectinaesterasa como de ácido ascórbico-oxidasa, con lo que se logra mantener la firmeza y contenido de ácido ascórbico por un periodo más prolongado de tiempo. (21)

### 3.1.6 IMPORTANCIA DEL ACIDO ASCORBICO (VITAMINA C).

La vitamina C es necesaria, porque ayuda a la absorción del hierro en el intestino; pero su función principal es ayudar a la formación del tejido conectivo, la buena formación de los huesos, de la

dentina, de los cartilagos y de las paredes de los capilares sanguíneos; una deficiencia muy pronunciada de ácido ascórbico produce la enfermedad llamada escorbuto, que en sus etapas avanzadas hace al individuo muy susceptible a contraer infecciones.

La característica principal de esta enfermedad es la desintegración del tejido conectivo que se encuentra entre las paredes de los delgados capilares sanguíneos, primero aparecen pequeñas manchas hemorrágicas debajo de la piel, alrededor de la abertura de los folículos pilosos y luego, grandes moretones espontáneos. El paciente se vuelve débil e indiferente. Las encías se ponen blandas y esponjosas; finalmente, se afloja y cae la dentadura.

En los lactantes, los primeros signos de sangrado aparecen en la región situada inmediatamente por encima de los huesos largos y hay dolor muy fuerte.

Ya que para la formación del tejido conectivo se requiere la vitamina C, la deficiencia de ésta retrasa la cicatrización de las heridas y el tejido de la cicatriz vieja puede desintegrarse. (13)

Dada la gran importancia que reviste el consumo de vitamina C, se presenta a continuación diferentes fuentes de dicha vitamina.

TABLA 3.1.6 A FUENTES DE VITAMINA C.(13)

PRODUCTO	CONTENIDO DE VITAMINA C (mg./100 g.)
guayaba fresca	200
fresa	60
berros	60
col	60
guanabana	50
naranja	35
mango	30
melón	30
chicharos	24
piña	24
limón	20
toronja	17

### 3.1.7 ESTABILIDAD DEL ACIDO ASCORBICO.

De todas las vitaminas, la vitamina C es la más lábil e inestable, y puede ser degradada a través de muchas vías: las de oxidación y degradación térmica son las más importantes. Debido a la alta sensibilidad de la vitamina C al calor, se propuso usar el contenido residual de esta vitamina como índice de retención de nutrimentos.

Las reacciones de oxidación de la vitamina C se aceleran por el calor, los álcalis, presencia de algunos metales como el cobre y el hierro y la acción de la luz, sobre todo en presencia de riboflavina. Es estable a pH ácidos, y en ausencia de oxígeno resiste temperaturas de esterilización.

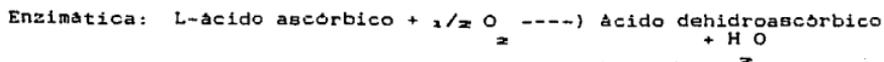
El ácido ascórbico se oxida rápidamente en presencia de aire, transformándose en ácido dehidroascórbico, que a su vez puede pasar a

furfural, con la consecuente liberación de bióxido de carbono. El furfural formado puede polimerizarse y producir pigmentos oscuros.

Estas reacciones son muy importantes en alimentos ya que implican pérdidas de vitamina C y la producción de pigmentos indeseables. La oxidación se puede prevenir evitando la exposición del producto al oxígeno.

Otra forma de destrucción del ácido ascórbico es a través de las reacciones de oxidación efectuadas por la enzima ácido ascórbico oxidasa que está presente en muchos productos cítricos. La enzima requiere de cobre como cofactor.

La reacción de oxidación del ácido ascórbico por vía enzimática es ligeramente diferente a la que sucede en forma directa con el oxígeno del aire: (3)



### 3.1.8 SITUACION NACIONAL.

En México, la producción de guayaba se distribuye en 27 estados. El principal productor es Aguascalientes, seguido de Zacatecas, Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Estado de México, Yucatán y Morelos, que aportan el 58.9%, 20.8%, 9.1%, 2.9%, 1.8%, 1.2%, 1.1% , 1% de la producción, respectivamente.

En Aguascalientes se cultiva desde hace un siglo, aproximadamente, y ocupa el primer lugar de producción desde 1960.

En Zacatecas se empezó a cultivar entre 1955 y 1958, sin embargo es importante señalar que a futuro, puede llegar a ser el principal productor, pues cuenta con un potencial cercano a las 100,000 has. en el Cañon de Juchipila, superficie que reúne las condiciones ecológicas para la plantación de guayabo.

En general la guayaba se cultiva en pequeña escala en el resto de los estados no mencionados, los del centro y principalmente los del sur, donde crecen muchas variedades de guayaba en forma silvestre por lo cual se forman en algunos casos densos matorrales. (15)

**TABLA 3.1 A PRODUCCION NACIONAL DE GUAYABA (TON)  
EN EL PERIODO DE 1985-1988.**

ESTADO	AÑO			
	1985	1986	1987	1988
AGS.	9,520	124,100	120,000	106,513
ZAC.	34,388	44,200	42,432	37,000
JAL.	2,515	2,812	19,026	16,226
MICH.	2,577	-----	7,452	5,208
GTO.	2,465	2,784	2,912	3,360
EDO.MEX.	1,506	4,729	2,257	2,257
YUC.	2,004	-----	2,130	2,130
MOR.	-----	-----	1,998	1,873
OTROS	5,390	19,646	2,635	3,253
TOTAL NAC.	60,365	198,273	200,842	177,820

FUENTE: DELEGACIONES ESTATALES DE LA CONAFRUT. (8,9,10,22)

La industria absorbe solamente un 30% del volumen de la producción nacional, el 70% restante se destina para el consumo en fresco.

### 3.1.9 INDUSTRIALIZACION DE LA GUAYABA.

Su empleo es múltiple por lo que tiene una gran capacidad de industrialización: consumo en fresco, fruta entera en almíbar, cascotes en almíbar, néctares, jugos, mermeladas, jaleas, ates, pastas, licores, esencias y otros. En forma semielaborada como: congelada, pasteurizada, sulfitada, esterilizada y concentrada. (15)

### 3.2 CONSERVACION DE ALIMENTOS.

La meta más importante de la conservación de los alimentos, es liberar al hombre de la total dependencia climática y geográfica de los mismos y abastecerlo de sus requerimientos nutricionales; por esta razón la industria alimentaria se desarrolla aceleradamente día con día. (21)

Algunos de los objetivos principales que se persiguen al procesar un alimento son:

- Incrementar su vida útil, previniendo su rápida descomposición.
- Conservar al máximo su calidad nutricional.
- Mejorar o retener su calidad sensorial.
- Proveer al consumidor de un alimento de fácil preparación.
- Reducción de costos.

#### 3.2.1 FACTORES DE DESCOMPOSICION Y SU CONTROL.

Desde el momento en que el alimento se cosecha, se recoge, se captura o se sacrifica, comienza a pasar por una serie de etapas de descomposición progresiva. Según el alimento, esta descomposición puede ser lenta, o puede ser tan rápida que vuelve prácticamente inutilizable a un alimento en unas pocas horas.

Las causas principales de la descomposición de los alimentos son las siguientes:

- El crecimiento y la actividad de microorganismos, especialmente bacterias, levaduras y mohos;
- la actividad de las enzimas naturales de los alimentos;

- los insectos, parásitos y roedores;
- la temperatura, tanto alta como baja;
- la humedad y sequedad;
- el aire y, más particularmente, el oxígeno;
- la luz; y
- el tiempo.

Muchas formas de deterioro pueden ocurrir en cualquier momento dado, según el alimento y las condiciones ambientales. A fin de lograr su conservación total, hay que eliminar o reducir al mínimo todos estos factores.

Prácticamente todos los procesos deteriorativos que tienen lugar en los alimentos están influenciados de una manera u otra por la concentración de agua biológicamente activa en los tejidos del mismo, es decir, su actividad de agua (aw).

La conservación de los alimentos se basa en la manipulación de los factores ya mencionados, siendo los principios más importantes:

- Remoción de la humedad. (Secado, deshidratación y concentración).
- Tratamientos térmicos. (Escaldado, pasteurización y esterilización).
- Tratamientos a bajas temperaturas. (Refrigeración y congelación).
- Control de la acidez. (Fermentación y uso de aditivos ácidos).
- Utilización de aditivos químicos.
- Irradiación.

### 3.3 SECADO.

El secado ha sido, desde los tiempos más remotos, un medio de conservación de los alimentos. Su aplicación en la forma más sencilla se aprendió sin duda mediante la observación de la naturaleza (secado por medio de la exposición al sol).

El secado por medio del sol se emplea aún en muchas regiones del mundo, incluso en los Estados Unidos. Se usa para secar chabacanos, dátiles, higos y otras frutas parecidas y, por supuesto, para secar granos antes de cosecharlos. Pero en tanto que el secado por medio del sol constituye, en algunos lugares del mundo y para determinados productos, el método más económico, también tiene varios inconvenientes obvios, que son los siguientes:

- Depende de las fuerzas naturales y éstas no se pueden controlar;
- es lento y no apropiado para muchos productos de alta calidad;
- generalmente no reduce el contenido de humedad a menos de 15%, lo cual, en un gran número de productos, es insuficiente para permitir la estabilidad en el almacenamiento;
- requiere un espacio bastante grande;
- y los alimentos expuestos al sol son susceptibles a la contaminación, pérdidas debidas al polvo, los insectos, los roedores y otros factores.

Era de esperarse, por consiguiente, que el secado de los alimentos se trasladara a los interiores en que las operaciones pudieran controlarse en forma más eficiente. Los esfuerzos de lograr el secado

artificial por medio de aire caliente datan de finales del siglo XVIII.

Hoy el termino de deshidratación de alimentos se refiere a la eliminación casi completa del agua que contienen éstos, bajo condiciones de control que producirán sólo un mínimo de cambios o, idealmente, ningún cambio, en las propiedades del alimento.

En la deshidratación de alimentos, el desafío tecnológico es especialmente grande, ya que los niveles muy bajos de humedad requeridos para la estabilidad máxima del producto no se obtienen fácilmente con un mínimo de cambios en los materiales alimenticios. Además, estos resultados óptimos se logran muchas veces sólo aumentando el costo del proceso de deshidratación.

### 3.3.1 TRANSMISION DE CALOR Y TRANSFERENCIA DE MASA.

Cualquiera que sea el método de secado empleado, la deshidratación de un alimento consta de dos etapas:

- La introducción de calor al producto; y
- la extracción de humedad del mismo.

Estas dos etapas no siempre son favorecidas por las mismas condiciones de operación. Al deshidratar alimentos se procura obtener la velocidad máxima en el secado, de manera que se hacen todos los esfuerzos posibles a fin de acelerar las velocidades de transmisión de calor y transferencia de masa. Las siguientes consideraciones son importantes en este respecto:

- Area de superficie.
- Temperatura.
- Velocidad del aire.
- Humedad del aire.
- Presión atmosférica y vacío.
- Tiempo y temperatura.

### 3.3.2 METODOS Y EQUIPOS DE SECADO.

Existen varios métodos básicos de secado y un número mucho mayor de modificaciones de los mismos. El método escogido, depende sobre todo del tipo de alimento que se va a secar, el nivel de calidad que se desea alcanzar, y el costo que se puede justificar.

Algunos de los métodos de secado más comunes son:

- El secado en tambor;
- el secado por aspersion;
- el secado al vacío en charolas;
- el secado al vacío en una banda;
- el secado en una banda atmosférica;
- la liofilización;
- el secado en un lecho fluidizado;
- el secado por rotación;
- el secado en gabinetes;
- el secado en estufa;
- el secado en túnel; y otros más.

Algunos de estos métodos convienen especialmente a los alimentos líquidos y no pueden emplearse para piezas de alimento sólido; otros convienen para alimentos sólidos o mezclas que contienen trozos de alimentos.

**TABLA 3.3.2 A TIPOS COMUNES DE SECADORES EMPLEADOS PARA ALIMENTOS SÓLIDOS.**

-----  
TIPO DE SECADOR  
-----

SECADORES POR CONVECCION DE AIRE

Estufa  
Túnel  
Banda-artesa  
Elevador neumático  
Lecho fluidizado  
Gabinete  
Bandeja o charola

SECADORES AL VACIO

Gabinetes al vacío  
Liofilización

-----  
3.3.2.1 SECADORES POR CONVECCION DEL AIRE

Todos los secadores por convección del aire tienen alguna clase de recinto aislado, un medio de hacer circular el aire dentro del recinto, y un medio de calentar el aire. También tienen varios modos de sostener el producto, aparatos especiales para recoger el producto secado, y algunos tienen secadores de aire para reducir la humedad en el aire empleado en el secado, además de varios tipos de instrumentos y reguladores.

Los secadores de gabinete con charolas, se emplean sobre todo en las operaciones de pequeña escala. Su costo es relativamente bajo y se pueden adaptar fácilmente a las condiciones de secado escogidas. Estos secadores se usan comúnmente para trozos de frutas y hortalizas

y, de acuerdo con el alimento y el nivel de humedad final que se desea alcanzar, el tiempo de secado puede ser del orden de 10 a 20 horas.

### 3.3.3 DESHIDRATAACION DE ALIMENTOS.

La conservación es el motivo principal, aunque no el único. Aparte de los fines de conservación, deshidratamos alimentos para disminuir su peso y volumen. Estas reducciones pueden resultar en ahorros en el costo del transporte y de los envases.

Algunos procesos de secado se escogen a fin de conservar el tamaño y la forma del alimento original.

Un tercer motivo de la deshidratación es la producción de artículos convenientes.

### 3.3.4 PROPIEDADES DE LOS ALIMENTOS.

Las propiedades de los alimentos que pueden afectar la velocidad de secado y la calidad final del producto, son las siguientes:

- Orientación de los componentes.
- Concentración de solutos.
- Agua ligada.
- Estructura celular.
- Encogimiento, endurecimiento de la cubierta, termoplasticidad.
- Porosidad de los alimentos.

### 3.3.5 CAMBIOS QUIMICOS Y FISICOS EN LOS ALIMENTOS DESHIDRATADOS.

Una amplia escala de cambios quimicos pueden tener lugar durante la deshidratación de los alimentos, junto a los cambios fisicos. Estos contribuyen a la calidad final tanto de los productos deshidratados como de sus equivalentes reconstituidos, por lo referente a color, sabor, textura, viscosidad, velocidad de reconstitución, valor nutritivo, y estabilidad en el almacenamiento. El grado en que ocurren estos cambios quimicos depende de la composición del alimento y la severidad del método de secado.

Durante el secado por aire caliente algunas vitaminas (A y C) pueden destruirse parcialmente por oxidación. La riboflavina es ligeramente sensible. La tiamina es sensible al calor y destruida por la adición de sulfitos. La disponibilidad nutricional de los restos de lisina, puede descender por el oscurecimiento no enzimático.

El grado de destrucción en las vitaminas dependerá del cuidado ejercido durante la preparación del producto alimenticio para su deshidratación, del proceso de deshidratación seleccionado, del cuidado en su ejecución y de las condiciones de almacenamiento para los alimentos secados.

El color de los alimentos depende de las circunstancias bajo las cuales es visto el alimento, y la habilidad de éste para reflejar, dispersar, absorber o transmitir la luz visible. El secado de los alimentos altera estas habilidades, y por lo tanto, modifica su color.

Se ha encontrado que los carotenoides y antocianinas son alterados durante el proceso de secado. Mientras mayor sea la temperatura y más largo el tratamiento, serán alterados más pigmentos. Los tratamientos con sulfitos tienden a blanquear los pigmentos de antocianinas.

Las reacciones de oscurecimiento se pueden presentar a través de cuatro mecanismos principales:

Las oxidaciones enzimáticas de los polifenoles y de otros compuestos susceptibles (vitamina C), en los casos en que no se han inactivado las enzimas oxidantes. Cabe mencionar que las temperaturas empleadas en el secado muchas veces no bastan para destruir estas enzimas durante el proceso, de manera que es común pasteurizar o escaldar los alimentos mediante calor o productos químicos antes del secado.

La caramelización de los azúcares y el quemado de otros materiales cuando el calor es excesivo es otro tipo común de oscurecimiento.

El oscurecimiento no enzimático es la reacción de los grupos aldehído y amino de los azúcares y las proteínas, y es muy importante en la deshidratación de los alimentos. La reacción de Maillard es propiciada por temperaturas elevadas y por la alta concentración de los grupos reactivos cuando también está presente algo de agua. Si las frutas son sulfuradas se retardará la reacción.

El oscurecimiento puede ser retardado drásticamente manteniendo los contenidos de humedad de los productos secados por debajo de 1%, aunque tales niveles de deshidratación puede dar como resultado un

sobrecalentamiento y deterioro en el producto, por lo tanto, tales niveles de humedad no son aplicables en los alimentos secos. El oscurecimiento puede ser retardado almacenando los productos secos a bajas temperaturas.

Otra consecuencia común de la deshidratación es la pérdida en algún grado de la facilidad de rehidratación.

Otro cambio químico común relacionado con la deshidratación es la pérdida parcial de los componentes volátiles de sabor.

Los productos deshidratados no son estériles. La reducción del número de microorganismos como resultado de las operaciones de deshidratación es baja. Incluso, en algunos casos, la temperatura de secado favorece el crecimiento de microorganismos.

### 3.3.6 ALMACENAMIENTO DE LOS ALIMENTOS DESHIDRATADOS.

Durante el almacenamiento de los alimentos en estado deshidratado, pueden surgir diversas reacciones de deterioro: en primer lugar, desarrollo de insectos contra los que se adoptan las precauciones de higiene, así como embalajes protectores; a continuación el crecimiento de algunos microorganismos, si bien esto sólo puede surgir después de una rehidratación. Por lo tanto, dada la higroscopicidad de los alimentos deshidratados resulta necesario un embalaje impermeable al vapor de agua o su almacenamiento en condiciones higrométricas apropiadas.

En el estado de deshidratación, las reacciones enzimáticas, el oscurecimiento no enzimático, diversas reacciones de hidrólisis, la recristalización de azúcares con formación de masas (caso de algunos polvos), sólo se producen muy lentamente siempre que se cumpla la condición de que el bajo nivel de actividad del agua que se logró al final del secado, se mantenga con la ayuda de un embalaje apropiado.

También es importante que la temperatura de almacenamiento sea inferior a los 25°C, aproximadamente. Algunas operaciones previas al secado, tales como la precocción o la adición de sulfitos, pueden mejorar la estabilidad de determinados alimentos deshidratados, pero no siempre resulta posible.

Debido a su porosidad los alimentos deshidratados son acusadamente sensibles a las reacciones de oxidación que frecuentemente representan el factor limitante de su conservación. A veces es necesario el embalaje bajo vacío o con nitrógeno, en un material impermeable al oxígeno y a la luz, para evitar la oxidación y proteger determinados pigmentos, vitaminas y sustancias aromáticas.

### 3.3.7 ACEPTACION DEL ALIMENTO DESHIDRATADO.

Las técnicas de secado actuales dan productos alimenticios de alta aceptación. Los beneficios económicos obvios en la distribución de alimentos altamente aceptables; se pueden encontrar en el creciente énfasis que se viene poniendo en este método de conservación.

La caramelización, decoloración, pérdida de textura y forma física, pérdida de características de sabor volátiles y la pobre habilidad de rehidratación de muchos alimentos secados, han dejado una impresión sobre las mentes de los consumidores que no es rápidamente disipada. La tecnología mejorada combinada con la reeducación del consumidor, irá lejos en dar a los alimentos secados de alta calidad su lugar debido en los estantes de los supermercados.

Un alimento deshidratado aceptable debe competir en precio con otros tipos de alimentos conservados, tener un sabor, olor y apariencia comparable con el producto fresco o con productos procesados por otros medios, reconstituirse fácilmente, retener los valores nutritivos y tener buena estabilidad en el almacenamiento. (6,11,19,21).

CAPITULO 4  
DESARROLLO EXPERIMENTAL

4.1 DIAGRAMA DE FLUJO.

A continuación se indican, en el siguiente diagrama de flujo, los pasos que se siguen para elaborar los cascos de guayaba deshidratados.

.....  
· SELECCION DE LA MATERIA PRIMA ·  
.....

.....  
· DETERMINACION DE HUMEDAD, VITAMINA C ·  
· Y SOLIDOS SOLUBLES EN LA MATERIA PRIMA ·  
.....

.....  
· LAVADO · t = 6 segundos.  
.....

.....  
· ESCALDADO-PELADO · NaOH 2 %.  
T = 85-90°C.  
t = 1-2 minutos.  
.....

.....  
· LAVADO · T = 15-18°C.  
t = 15 segundos.  
.....

.....  
· DESPUNTADO ·  
.....

.....  
· REBANADO ·  
.....

.....  
· PULPEADO ·  
.....

CONTINUA

.....  
 ACONDICIONADO EN JARABE

A 30°C

.....  
 ACONDICIONADO EN JARABE

A 37°C

.....  
 DETERMINACION DE  
 VIT. C Y VOL. FINAL  
 EN EL JARABE

.....  
 DETERMINACION DE  
 VIT. C Y VOL. FINAL  
 EN EL JARABE

.....  
 ESCURRIDO

t = 15 minutos.

.....  
 DETERMINACION DE HUMEDAD INICIAL  
 DE LOS CASCOS ACONDICIONADOS

.....  
 DESHIDRATAACION  
 A 60°C

.....  
 DESHIDRATAACION  
 A 70°C

.....  
 DETERMINACION DE HUMEDAD Y VIT. C  
 EN LOS CASCOS DESHIDRATADOS

.....  
 RENDIMIENTO DEL PROCESO

.....  
 ANALISIS SENSORIAL

#### 4.2 EQUIPOS, REACTIVOS Y MATERIALES.

##### 4.2.1 EQUIPOS.

- Estufa de vacío modelo 273780, marca Hotpack Corporation.
- Secador de charolas modelo MSSE70, marca Apex Construction.
- Accesorios del secador: graficador, termopar de caratula, manómetro, balanza y charolas.
- Balanza digital 1500 g., marca Ohaus.
- Anemómetro de hélice.
- Picadora marca Molinex.
- Refractómetro de campo.

##### 4.2.2 REACTIVOS.

- Acido acético glacial.
- Acido ascórbico.
- Bicarbonato de sodio.
- 2,6-diclorofenolindofenol.
- Hidróxido de sodio.

##### 4.2.3 MATERIALES.

- Guayaba (*Psidium guajava* L.), variedad Criolla.
- Sacarosa refinada.

#### 4.3 METODOLOGIA.

##### 4.3.1 SELECCION DE LA MATERIA PRIMA.

En esta etapa, se toman en consideración los siguientes puntos:

**VARIEDAD:** La variedad que se emplea para deshidratar es la criolla, debido a que ésta es la más comercializada en la ciudad de México; por lo tanto, su adquisición es rápida y económica.

**GRADO DE MADUREZ:** Su elección es completamente subjetiva, ya que se realiza únicamente por el color (verde amarillo) y la consistencia (firme) del fruto.

**TAMANO:** Esta clasificación se realiza manualmente, pero manteniendo aproximadamente el mismo tamaño (14-15 centímetros de diámetro ecuatorial).

**FORMA:** Durante la selección, se procura que predomine la forma ovalada.

En general, la guayaba empleada para deshidratar debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- Deben ser frescas, limpias, sanas, enteras y bien desarrolladas.
- Consistencia firme.
- Exenta de humedad exterior.
- Libre de descomposición y pudrición.
- Prácticamente sin defectos de origen mecánico, entomológico, microbiológico o genético-fisiológico.
- El color debe ser verde-amarillo o amarillo.

Cabe hacer énfasis, que la guayaba es adquirida en un local ubicado en la central de abastos.

#### 4.3.2 LAVADO.

La fruta se lava en forma manual colocándola directamente a la toma de agua durante 6 segundos.

#### 4.3.3 ANALISIS DE LA MATERIA PRIMA.

A la materia prima se le practican los siguientes analisis:

- DETERMINACION DE HUMEDAD.
- DETERMINACION DE VITAMINA C.
- DETERMINACION DE SOLIDOS SOLUBLES.

Estos analisis unicamente se realizan a la pulpa por ser la porción de la guayaba que se va a deshidratar.

El número de análisis elaborados debe ser amplio, principalmente en la determinación de vitamina C, con el fin de tener un rango de valores confiable.

##### 4.3.3.1 DETERMINACION DE HUMEDAD.(1)

Se pesa de 2 a 3 g de pulpa, y se seca en la estufa a 130°C hasta llegar a peso constante.

##### 4.3.3.2 DETERMINACION DE VITAMINA C.(13)

La cuantificación de esta vitamina se efectúa por método volumétrico.

El fundamento de este método se basa en que la vitamina C tiene la propiedad de decolorar el 2,4-diclorofenolindofenol (colorante azul), y el volumen decolorado indicará la cantidad de dicha vitamina que contiene el fruto.

#### A. PREPARACION DE LA MUESTRA.

Aproximadamente 5g de pulpa se maceran en un mortero, y con el fin de prevenir la oxidación de la vitamina C durante la extracción, se

añaden 50 ml. de una solución de ácido acético al 5% recién preparada; ésto destruye la enzima ácido ascórbico-oxidasa. Se filtra la mezcla en un matraz aforado de 100 ml., lavando cuantitativamente con agua hasta el aforo y se mezcla.

#### B. PREPARACION DE LA SOLUCION ESTANDAR DE VITAMINA C.

Se prepara una solución de ácido acético al 5% que contenga 1 mg. de vitamina C por ml.

#### C. PREPARACION DE LA SOLUCION DE INDOFENOL.

Se pesan 25 mg. de indofenol y 21 mg. de bicarbonato de sodio, se disuelven y aforan a 500 ml. con agua destilada.

Para su titulación, se emplea 1 ml. de la solución estándar de vitamina C, se añaden 9 ml. de la solución de ácido acético al 5%, y se titula con el colorante hasta observar un color rosa persistente (37.5 ml. corresponden aproximadamente a 1 mg. de vitamina C).

#### D. DETERMINACION DE VITAMINA C EN LA MUESTRA.

Se emplean 10 ml. del extracto y se añade el colorante. El color azul vira al rosa tan pronto como se pone en contacto con la solución e inmediatamente se decolora por la vitamina C; se continúa la adición del indofenol hasta que persista un color rosa en un lapso de 10 segundos; lo que significa que el volumen de colorante agregado ha reaccionado con todo el ácido presente.

La cantidad de vitamina C se calcula a partir del volumen de colorante añadido y con el título calculado anteriormente.

El resultado se expresa en mg. de vitamina C por 100 g. de pulpa.

#### 4.3.3 DETERMINACION DE SOLIDOS SOLUBLES.

Se maceran aproximadamente 10g de pulpa; una vez obtenida una papilla homogénea se filtra y se prensa para extraer el jugo del fruto, del cual se coloca una gota en el refractómetro, y se realiza la lectura correspondiente. El resultado se reporta como porciento de sólidos solubles.

#### 4.3.4 ESCALDADO-PELADO.

La fruta seleccionada se vacía manualmente a un recipiente donde se elimina la cáscara por la inmersión en una solución de sosa cáustica al 2%, en un lapso de 1 a 2 minutos. La solución de sosa cáustica se mantiene durante la operación a una temperatura de 85-90°C.

A partir de esta operación, las muestras se pesan en cada etapa para determinar el rendimiento al final del proceso.

#### 4.3.5 LAVADO.

Una vez escaldada la fruta, se somete a un lavado con agua fría, aproximadamente de 15-18°C; en el cual las muestras se frotran continuamente para eliminar los residuos de cáscara y sosa; su duración es de 15 segundos.

#### 4.3.6 DESPUNTADO.

Se eliminan los extremos del fruto (el pedúnculo y el cáliz (23)) para mejorar su presentación y evitar que impartan un color extraño al producto terminado.

#### 4.3.7 REBANADO Y PULPEADO.

El fruto se corta longitudinalmente y se eliminan las semillas.

Cabe mencionar que en las tres operaciones antes descritas, se emplean cuchillos y cucharas de acero inoxidable.

En general, los cascos obtenidos deben tener un buen acabado, sin rupturas ni residuos de piel.

##### 4.3.7.1 DEFINICION DEL PRODUCTO.

CASCOS DE GUAYABA (PSIDIUM GUAJAVA L.) ACONDICIONADOS Y DESHIDRATADOS.

Es aquella porción de la guayaba a la que se le ha eliminado la cáscara, el pedúnculo, el cáliz y la semilla; que han sido sumergidos en jarabe de sacarosa, y posteriormente son deshidratados.

##### 4.3.8 ACONDICIONADO DE LOS CASCOS.

Debido a la naturaleza ácida propia de la guayaba y por experiencias en tratamientos de secado previos; se determina que es necesario emplear jarabes, con el propósito de mejorar las características sensoriales del producto deshidratado, obteniéndose así, un balance entre las notas ácidas y dulces del producto terminado.

Con la selección de la concentración del jarabe de sacarosa más adecuada, se pretende también llevar a cabo una deshidratación parcial de los cascos antes de su deshidratación final; para tal efecto, es necesario realizar varias pruebas sensoriales preliminares a las siguientes concentraciones: 30, 37, 45 y 55°Bx.

La forma como se emplean estas soluciones se explicará posteriormente, por el momento sólo se mencionarán las características físicas y sensoriales del producto deshidratado.

Los cascos de guayaba deshidratados y acondicionados a 30°Bx., muestran una apariencia satisfactoria y sin problemas de cristalización superficial de sacarosa; en cuanto al sabor, aún predominan las notas ácidas sobre las dulces, pero una buena parte de los consumidores aceptan el producto como tal.

En el siguiente caso, una vez deshidratados los cascos acondicionados a 37°Bx. generan los siguientes comentarios:

La apariencia es aceptable principalmente su color amarillo, además, no existe cristalización superficial de sacarosa. El sabor y olor es similar al del fruto fresco, lo cual provoca una buena impresión en los consumidores.

En el caso de los cascos de guayaba deshidratados y previamente acondicionados a 45°Bx., su apariencia es aceptable a pesar de presentar una ligera cristalización superficial de sacarosa. En cuanto a su sabor, el producto sólo es aceptado por consumidores habituados a niveles elevados de sacarosa.

Por último, los cascos de guayaba deshidratados y acondicionados a 55°Bx., muestran una elevada cristalización de sacarosa, además, sensorialmente resultan inaceptables por el consumidor.

En base a los resultados generados en las pruebas, los jarabes a 30 y 37°Bx. son los seleccionados para acondicionar los cascos de guayaba antes de su deshidratación.

Durante el acondicionado final se emplean los jarabes antes mencionados a una temperatura de 20°C., y cuyo volumen debe ser el suficiente para cubrir los cascós completamente.

El acondicionado consiste en sumergir el mismo número de cascós en cada jarabe (30 y 37°Brix), en este caso se trata de 14 unidades, y registrar el cambio en el contenido de sólidos solubles de los mismos cada 30 minutos, empleando un refractómetro de campo.

La operación se considera finalizada cuando la diferencia entre lectura y lectura es mínima. Esta etapa se acelera con la agitación continua de los jarabes.

Por otra parte, debido a que la vitamina C es hidrosoluble, los recipientes empleados en el acondicionado se cubren con papel aluminio para evitar la oxidación de la vitamina C, por el efecto de la luz, y cuantificar así la cantidad perdida.

#### 4.3.9 ESCURRIDO DE LOS CASCOS.

El escurrido permite eliminar el exceso de líquido que presentan los cascós en su interior; para tal efecto, son colocados en forma invertida sobre una charola. La duración es de 15 minutos.

#### 4.3.10 DETERMINACION DEL VOLUMEN FINAL Y VITAMINA C SOLUBLE EN LOS JARABES.

Una vez retiradas las muestras, se agitan los jarabes y se registra el volumen. Se toman 2 alícuotas de 1 ml. de cada uno, se añaden 9 ml. de solución de ácido acético 5%, y se titulan en la forma descrita en el análisis de la materia prima.

El resultado se expresa en mg. de vitamina C por ml de jarabe.

#### 4.3.11 DETERMINACION DE HUMEDAD INICIAL DE LAS MUESTRAS ACONDICIONADAS ANTES DE SER DESHIDRATADAS.

Conocer la humedad inicial de la muestra es importante, pues determina la cantidad que debe ser eliminada durante la deshidratación para obtener un producto con un 20% de humedad final aproximadamente.

#### 4.3.12 DESHIDRATACION DE LAS MUESTRAS EN UN SECADOR DE CHAROLAS.

Las variables que pueden influir en la calidad final del producto deshidratado son los siguientes:

- Los cascos acondicionados a 30 y 37°Brix.
- Temperaturas de deshidratación 60 y 70°C.

Por otra parte, las condiciones que se mantienen constantes son las siguientes:

- La velocidad del aire de 1 m/seg.
- La humedad del aire empleado durante dicha operación.
- La entrada y salida del mismo en el secador.
- El número de cascos.
- El tamaño, forma y peso de los mismos.

Los controles que se tienen durante la deshidratación son los siguientes:

- Contenido de humedad residual del producto terminado.
- Contenido de vitamina C en el producto deshidratado.

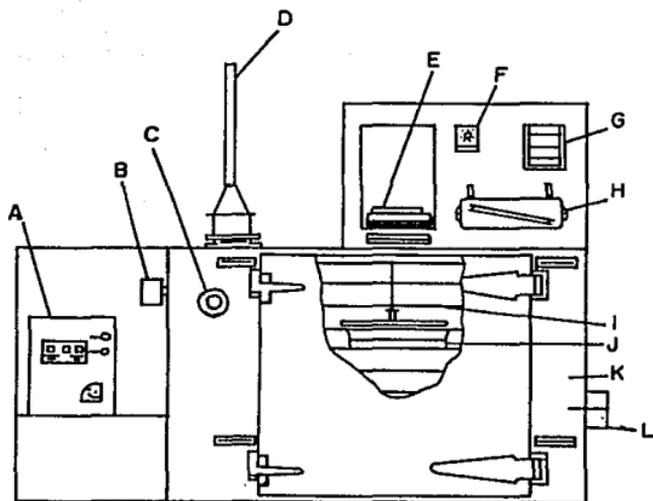
- El análisis sensorial del mismo.

La deshidratación se realiza en un secador de charolas, y los pasos involucrados en su manejo son los siguientes: (12)

- a). Encender el secador.
- b). Seleccionar la temperatura, a la cual se desea deshidratar las muestras.
- c). Seleccionar la velocidad del aire.
- d). Comprobar que funcione el termopar de carátula.
- e). Introducir un termómetro al secador para comprobar la temperatura de bulbo seco registrada por el termopar; además de un segundo termómetro para medir la temperatura de bulbo húmedo. El conocer ambas temperaturas permite determinar la cantidad de humedad que presenta el aire que se emplea durante la deshidratación.
- f). Ajustar, de acuerdo a las necesidades, las compuertas que permiten la entrada y salida de aire.
- g). Verificar que la balanza registre cero antes de tomar las lecturas.
- h). Las muestras a deshidratar se colocan, con la parte cóncava hacia arriba, sobre las charolas que se encuentran en la parte interna del secador.
- i). Registrar el peso inicial de los cascos.
- j). Mantener el secador cerrado para conservar las condiciones de estado estacionario.
- k). Tomar lecturas a intervalos fijos de 15 minutos.

En la figura 4.3.12 A. se presenta el diagrama del secador de charolas empleado para la deshidratación de los cascos de guayaba.

FIGURA 4.3.12 A. SECADOR DE CHAROLAS EMPLEADO EN LA DESHIDRATACION DE LOS CASCOS DE GUAYABA.



A. CONTROLES DE ENCENDIDO Y APAGADO.

B. SELECCION DE TEMPERATURA.

C. TERMOPAR DE CARATULA.

D. SALIDA DE AIRE.

E. BALANZA ELECTRONICA.

F. REGULADOR DE VELOCIDAD DE AIRE.

G. GRAFICADOR.

H. MANOMETRO.

I. CHAROLAS.

J. PORTA CHAROLA.

K. PUERTA DEL SECADOR.

L. ENTRADA DE AIRE.

La operación se considera finalizada cuando los cascos pierden aproximadamente un 62-65% de humedad; esta disminución es equivalente a tener una humedad final del 17-21% en los mismos.

Para seleccionar el contenido de humedad final más apropiado, se realizan varias pruebas sensoriales preliminares con cascos deshidratados a diferentes niveles de humedad, y al analizar los resultados, se observa que las muestras que oscilan entre 17-21% presentan una mayor aceptabilidad por parte de los consumidores.

#### **4.3.13 DETERMINACION DE HUMEDAD Y VITAMINA C EN LAS MUESTRAS DESHIDRATADAS.**

Los análisis se realizan a cada una de las variables en estudio con las técnicas ya descritas.

#### **4.3.14 ANALISIS SENSORIAL.(18)**

El análisis sensorial tiene como objetivo conocer cual de las dos muestras de guayaba, acondicionadas (30 y 37°Bx.) y deshidratadas a 70°C, presenta mayor aceptación por parte de los consumidores habituales; así como determinar su nivel de agrado ante dicha muestra.

La selección de las muestras que deben participar en el análisis sensorial definitivo, se realiza tal como se menciona en las pruebas preliminares para establecer las condiciones del acondicionado de los cascos. Por otra parte, las personas que participan en esas evaluaciones preliminares, no deben hacerlo en la prueba final, ya que su respuesta estará influida por conocer la problemática de antemano.

En la prueba final se emplean las muestras deshidratadas a 70°C, por presentar características similares a las del fruto fresco, y por requerir menor tiempo de deshidratación; además no se cuenta con un número suficiente de cascos, ya que la selección adecuada de la materia prima durante su compra es limitada.

#### A. SELECCION DE MUESTRAS.

Los cascos de guayaba deshidratados deben ser representativos del material en estudio. Se eliminan los que estén fuera de especificaciones. En este caso, es muy importante que presenten una humedad del 17-21%.

#### B. PRESENTACION DE MUESTRAS.

Se trata de mantener uniformidad en la presentación hacia los jueces. Esto incluye: cantidad servida, apariencia de la muestra entregada y recipiente empleado para colocarlas.

La cantidad debe ser la suficiente para que el juez perciba libremente sus características. Sin embargo, la disponibilidad de cascos deshidratados es baja, por lo que únicamente se les entrega un cuarto de casco, y así, incrementar el número de jueces.

Es importante considerar el orden de presentación para evitar que los jueces respondan de una manera diferente, sólo por la posición que guarda una muestra con respecto a otra. Para tal efecto, se impone un orden constante en la presentación; es decir, la primera muestra ocupa la posición izquierda el mismo número de veces que lo hace la segunda muestra.

Finalmente, para tener la certeza de que se evalúan de manera constante, se le indica al juez que las pruebe de izquierda a derecha.

La identificación de cada muestra se lleva a cabo mediante una codificación, la cual consta de tres dígitos, tomada al azar de una tabla de números aleatorios.

#### C. JUECES.

Los jueces afectivos que participan en el presente estudio tienen las siguientes características:

- \* Actividad: Estudiantes de la UNAM.
- \* Edad: 19 a 25 años.
- \* Sexo: Se aplica al 50% de cada sexo.
- \* Afinidad por el producto en estudio. Para tal efecto, se pregunta en primer instancia si la guayaba fresca es de su agrado.
- \* Número de jueces: Se emplean 100 jueces, los cuales son consumidores habituales de la guayaba y desconocen la problemática del estudio.

#### D. TIPO DE PRUEBA SENSORIAL.

En base a los objetivos trazados inicialmente, se seleccionan las siguientes pruebas:

- \* Prueba de preferencia.
- \* Prueba de nivel de agrado (prueba hedónica).

#### **E. HORARIO Y DURACION DE LA PRUEBA.**

La evaluación sensorial se formula de tal modo que sea lo más breve posible, aproximadamente 10 minutos, para no interferir con las actividades de los participantes.

El horario que se escoge para efectuar las pruebas es de las 10 a las 12 horas, ya que los jueces durante este lapso son más objetivos ante los alimentos.

#### **F. HOJA DE RESPUESTA.**

La hoja de respuesta presentada a los jueces indica en forma clara, sencilla y directa lo siguiente:

EDAD \_\_\_\_\_ AÑOS

SEXO \_\_\_\_\_

INSTRUCCIONES: FRENTE A USTED TIENE DOS MUESTRAS DE GUAYABA DESHIDRATADA. PRUEBE LAS MUESTRAS DE IZQUIERDA A DERECHA E INDIQUE CON UNA "X" CUAL MUESTRA PREFERE.

MUESTRA	442	701
PREFERENCIA	_____	_____

UNA VEZ SELECCIONADA LA MUESTRA DE SU PREFERENCIA FAVOR DE INDICAR CON UNA "X" SU NIVEL DE AGRADO, DE ACUERDO CON LA ESCALA QUE SE PRESENTA A CONTINUACION:

DISGUSTA	INDIFERENTE	GUSTA
----- 1	----- 1	----- 1

GRACIAS POR SU COLABORACION.

NOTA: Las claves 442 y 701 corresponden a los cascos de guayaba acondicionados a 30 y 37°Bx., respectivamente.

Con el fin de evitar que influya en la apreciación de los jueces la posición que guardan las muestras durante la prueba sensorial, se intercambian las claves para que cada muestra ocupe la posición izquierda el mismo número de ocasiones.

La escala empleada en la prueba hedónica es no estructura, que cuenta con tres puntos descriptores (disgusta, indiferente y gusta) y una longitud de 10 cm. El fijar esta longitud facilita el análisis estadístico de los resultados.

Se debe señalar que a cada descriptivo le corresponde la siguiente calificación en centímetros:

Descripción	Calificación (cm)
disgusta	0
indiferente	5
gusta	10

Para conocer la calificación de cada juez, solamente se mide la distancia que existe entre el inicio de la escala y el punto seleccionado.

#### G. CUADRO DE ORGANIZACION DE DATOS Y RESULTADOS.

##### - PRUEBA DE PREFERENCIA.

Para la prueba de preferencia se utiliza el siguiente cuadro:

MUESTRA	SEXO		TOTAL
	MASCULINO	FEMENINO	
442	-----	-----	-----
701	-----	-----	-----
TOTAL	-----	-----	-----

En cada línea se indicará el número de personas que prefieren tal muestra.

- PRUEBA HEDONICA.

La condensación de las calificaciones generadas en la prueba hedónica, se realiza de la siguiente manera:

CALIFICACION (X) cm.	FRECUENCIA (F)	(FRECUENCIA) (X) (F) (X)
10	-----	-----
9	-----	-----
8	-----	-----
7	-----	-----
6	-----	-----
5	-----	-----

H. ANALISIS ESTADISTICO DE LOS RESULTADOS.

El análisis estadístico se realiza como si se tratara de una prueba de comparación pareada, para determinar si existe diferencia significativa entre las respuestas generadas por parte del sexo masculino, femenino y el total de los jueces entrevistados; conociendo si existe diferencia, se determina cual de las dos muestras evaluadas tiene mayor preferencia.

En cuanto a la prueba hedónica, se calcula la media y la desviación estándar de las calificaciones obtenidas para la muestra de mayor preferencia, las cuales son empleadas posteriormente como estimadores para conocer la opinión media poblacional de dicha muestra. Esta estimación se realiza suponiendo que las calificaciones presentan una distribución normal.

**CAPITULO 5**  
**RESULTADOS Y DISCUSION**

**5.1 RENDIMIENTO DE CASCOS.**

En la siguiente tabla, 5.1 A, se observa que el rendimiento de cascOS es bajo, lo cual se debe al elevado contenido de semilla presente en la guayaba fresca.

**TABLA 5.1 A RENDIMIENTO DE CASCOS.**

PORCION	PROMEDIO (%)
MATERIA PRIMA	
cáscara	5
pedúnculo y caliz	4
semilla	38
cascos (pulpa)	53
total	100

**5.2 ANALISIS DE LA MATERIA PRIMA.**

Se observa que los valores de humedad y sólidos solubles, tabla 5.2 A, no varían apreciablemente, y se encuentran próximos a los datos reportados.

Por otro lado, el contenido de vitamina C presenta una amplia variabilidad de un fruto a otro. El control de dicha vitamina resulta difícil, a pesar de que se trata de tener un grado de madurez semejante. No obstante, el contenido de vitamina C está dentro de los valores reportados en la literatura.

TABLA 5.2 A ANALISIS DE LA MATERIA PRIMA.

ANALISIS	PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR
HUMEDAD (%)	81.5	2.9
VITAMINA C (mg./100 g.pulpa)	252	43
SOLIDOS SOLUBLES (%)	12.4	0.5

### 5.3 ACONDICIONADO DE LOS CASCOS.

Al contrastar el cambio en la concentración de los jarabes conforme transcurre el acondicionado, tabla 5.3 A-B, se observa que los cascos que se encuentran en el jarabe a 30°Bx., necesitan de un mayor tiempo de tratamiento para que el cambio en el contenido de sólidos solubles sea mínimo.

En otras palabras, la velocidad de deshidratación parcial que se está llevando a cabo durante el acondicionado, es mayor en los cascos que se encuentran en el jarabe a 37°Bx., pues sólo requieren de 1 hora 30 minutos a 2 horas; en cambio, los cascos sumergidos en el jarabe a 30°Bx. necesitan de 2 horas a 2 horas 30 minutos de acondicionado.

Para ver de manera más clara como ocurre el cambio en el contenido de sólidos solubles, se determina la media de cada lectura en cada tiempo, tabla 5.3 C, y se grafican estos valores obtenidos contra tiempo (gráfica 1).

**TABLA 5.3 A-B CAMBIO EN EL CONTENIDO DE SOLIDOS SOLUBLES EN LOS JARABES DURANTE EL ACONDICIONADO DE LOS CASCOS DE GUAYABA.**

**DATOS GENERALES**

VOLUMEN INICIAL DE LOS JARABES ..... 400 ml.  
 TEMPERATURA DEL JARABE ..... 20°C.  
 NUMERO DE CASCOS SUMERGIDOS ..... 14.  
 EN CADA JARABE

**TABLA 5.3 A CAMBIO EN EL CONTENIDO DE SOLIDOS SOLUBLES EN EL JARABE A 30°C.**

TIEMPO (HORAS)	NUMERO DE ENSAYOS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0.5	28.5	28.3	28.5	28.6	28.8	28.9	28.6	28.0
1.0	28.2	28.1	28.0	28.3	28.4	28.4	28.1	27.6
1.5	27.8	28.1	27.7	27.8	28.1	27.9	28.2	27.3
2.0	27.6	27.7	27.4	27.5	27.7	27.8	27.4	27.0
2.5	27.2	27.6	27.2	27.5	27.4	----	27.1	27.0

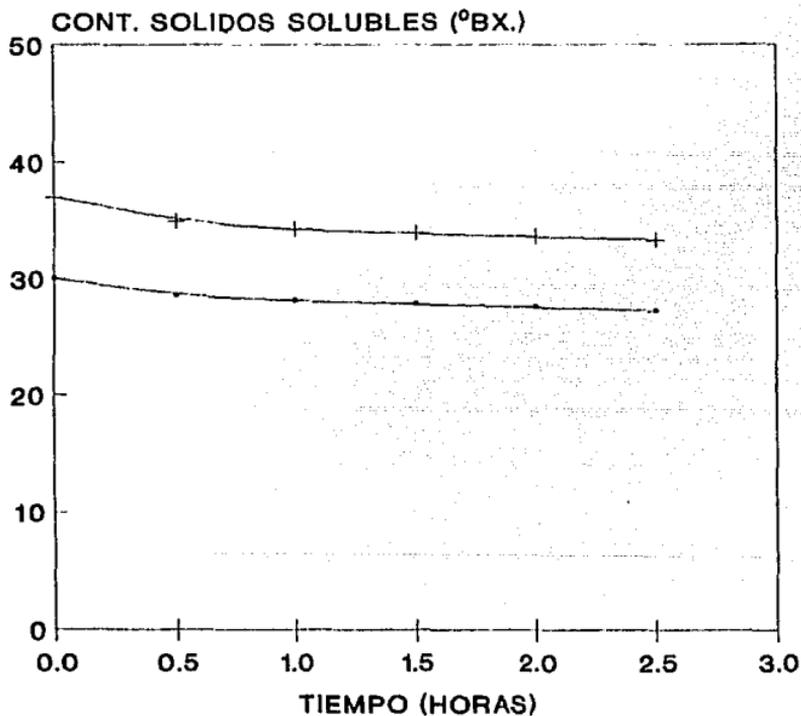
**TABLA 5.3 B CAMBIO EN EL CONTENIDO DE SOLIDOS SOLUBLES EN EL JARABE A 37°C.**

TIEMPO (HORAS)	NUMERO DE ENSAYOS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0.5	34.6	34.5	34.7	35.0	35.4	35.6	35.4	34.2
1.0	33.8	33.9	34.2	34.2	35.0	34.7	34.7	33.5
1.5	33.5	33.9	33.3	33.9	34.7	34.4	34.3	33.2
2.0	33.4	33.9	33.2	33.5	34.0	34.5	33.7	32.9
2.5	33.1	33.7	33.2	33.2	33.9	----	33.5	32.8

**TABLA 5.3 C MEDIA DE LAS LECTURAS DEL CONTENIDO DE SOLIDOS SOLUBLES EN AMBOS JARABES DURANTE EL ACONDICIONADO.**

<b>TIEMPO (HORAS)</b>	<b>CONTENIDO DE SOLIDOS SOLUBLES</b>	
	<b>30°BRIX</b>	<b>37°BRIX</b>
0.0	30.0	37.0
0.5	28.5	34.9
1.0	28.1	34.2
1.5	27.8	33.9
2.0	27.5	33.6
2.5	27.2	33.3

GRAFICA 1. CAMBIO EN EL CONTENIDO DE SOLIDOS SOLUBLES DURANTE EL ACONDICIONADO.



— ACOND. 30°BX.    + ACOND. 37°BX.

acond = acondicionado

#### 5.4 ANALISIS DE LOS JARABES.

El volumen final del jarabe a 30°Bx., en cada uno de los ensayos, no presenta una variación tan significativa como la que ocurre en el jarabe a 37°Bx. Es importante hacer mención, que estos valores dependen en gran medida de la cantidad de líquido que se recupere después del escurrido.

El incremento en el volumen del jarabe a 37°Bx., se debe a la deshidratación parcial que experimentan los cascos, la cual es más evidente que la que ocurre en los cascos acondicionados a 30°Bx.

Con respecto al contenido de vitamina C, existe una ligera diferencia de un jarabe a otro por no tratarse del mismo volumen; pero en general, la pérdida de esta vitamina es de 6 a 10 mg. por casco.

TABLA 5.4 A VOLUMEN FINAL Y CONTENIDO DE VITAMINA C EN LOS JARABES DESPUES DEL ACONDICIONADO.

CONTENIDO DE SOLIDOS SOLUBLES.			
30°BRIX		37°BRIX	
VOLUMEN (ML)	MG.DE VITAMINA C POR ML DE JARABE	VOLUMEN (ML)	MG.DE VITAMINA C POR ML DE JARABE
394	0.379	400	0.307
395	0.329	399	0.254
396	0.258	407	0.207
395	0.268	406	0.348
395	0.269	399	0.252
394	0.362	400	0.241
395	0.434	405	0.230

## 5.5 DETERMINACION DE HUMEDAD DE LOS CASCOS ACONDICIONADOS.

En la siguiente tabla, 5.5 A, se observa el efecto que tiene el acondicionado en el contenido de humedad inicial de los cascos antes de su deshidratación. Tal efecto se puede comprobar si se hace una comparación de estos valores con los obtenidos para la guayaba fresca, por lo que se ve que existe una ligera deshidratación parcial de los cascos, la cual puede constatarse al realizar el análisis de los jarabes.

La deshidratación parcial en los cascos acondicionados a 37°Bx., como era de esperarse, es ligeramente mayor que la desarrollada por los acondicionados a 30°Bx.

**TABLA 5.5 A PORCIENTO DE HUMEDAD DE LOS CASCOS ANTES Y DESPUES DE SU DESHIDRATACION BAJO LAS DIFERENTES VARIABLES.**

VARIABLES ESTUDIADAS		HUMEDAD	
ACONDICIONADO (°BRIX)	TEMPERATURA (°C)	INICIAL (%)	FINAL (%)
30	60	74-76	17-21
	70	74-76	17-20
37	60	71-73	18-21
	70	72-74	17-21

## 5.6 CURVAS DE SECADO DE LOS CASCOS DESHIDRATADOS.

En las tablas 5.6 A-D se presentan los resultados obtenidos durante la deshidratación de los cascos de guayaba para cada una de las variables estudiadas.

Con estos valores se grafica KGS.AGUA/KGS.S.S. contra tiempo para obtener las curvas de secado, gráfica 2, de los cascós de guayaba deshidratados.

TABLA 5.6 A DETERMINACION DE LA PERDIDA DE HUMEDAD DE LOS CASCOS ACONDICIONADOS A 30°BRIX, CADA 15 MINUTOS Y UNA TEMPERATURA DE 60°C.

-----  
**DATOS GENERALES**  
 -----

TEMPERATURA DE BULBO SECO .....	60°C.
TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO .....	29°C.
VELOCIDAD DEL AIRE .....	1 m/seg.
HUMEDAD DEL AIRE .....	0.034 kg.agua/kg.aire seco.
INTERVALOS .....	15 minutos.
NUMERO DE CASCOS .....	11
PESO INICIAL DE LOS CASCOS .....	0.1311 kilogramos.
HUMEDAD INICIAL PROMEDIO .....	75%
HUMEDAD FINAL .....	17-21%
TIEMPO DE SECADO .....	255-270 minutos.

-----

TIEMPO (MIN.)	PESO DE LOS CASCOS (KGS.)	KGS.AGUA/KGS.S.S.
0	0.1311	3.0
30	0.1131	2.4508
45	0.1025	2.1273
60	0.0935	1.8527
75	0.086	1.6239
90	0.0797	1.4317
105	0.0742	1.2639
120	0.0695	1.1205
135	0.0653	0.9923
150	0.0616	0.8794
165	0.0582	0.7757
180	0.0551	0.6811
195	0.0525	0.6018
210	0.0501	0.5286
225	0.0481	0.4675
240	0.0463	0.4126
255	0.0447	0.3638
270	0.0433	0.3211

-----

**TABLA 5.6 B DETERMINACION DE LA PERDIDA DE HUMEDAD DE LOS CASCOS ACONDICIONADOS A 37°BRIX, CADA 15 MINUTOS Y UNA TEMPERATURA DE 60°C.**

**DATOS GENERALES**

TEMPERATURA DE BULBO SECO .....	60°C.
TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO .....	29°C.
VELOCIDAD DEL AIRE .....	1 m/seg.
HUMEDAD DEL AIRE .....	0.034 kg.agua/kg.aire seco.
INTERVALOS .....	15 minutos.
NUMERO DE CASCOS .....	11
PESO INICIAL DE LOS CASCOS .....	0.1242 kilogramos.
HUMEDAD INICIAL PROMEDIO .....	72%
HUMEDAD FINAL .....	18-21%
TIEMPO DE SECADO .....	240-255 minutos.

TIEMPO (MIN.)	PESO DE LOS CASCOS (KGS.)	KGS.AGUA/KGS.S.S.
0	0.1242	2.5714
30	0.1029	1.9589
45	0.0927	1.6656
60	0.0847	1.4355
75	0.0783	1.2573
90	0.0732	1.1048
105	0.0688	0.9783
120	0.0648	0.8633
135	0.0612	0.7598
150	0.058	0.6678
165	0.0551	0.5844
180	0.0525	0.5096
195	0.0504	0.4492
210	0.0486	0.3975
225	0.0471	0.3543
240	0.0457	0.3141
255	0.0445	0.2796

TABLA 5.6 C DETERMINACION DE LA PERDIDA DE HUMEDAD DE LOS CASCOS ACONDICIONADOS A 30°BRIX, CADA 15 MINUTOS Y UNA TEMPERATURA DE 70°C.

DATOS GENERALES

TEMPERATURA DE BULBO SECO .....	70°C.
TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO .....	33°C.
VELOCIDAD DEL AIRE .....	1 m/seg.
HUMEDAD DEL AIRE .....	0.044 kg.agua/kg.aire seco.
INTERVALOS .....	15 minutos.
NUMERO DE CASCOS .....	11
PESO INICIAL DE LOS CASCOS .....	0.1221 kilogramos.
HUMEDAD INICIAL PROMEDIO .....	75%
HUMEDAD FINAL .....	17-20%
TIEMPO DE SECADO .....	225-240 minutos.

TIEMPO (MIN.)	PESO DE LOS CASCOS (KGS.)	KGS.AGUA/KGS.S.S.
0	0.1221	3.0
30	0.1032	2.3808
45	0.094	2.0794
60	0.0858	1.8108
75	0.0787	1.5782
90	0.0731	1.3947
105	0.0682	1.2342
120	0.0633	1.0737
135	0.059	0.9328
150	0.0551	0.805
165	0.0518	0.6969
180	0.0491	0.6085
195	0.0467	0.5298
210	0.0446	0.461
225	0.0435	0.425
240	0.0422	0.3824

**TABLA 5.6 D DETERMINACION DE LA PERDIDA DE HUMEDAD DE LOS CASCOS ACONDICIONADOS A 37°BRIX, CADA 15 MINUTOS Y UNA TEMPERATURA DE 70°C.**

**DATOS GENERALES**

TEMPERATURA DE BULBO SECO .....	70°C.
TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO .....	33°C.
VELOCIDAD DEL AIRE .....	1 m/seg.
HUMEDAD DEL AIRE .....	0.044 kg.agua/kg.aire seco.
INTERVALOS .....	15 minutos.
NUMERO DE CASCOS .....	11
PESO INICIAL DE LOS CASCOS .....	0.1414 kilogramos.
HUMEDAD INICIAL .....	73%
HUMEDAD FINAL .....	17-21%
TIEMPO DE SECADO .....	195-210 minutos.

TIEMPO (MIN.)	PESO DE LOS CASCOS (KGS.)	KGS.AGUA/KGS.S.S.
0	0.1414	2.7037
30	0.1193	2.1248
45	0.1078	1.8236
60	0.098	1.5669
75	0.0904	1.3678
90	0.0835	1.1871
105	0.0773	1.0247
120	0.0713	0.8675
135	0.0661	0.7313
150	0.0616	0.6134
165	0.0579	0.5165
180	0.0547	0.4327
195	0.052	0.362
210	0.0496	0.2991

**5.7 EFECTO DEL ACONDICIONADO DE LOS CASCOS EN LAS CURVAS DE SECADO.**

Al contrastar las curvas de secado, gráfica 2, de los cascots de guayaba acondicionados, se observa que los acondicionados a 37°Bx. sufren una disminución más marcada en la velocidad de secado en comparación con las muestras acondicionadas a 30°Bx.: tal efecto es causado por presentar un mayor contenido de sólidos. Sin embargo, este acondicionado favorece una mayor disminución en la humedad

inicial de los cascos antes de su deshidratación, por lo tanto, el tiempo total de deshidratación es menor que el requerido para las muestras acondicionadas a 30°Bx.

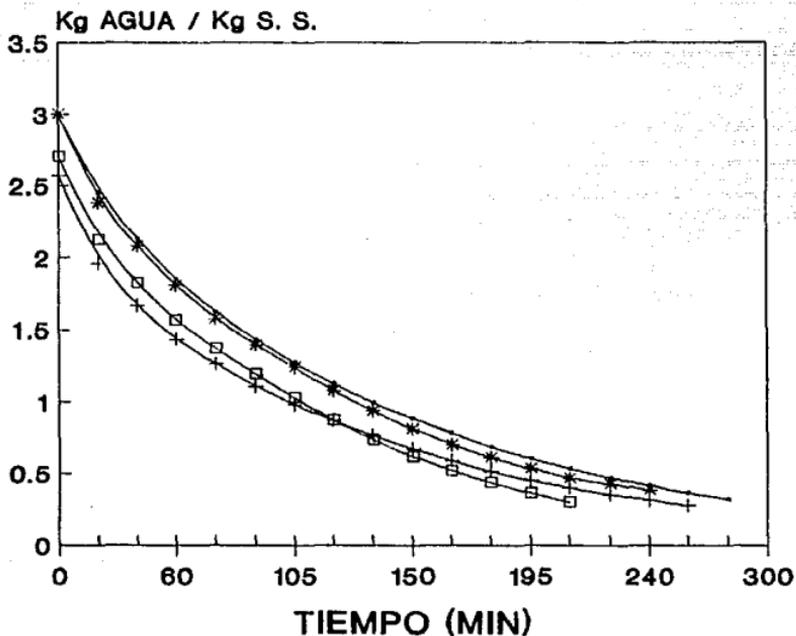
#### 5.8 EFECTO DE LA TEMPERATURA DE DESHIDRATACION EN LAS CURVAS DE SECADO.

Como es de esperarse, gráfica 2, el incremento en la temperatura de deshidratación provoca un considerable aumento en la velocidad de secado en ambas muestras acondicionadas, y por lo tanto, el tiempo total de deshidratación se reduce sustancialmente.

TABLA 5.8 A TIEMPOS DE SECADO NECESARIOS PARA LA DESHIDRATACION DE LOS CASCOS EN CADA UNO DE LOS VARIABLES ESTUDIADAS.

ACONDICIONADO (°BRIX)	TEMPERATURA DE DESHIDRATACION	
	60°C	70°C
30	255-270	225-240
37	240-255	195-210

**GRAFICA 2**  
**CURVAS DE SECADO DE LOS CASCOS**  
**DE GUAYABA DESHIDRATADOS**



—+— acond 30°Bx. 60°C

+—+ acond 37°Bx. 60°C

\*—\* acond 30°Bx. 70°C

□—□ acond 37°Bx. 70°C

acond = acondicionado

### 5.9 EFECTO DE LA TEMPERATURA EN EL CONTENIDO DE VITAMINA C DE LOS CASCOS DESHIDRATADOS.

Como se mencionó anteriormente, al incrementar la temperatura de trabajo existe una disminución en el tiempo total de deshidratación, lo cual provoca una destrucción térmica de la vitamina C relativamente menor que cuando se trabaja a una temperatura de 60°C.

Estas diferencias en el contenido de vitamina se observan en la siguiente tabla:

**TABLA 5.9 A CONTENIDO DE VITAMINA C EN LOS CASCOS DESPUES DE SU DESHIDRATAACION BAJO LOS DIFERENTES PARAMETROS ESTUDIADOS.**

ACONDICIONADO (°BRIX)	TEMPERATURA DE DESHIDRATAACION	
	60°C	70°C
30	280-370	290-400
37	300-340	300-370

**NOTA:** Los resultados se reportan como mg. de vitamina por 100 g. de cascotes deshidratados.

Sin embargo, esta destrucción no sólo ocurre por efecto de la temperatura, pero es la causa más importante. Además, si se hace una comparación del contenido de esta vitamina entre el producto deshidratado, la guayaba fresca y otras frutas y vegetales, se observa que éste primero sigue siendo una buena fuente de dicho nutrimento. (tabla 3.1.6 A)

#### 5.10 EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LAS CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS DE LOS CASCOS DE GUAYABA DESHIDRATADOS.

El incremento en la temperatura de trabajo provoca un ligero oscurecimiento, principalmente en los cascos acondicionados a 37°Bx., tal efecto, es provocado por la caramelización de los azúcares, la cual es favorecida por el pH del fruto. Estos cambios en el color se indican en la tabla 5.10 A.

Por otro lado, mediante un consenso general, se observa que los cascos de guayaba acondicionados a 37°Bx. presentan un sabor y olor similar al del fruto fresco.

TABLA 5.10 A EFECTO DE LA TEMPERATURA EN EL COLOR DE LOS CASCOS DE GUAYABA DESHIDRATADOS.

ACONDICIONADO (°BRIX)	TEMPERATURA DE DESHIDRATACION	
	60°C	70°C
30	AMARILLO CLARO	AMARILLO CLARO
37	AMARILLO CLARO	AMARILLO LIGERAMENTE OSCURO

#### 5.11 RENDIMIENTO FINAL DE LOS CASCOS DESHIDRATADOS EN RELACION A LA MATERIA PRIMA.

Se observa que el rendimiento de los cascos de guayaba ya deshidratados es bajo, debido a la gran cantidad de semilla presente en la guayaba fresca. No obstante, esta desventaja permite manejar cascos con un espesor delgado, lo que repercute directamente en una mayor velocidad de deshidratación y, por lo tanto, un tiempo de deshidratación menor. El rendimiento de cascos es del 18-20%.

## 5.12 ANALISIS SENSORIAL.

### 5.12.1 PRUEBA DE PREFERENCIA.

Dicha prueba genera los siguientes resultados:

MUESTRA	SEXO		TOTAL
	MASCULINO	FEMENINO	
442	20	17	37
701	30	33	63
TOTAL	100	100	100

Para determinar si existe diferencia significativa entre las respuestas, se busca en la tabla destinada para las pruebas de preferencia por pares, cuál es el número mínimo de jueces para detectar si existe tal diferencia.

Si se efectúan 50 juicios por cada sexo, y se desea manejar un nivel de confiabilidad del 95%, se observa que se requiere como mínimo de 33 personas para determinar si existe diferencia significativa entre las respuestas.

En cuanto al sexo masculino, no se detecta diferencia significativa entre las respuestas, por lo tanto, el gusto por los cascos de guayaba acondicionados a 30 y 37<sup>o</sup>Bx. se encuentra equilibrado.

En relación al sexo femenino, si existe tal diferencia entre sus respuestas, y en base a eso, los cascos acondicionados a 37<sup>o</sup>Bx. resultan ser los de mayor preferencia.

En lo que respecta al total de juicios, si existe diferencia y la muestra de mayor preferencia es la acondicionada a 37°Bx.

### 5.12.2 PRUEBA HEDONICA.

Las calificaciones proporcionadas por los jueces que presentan preferencia por los cascotes de guayaba acondicionados a 37°Bx., se encuentran agrupadas en el siguiente cuadro:

CALIFICACION (X) cm.	FRECUENCIA (F)	(FRECUENCIA) (X) (F) (X)
10	37	370
9	10	90
8	9	72
7	2	14
6	3	18
5	2	10

NOTA: Por razones practicas, se realiza una aproximación a la unidad inmediata superior o inferior de la calificación según sea el caso.

De las calificaciones anteriores, se calcula su media y desviación estándar, las cuales son las siguientes:

media ..... 9.1 cm.

desviación estándar ... 1.3 cm.

A partir de estos resultados, se observa que el nivel de agrado de los jueces que prefieren los cascotes de guayaba acondicionados a 37°Bx., oscila entre 7.8 y 10.4 cm.; lo cual es equivalente a decir que dicha muestra es del agrado de los jueces.

### 5.12.3 ESTIMACION DE LA MEDIA POBLACIONAL.

Para calcular la media poblacional del nivel de agrado de todas las personas que prefieren la muestra acondicionada a 37°Bx., se necesita conocer la media y desviación estándar muestrales; además, se supone que las calificaciones muestrales presentan una distribución normal.

La media poblacional se calcula con la siguiente expresión: .

$$P \left( \bar{X} - Z * \frac{S}{n} \leq \mu \leq \bar{X} + Z * \frac{S}{n} \right) = 95\% \dots (1)$$

En donde:

P Probabilidad de que la media poblacional se encuentre en el intervalo anterior.

$\bar{X}$  Media muestral.

Z Número de desviaciones típicas de la media muestral.

$\frac{S}{n}$  Error estándar.

n Tamaño de la muestra.

$\mu$  Media poblacional.

Como se mencionó anteriormente, suponiendo que las calificaciones obedecen a una distribución normal, el valor de Z para un nivel de confiabilidad del 95% es de 1.96.

Sustituyendo los datos en la fórmula (1):

$$P (9.1 - 1.96 * 0.163) \leq \mu \leq 9.1 + 1.96 * 0.163) = 95\%$$

$$P (8.7 \leq \mu \leq 9.4) = 95\%$$

El resultado anterior, indica que la media poblacional del nivel de agrado de todas las personas que prefieren los cascos de guayaba acondicionados a 37°Bx., se encuentra en el intervalo de 8.7-9.4 cm. con un nivel de confiabilidad del 95%. En otras palabras, estos cascos de guayaba son agradables al gusto del consumidor.

## CAPITULO 6

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 CONCLUSIONES.

- 1). La guayaba resulta ser un fruto flexible para una gran diversidad de procesos. En el presente estudio, se demuestra que es posible elaborar cascos de guayaba deshidratados con características sensoriales aceptables por parte del consumidor.
- 2). Es indispensable, tener uniformidad en las características iniciales de la guayaba (madurez, tamaño y forma) para evitar, en cierta medida, problemas durante cualquier etapa del proceso, principalmente en la deshidratación propiamente dicha.
- 3). Se observa que las concentraciones de los jarabes de sacarosa más adecuadas para acondicionar los cascos, y por tal efecto, mejorar las características sensoriales del producto deshidratado, son 30 y 37°Bx. Por otra parte, la duración de dicho tratamiento oscila entre las 2 horas a 2 horas 30 minutos y de 1 hora 30 minutos a 2 horas, respectivamente.
- 4). El acondicionado de los cascos, en ambos jarabes, tiene un efecto en el tiempo total de deshidratación, observándose que los acondicionados a 30°Bx. requieren de un mayor tiempo, aproximadamente de 45 minutos, que los acondicionados a 37°Bx.
- 5). La pérdida de vitamina C, por solubilización en los jarabes, es aproximadamente de 6 a 10 mg. por casco.

- 6). El incremento en la temperatura de deshidratación provoca una marcada disminución en el tiempo total de deshidratación, la cual es de aproximadamente de 35 minutos para los cascos acondicionados a 30°Bx., y 60 minutos para los acondicionados a 37°Bx.
- 7). El aumento en la temperatura de trabajo genera un ligero incremento en la intensidad del color de los cascos deshidratados, principalmente en los acondicionados a 37°Bx., debido a las reacciones de caramelización de los azúcares.
- 8). Se observa que los cascos deshidratados con un contenido de humedad final del 17-21%, muestran mayor aceptación por los consumidores.
- 9). La pérdida de vitamina C en el producto terminado es mayor cuando la temperatura de deshidratación es de 60°C. No obstante, el producto sigue siendo una buena fuente de este nutriente comparado con otras frutas y vegetales en estado fresco.
- 10). El rendimiento final de los cascos deshidratados en relación a la materia prima es bajo, 18-20%, debido al gran contenido de semilla presente en la guayaba.
- 11). Finalmente, se concluye que un acondicionado en un jarabe a 37° Bx. y una temperatura de deshidratación de 70°C., son las condiciones más adecuadas para elaborar cascos de guayaba deshidratados, por las siguientes razones:

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

- a). El tiempo total de deshidratación es el más bajo, aproximadamente 2 horas 30 minutos, en comparación con las demás condiciones de secado.
- b). Las características del producto deshidratado resultan ser similares a las del fruto fresco, como es: color, sabor y olor.
- c). Son las condiciones bajo las cuales el contenido de vitamina C en el producto es elevado.
- d). Y sensorialmente, resulta ser el producto con características más agradables al gusto de los consumidores habituales de la guayaba.

## 6.2 RECOMENDACIONES PARA FUTUROS ESTUDIOS.

- 1). Optimización de tiempos del proceso, principalmente durante el acondicionado.
- 2). Emplear un jarabe con una combinación de sacarosa y glucosa, como agentes edulcorantes, durante el acondicionado.
- 3). Aprovechamiento de los desechos generados durante el proceso, como es el caso de la semilla.
- 4). Realizar pruebas de estabilidad del producto deshidratado bajo diferentes condiciones de almacenamiento.
- 5). Elaborar un estudio técnico-económico, para predecir las posibilidades de éxito en el mercado de los cascós de guayaba deshidratados.

## BIBLIOGRAFIA

1. A.O.A.C. Official Methods of Analysis of the Association of official Analytical Chemists (1980).
2. Asenjo C.F. et al. Vitamins in canned Puerto Rican Fruit Juices and Nectars. Universidad de Puerto Rico. J. Agric. S2(1):64-70 (1968).
3. Badui D.S. Química de los alimentos. 1a. edición. Editorial Limusa, México (1981).
4. Boyers W.W. and De Villiers D.J.R. Vitamin C content in guavas Farming in South Africa 17:319-336 (1942).
5. Cañizares J.Z. La guayaba y otras frutas Myrtáceas. Instituto del Libro. Edición Revolucionaria. La Habana Cuba.(1968).
6. Cheftel J.C., Cheftel H., Besancon P. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Volumen 2. Editorial Acribia, Zaragoza (1986).
7. CONAFRUT Fruticultura Mexicana. Información económica. Subdirección de Desarrollo Comercial S.A.R.H.,(1978).
8. CONAFRUT Inventario Frutícola Nacional (1986).
9. CONAFRUT Inventario Frutícola Nacional (1987).
10. CONAFRUT Inventario Frutícola Nacional (1988).

11. Desrosier N.W. Conservación de los alimentos. 2a. edición. Editorial C.E.C.S.A., México (1963).
12. Escalante A.M.O. Cinética de deshidratación de mamey (Calocarpum sapota "JACQ" MERR). Tesis profesional para obtener el título de Químico Farmacéutico Biólogo. Escuela de Química. Universidad Motolinía, A.C. México. (1989).
13. Fisher B.P.Sc., Bender E.A. Valor nutritivo de los alimentos. 1a. edición. Editorial Limusa. México (1972).
14. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (M.A.P.A.). Conservación de frutas y hortalizas. Manuales de técnica agropecuaria. 2a. edición. Editorial Acribia. España (1971).
15. Moreno F.M.G. Posibles alternativas para el aprovechamiento integral de la guayaba. Trabajo monográfico de actualización. Tesis profesional para obtener el título de Químico Farmacéutico Biólogo. Facultad de Química. U.N.A.M. México, (1990).
16. Muñoz S.G. Seminarios Frutícolas INIA-CIAB. Comp. Agrícola Experimental de Pabellón Ags. (1975).
17. OEA Seminario sobre procesamiento de frutas tropicales, México. Unidad de Desarrollo Tecnológico. Depto. de Asuntos Científicos. Programa de Desarrollo Científico y Tecnológico. (1976).

18. Pedrero F.D.L., Pangborn R.M. Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos. 1a. edición. Editorial Alhambra Mexicana. México (1989).
19. Potter N. La ciencia de los alimentos. Editorial Edutex, S.A. México (1978).
20. Rodrigo M. P. Lorenzo, J. Safón. Optimización de la técnicas de esterilización por calor. 11. Concepto actualizado de la esterilización por calor y efectos de la misma sobre los alimentos. Cinética y parámetros. Rev. Agroquímica. Tecnología de Alimentos. 20 (4) 425-443 (1980).
21. Ruiz G.L.M.S. Obtención y conservación de pulpa de guayaba (*Psidium guajaba* L.) proveniente de variedades criollas. Tesis profesional para obtener el título de Químico Farmacéutico Biólogo. Facultad de Química. U.N.A.M., México. (1983).
22. S.A.R.H. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola Nacional. Dirección General de Estudios, Información y Estadística Sectorial. México, (1985).
23. Schneider, Scarborough. Cultivo de árboles frutales. 1a. edición. Editorial C.E.C.S.A. México, (1961).
24. Webber H.J. The vitamin C content of guavas Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 45 : 87-94 (1944).

## APENDICE

### CALCULO DE "Ps". (KILOGRAMOS DE SOLIDO SECO).

Es necesario determinar la cantidad de cascos de guayaba en kilogramos de sólido seco, para lo cual es indispensable obtener la humedad inicial de estos, posteriormente al 100% se le resta la humedad inicial teniéndose así los kilogramos de sólido seco. (12)

Ejemplo: (tabla 5.6 A)

Cálculo realizado para los cascos de guayaba acondicionados a 30°Brix y deshidratados a 60°C.

$$\text{HUMEDAD INICIAL PROMEDIO} = 75 \%$$

$$100 \% - 75 \% = 25 \% = 0.25 \text{ Kg. SOLIDO SECO.}$$

Una vez calculados los kilogramos de sólido seco, este valor se multiplica por el peso inicial de los cascos de guayaba a deshidratar para obtener la variable "Ps", que representa la cantidad de materia seca, kilogramo de sólido seco.

El valor de "X" (kilogramos de agua/ kilogramos de sólido seco), se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$X = ( Pt - Ps ) / Ps \quad \text{Kg.de agua / Kg.S.S.}$$

En donde :      Pt    es el peso total de cascos de guayaba y  
                  Ps    es kilogramos de sólido seco.

Conocido el valor de "Ps" (cantidad de kilogramos de sólido seco) y "Pt" (peso inicial de cascos de guayaba) se aplica la fórmula anterior.

#### SUSTITUCION DE DATOS:

Pt = 0.1311 Kg. sólido húmedo.

Ps = ( 0.25 Kg.S.S.) X ( 0.1311 ) = 0.0327 Kg. sólido seco.

X = ( 0.1311 - 0.0327 ) / 0.0327 = 3.0 Kg.agua / Kg.S.S.

Los valores de "X" obtenidos para cada una de las condiciones estudiadas corresponden a las tablas 5.6 A-D.

Al graficar " X contra t " (kilogramos de agua / kilogramos de sólido seco contra tiempo) se obtiene la curva de secado.

#### CALCULO DE "X"

Para calcular "X" = Kilogramos de agua / kilogramos de sólido seco, es necesario realizar un balance de materia.

#### BALANCE DE MATERIA

	.....	25 %	SOLIDOS SECOS.
	.		
CASCOS DE GUAYABA	.....		
100 % SOLIDOS HUMEDOS	.		
	.....	75 %	AGUA REMOVIDA