



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**“ESTUDIO DEL PROCESO DE REHIDRATACIÓN DE LA GUAYABA
(*Psidium guajava*) DESHIDRATADA”**

TESIS DE GRADO

PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

PRESENTADO POR:

MÓNICA JIMENA CONCHA GUAILLA

RIOBAMBA-ECUADOR

2012

DEDICATORIA

Dedico mi tesis adios por darme fortaleza y fe que han sido necesarios para salir adelante y colocarme en el mejor camino iluminándome cada paso de mi vida

A mis padres por haber apoyado todos mis logros personales y guiar mis pasos en el camino hacia la culminación de mi carrera.

A mi esposo por regalarme su amor y brindarme apoyo e impulso por alcanzar mi meta profesional que hoy he logrado.

A mi hijito lindo JosuéNicolás que es la luz de mi vida y mi razón de vivir gracias mi amor por existir te amo.

AGRADECIMIENTO

A mi rey supremo mi diosito por su protección durante toda la vida regalándome la dicha de terminar una etapa valiosa en mi vida

Mi agradecimiento a todas aquellas personas que me brindaron apoyo y conocimiento para el desarrollo del presente trabajo de investigación, en especial a la Dra. Olga Lucero y Doctor Carlos Pilamunga por su colaboración y asesoramiento en el desarrollo de la presente tesis

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal de Tesis certifica que El trabajo de investigación: “ESTUDIO DEL PROCESO DE REHIDRATACIÓN DE LA GUAYABA (*Psidium guajava*) DESHIDRATADA”, de responsabilidad de la señorita egresada Mónica Jimena Concha Guilla, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Dra. Yolanda Díaz H. DECANA FAC. CIENCIAS	-----	-----
Dr. Luís Guevara I. DIRECTOR ESCUELA BIOQUÍMICA Y FARMACIA	-----	-----
Dr. Olga Lucero R. DIRECTORA DE TESIS	-----	-----
Dra. Carlos Pilamunga C. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	-----	-----
Sr. Carlos Rodríguez DIRECTOR CENTRO DE DOCUMENTACIÓN	-----	-----

Yo Mónica Jimena Concha Guaila, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados, expuestos en esta tesis, y el patrimonio intelectual de la tesis de grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

MÓNICA JIMENA CONCHA GUAILLA

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AOAC	Analytical Chemistic Associattion of Official
A	Área
Ab	Absorvancia
°C	Grados Centígrados
g	Gramos
h	hora
INEN	INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION
INNE	INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION
INTA	INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICION ECUATORIANA
Kg	Kilogramo
L	Litro
Ms	Masa seca
m ³	metros cúbicos
m.s	muestra seca
min	minuto
mg	miligramos
ml	mililitro
mm	milímetro
m.o	microorganismos
NTE	INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION
%	porcentaje
pH	potencial hidrogeno
p	promedio
ppm	partes por millón
pc	promedio de cuadrados
S	probabilidad
Sc	suma de cuadrados
t	tiempo
T	total
UPC	unidades propagadoras de colonia
W _s	Peso del sólido
W _f	Peso final del sólido
X _i	humedad inicial del producto
X _f	humedad final del producto

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ANEXOS

INTRODUCCIÓN

1.	MARCO TEÓRICO	1
1.1.1	Origen e Historia.....	1
1.1.2	Taxonomía y morfología.....	2
1.1.3	Características botánicas	2
1.1.4	Descripción del fruto.....	4
1.1.5	Requerimientos de cultivo	4
1.1.5.1	Propagación.....	5
1.1.6	Variedades.....	6
1.1.7	Estados de maduración.....	6
1.1.8	Composición nutricional	7
1.1.9	Utilidades	9
1.1.10	Beneficios.....	9
1.2	Ácido L.Ascorbico (Vitamina C).....	10
1.2.1	Características	10
1.2.2.	Funciones	11
1.3	Distribución del agua en los alimentos	12
1.3.1	Actividad del agua	12
1.4	Deshidratación	13
1.4.1	Origen.....	13
1.4.2	Fundamento.....	13
1.4.3	Agua en los alimentos deshidratados	14
1.4.4	Desventajas de los alimentos a deshidratarse	15
1.4.5	Ventajas.....	16
1.4.6	Valor nutritivo.....	16
1.4.7	Efectos sobre los alimentos deshidratados.....	17
1.4.7.1	Textura	17
1.4.7.2	Bouquet y Aroma	17
1.4.8	Deshidratación por Refrigeración	18
1.4.8.1	Proceso de Deshidratación por Refrigeración.....	19
1.4.8.2	Funcionamiento del Sistema Mecánico de Refrigeración.....	19
1.4.9	Importancia de la refrigeración en los Alimentos	20
1.4.10	Aplicaciones industriales de la refrigeracion.....	21
1.5	Rehidratación	22
1.5.1	Fundamento.....	22
1.5.2	Medios a utilizar.....	23
1.5.3	Proceso	24

1.5.4	Variables que afectan al alimento rehidratado	25
1.5.5	Factores que influyen sobre el proceso de rehidratación	26
1.6	Calidad del alimento rehidratado	29
1.6.1	Cambios microestructurales durante la rehidratación	30
1.7	Análisis proximaly/o bromatológico.....	31
1.7.1	Determinación de humedad	31
1.7.2	Determinación de cenizas	32
1.7.3	Determinación de fibra.....	33
1.7.4	Determinación de proteína	34
1.7.5	Extracto Etéreo.....	34
1.7.6	pH.....	35
1.7.7	HPLC	35
1.8	Análisis microbiológico	36
1.8.1	Levaduras y mohos	37
1.9	Evaluación sensorial	37
1.9.1	Pruebas hedónicas	39
1.10	Atributos sensoriales	39
1.10.1	Gusto y sabor	39
1.10.2	Aroma y olor	39
1.10.3	Color y apariencia	40
1.11	Pruebas estadísticas.....	40
1.11.1	Análisis de Varianzas ADEVA.....	40
1.11.2	Bases del análisis de la varianza.	41
2	PARTE EXPERIMENTAL	42
2.1	Lugar de investigación	42
2.2	Materiales, equipos y reactivos	42
2.2.1	Material vegetal.....	42
2.2.2	Equipos.....	42
2.2.3	Reactivos	44
2.3	Métodos.....	45
2.3.1	Fase experimental	45
2.3.1.1	Análisis Físico.....	45
2.3.1.2	Determinación de Humedad.....	45
2.3.1.3	Determinación de Cenizas	46
2.3.1.4	Determinación de Grasa o Extracto Etéreo	47
2.3.1.5	Determinación de Fibra (Técnica AOAC 7050)	48
2.3.1.6	Determinación de Proteína: Microkjeldhal.	51
2.3.1.7	Determinación de Vitamina C método HPLC	52
2.3.1.8	Análisis microbiológico de la guayaba fresca, deshidratada rehidratada .	54
2.3.1.9	Deshidratación de la Guayaba.....	54
2.3.1.10	Rehidratación de la Guayaba	54
2.3.1.11	Corte Histológico de la guayaba fresca y rehidratada	55
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
3.1	Deshidratación de la guayaba	56
3.2	Rehidratación de la guayaba	57
3.3	Evaluación sesonrial	63
3.4	Determinación de vitamina C	63

3.4.1	Análisis estadístico de la concentración de vitamina C en la guayaba fresca, deshidratada, rehidratada a 60°C.....	66
3.5	Análisis físico-químico de la guayaba fresca, deshidratada y rehidratada.....	67
3.6	Análisis microbiológico en la guayaba fresca y rehidratada a 60°C.....	73
3.7	Corte transversal de la guayaba fresca y rehidratada a 60°C.....	74
3.8	Tabulación de degustaciones	75
3.8.1	Análisis de la escala hedónica de tres puntos	77
	CONCLUSIONES	80
	RECOMENDACIONES.....	82
	RESUMEN	83
	SUMMARY.....	84
	BIBLIOGRAFÍA	85

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA No. 1	Taxonomía y Morfología de la Guayaba	2
TABLA No. 2	Composición Nutricional de la fruta cruda	8

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No. 1	Condiciones y resultados de la deshidratación de la Guayaba	56
CUADRO No. 2	Resultados del tiempo de rehidratación de la guayaba deshidratada a diferentes temperaturas con tres líquidos rehidratantes.....	57
CUADRO No. 3	Resultados de grados brix de la guayaba rehidratada en los tres líquidos rehidratantes.....	58
CUADRO No. 4	Resultados grados brix de la guayaba fresca, deshidratada y rehidratada	59
CUADRO No. 5	Resultado de evaluación sensorial de la guayaba fresca, deshidratada, rehidratada a 60 °C	63
CUADRO No. 6	Contenido de vitamina c de la guayaba fresca, deshidratada y rehidratada 60°c; con dos repeticiones	63
CUADRO No. 7	Porcentaje de pérdida de vitamina C de la guayaba fresca deshidratada y rehidratada a 60°C; con dos repeticiones	65
CUADRO No. 8	Análisis estadístico de la concentración de vitamina C en la guayaba deshidratada y rehidratada a 60° C.....	66
CUADRO No. 9	Análisis estadístico de pérdida de vitamina C en la guayaba deshidratada y rehidratada a 60° C.....	66
CUADRO No. 10	Contenido nutricional promedio de las muestras estudiadas.....	67
CUADRO No. 11	Contenido promedio de hongos (mohos y levaduras) en muestras estudiadas	73
CUADRO No. 12	Aceptación del jugo de guayaba fresca y rehidratada a 60° C	76
CUADRO No. 13	Aceptación del jugo de guayaba fresco utilizando escala hedónica.....	77
CUADRO No. 14	Aceptación del jugo de guayaba rehidratada utilizando escala hedónica.....	77
CUADRO No. 15	Porcentaje de sabor del jugo de guayaba rehidratada utilizando escala hedónica.....	78

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO No. 1	Relación entre la capacidad de rehidratación y temperatura	60
GRÁFICO No. 2	Relacion capacidad de retencion del agua y temperatura.....	61
GRÁFICO No.3	Relación entre la capacidad de rehidratación y capacidad de retencion del agua.....	62
GRÁFICO No. 4	Contenido de vitamina C en la guayaba fresca, deshidratada y rehidratada a 60°C.....	64
GRÁFICO No. 5	Porcentaje de vitamina c de la guayaba fresca, deshidratada y rehidratada a 60°C.....	65
GRÁFICO No. 6	Relación del contenido de pH de la fruta fresca, deshidratada, rehidratada a 60°C.....	68
GRÁFICO No. 7	Contenido de humedad de la guayaba fresca, deshidratada	69
GRÁFICO No. 8	Contenido de cenizas de la guayba fresca, deshidratada a 60 °C.....	70
GRÁFICO No. 9	Contenido de fibra de la guayba fresca, deshidratada, rehidratada a 60°C.....	71
GRÁFICO No. 10	Contenido de proteina de la guayaba fresca, deshidratada,.....	72
GRÁFICO No. 11	Contenido de grasa de la guayaba fresca, deshidratada,	73
GRÁFICO No. 12	Contenido de levaduras de la guayaba fresca y rehidratada a 60°C.....	74
GRÁFICO No. 13	Porcentaje de aceptación del jugo de guayaba fresca y rehidratada.....	76
GRÁFICO No. 14	Porcentaje de sabor del jugo de guayaba fresco y rehidratada	78

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA No. 1	Estructura del ácido l-ascorbico	10
FIGURA No. 2	Mecanismo deshidratación por refrigeración	19
FIGURA No. 3	Sistema mecánico de refrigeración	20
FIGURA No. 4	Transferencia de materia ocurrida durante la rehidratación de un alimento deshidratado	24
FIGURA No. 5	Rehidratación de la papaya deshidratada a cuatro temperaturas	28

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO No. 1	Determinación de pH NTE INEN 389.....	96
ANEXO No. 2	Cromatograma del estándar de Vitamina C.....	97
ANEXO No. 3	Cromatograma de vitamina C de la Guayaba fresca.....	97
ANEXO No. 4	Cromatograma de vitamina C de la Guayaba deshidratada.....	98
ANEXO No. 5	Cromatograma de vitamina C de la Guayaba rehidratada.....	98
ANEXO No. 6	Determinación de la cantidad de microorganismos Mohos y levaduras. Recuento en placa por siembra en profundidad.....	99
ANEXO No. 7	Modelo de ficha para encuesta de Evaluación Sensorial.....	100

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA No. 1	Guayaba (<i>Psidiumguajava</i>)	4
FOTOGRAFÍA No. 2	Deshidratación de la guayaba en microondas	57
FOTOGRAFÍA No. 3	Corte transversal de la guayaba fresca	74
FOTOGRAFÍA No. 4	Corte transversal de la guayaba rehidratada.....	75
FOTOGRAFÍA No. 5	Deshidratación de la guayaba por Refrigeración	101
FOTOGRAFÍA No. 6	Guayaba deshidratada.....	101
FOTOGRAFÍA No. 7	Rehidratación de la Guayaba deshidratada a 20°C, 40°C, 60°C y 80°C.....	102
FOTOGRAFÍA No. 8	Guayaba rehidratada en agua, leche, agua mas glucosa al 0.3%, 0.25%, 0,5%, a 60°C	102
FOTOGRAFÍA No. 9	Guayaba rehidratada en agua, a 60°C	103
FOTOGRAFÍA No. 10	Análisis bromatológico de la guayaba rehidratada a 60°C.....	103
FOTOGRAFÍA No. 11	Determinación de vitamina C de la guayaba fresca, deshidratada y rehidratada	105
FOTOGRAFÍA No. 12	Aplicación de la encuesta realizada a los estudiantes de la Escuela de Bioquímica y Farmacia ESPOCH.....	105

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe la necesidad de buscar técnicas adecuadas para conservar alimentos de manera que permitan obtener productos de alta calidad nutricional, manteniendo el aroma, color, sabor de los alimentos frescos, brindando así confiabilidad al consumidor.

La deshidratación es uno de los métodos más antiguos, el cual tuvo su origen en los campos de cultivo cuando se dejaban deshidratar de forma natural las cosechas de cereales, heno, y otros antes de su recolección o mientras permanecían en las cercanías de la zona de cultivo; en el año de 1950 este proceso tomo auge durante conflictos bélicos. El éxito de este procedimiento reside en que, además de proporcionar estabilidad fisicoquímica y microbiológica, debido a la reducción de la actividad del agua, aporta otras ventajas derivadas de la reducción del peso, en relación con el transporte, manipulación y almacenamiento.(52)

Hoy en día, muchos alimentos deshidratados sirven de base para el desarrollo y formulación de nuevos productos, ya que estos al ser fuentes de proteínas, vitaminas, minerales, fibra y antioxidantes, son considerados como componentes o ingredientes de alimentos funcionales. Es por ello que resulta importante mejorar el consumo de alimentos deshidratados a través de la correcta rehidratación de estos alimentos, ya sean enteros, en trozos o pulverizados, para poder ser o no cocinados y posteriormente consumidos. (74)

Entre los frutos mas consumidos a nivel mundial está la guayaba, nativa de las regiones bajas de los trópicos y subtrópicos, importante por los altos valores nutricionales que posee. En el Ecuador las zonas más productivas son Santa Clara, Mera, Pastaza y Baños localizadas en las provincias de Pastaza y Tungurahua. El contenido de vitaminas C es superior a muchos cítricos como la naranja. (39)

La guayaba es una fruta perecedera y climatérica que sigue madurando aun después de su cosecha, por ello la comercialización debe ser lo más rápido posible, ya que el tiempo promedio de almacenamiento de esta fruta es de dos semana; la velocidad con que esta fruta puede dañarse depende de caracteres genéticos, madurez a la cosecha, daños a la fruta durante a la cosecha, alta temperatura y baja humedad relativa en cuartos de almacenamiento e infecciones causadas por hongos y bacterias durante el transporte y almacenamiento. Debido a este inconveniente el producto pierde calidad rápidamente en un tiempo determinado, esto tiene un impacto directo en la evaluación de la demanda del mercado, por ello es útil aplicar un método de conservación como la deshidratación y posterior rehidratación para mejorar su consumo y mantener sus propiedades sensoriales.

La rehidratación es la propiedad que tiene cada producto alimenticio para ser reconstituido en algún líquido rehidratante, es decir es la capacidad de las células del alimento para absorber un líquido rehidratante, dándose durante el proceso fenómenos de transferencia de materia, cambios en las propiedades nutricionales y sensoriales; la velocidad de rehidratación depende de la temperatura, a mayor temperatura mayor velocidad de rehidratación y menor tiempo.

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo el estudio del proceso de rehidratación a partir de la guayaba blanca (*Psidium guajava*) deshidratada, para ello primero se deshidrato la guayaba en rodajas por refrigeración, posteriormente se la rehidrato a cuatro temperaturas de 20°C,40°C,60°C,80°C utilizando líquidos de rehidratación como: agua, leche y agua mas glucosa en concentraciones de 0.5%,0.25% y 0.13%; encontrando la temperatura optima de 60°C en un tiempo de 43minutos y el mejor liquido de rehidratación el agua, que conservan mejor sus características sensoriales (color, olor y sabor) respecto a la fruta en fresco; posteriormente se caracterizo física, química y microbiológicamente a la guayaba fresca, deshidratada y rehidratada en las condiciones optimas previamente establecidas. Otro parámetro que se evaluó fue el contenido de vitamina C, como indicador de eficacia de los procesos de deshidratación y rehidratación, comparando la perdida existente con relación a la fruta fresca y estableciendo así, si hubo o no afectación a su valor nutricional.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 GUAYABA (*Psidium guajava*)

1.1.1 ORIGEN E HISTORIA

Se deriva del griego "*psidion*", granada por la aparente semejanza entre los frutos .Su origen es incierto pero se le ubica en Mesoamérica fue propagada por los españoles y portugueses a todos los trópicos del mundo donde se ha naturalizado con ayuda de los pájaros. Actualmente se extiende desde México y Centroamérica, hasta Sudamérica, en específico Brasil y Perú, en las Antillas y el sur de Florida. Su área ecológica se encuentra en la franja paralela al Ecuador, con límites que no van más allá de los 30° de cada hemisferio Este gran fruto se encuentra en más de 50 países con clima tropical.(12) (64)

En otros países es conocida como guayabo, guayabos, guayaba, guayabas, guayabero; en el Ecuador es conocida como guayaba, su fruto es muy apetecido tanto en mercados nacionales como internacionales por su aroma, sabor y valor nutritivo. El aumento de producción de esta fruta en el Ecuador es de Octubre a Enero por ser una fruta altamente perecible no tiene niveles de exportación. (39)

La mayor parte de producción de guayaba en nuestro país está en la península de Santa Elena de forma silvestre se encuentran principalmente en baños provincia de Tungurahua, y en el Oriente. (56)

1.1.2 TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA

En la tabla No.1 observamos la taxonomía y morfología de la guayaba (*Psidium guajava*)

TABLA No. 1 TAXONOMIA Y MORFOLOGIA DE LA GUAYABA (12)

REINO	VEGETAL
CLASE	ANGIOSPERMA
SUBCLASE	ESPERMATOPHYTA
ORDEN	MYRTALES
FAMILIA	MYRTACEAE
GÉNERO	PSIDIUM

1.1.3 CARÁCTERÍSTICAS BOTÁNICAS

Es un arbusto siempre verde de la familia de las Myrtáceas, frondoso que alcanza de 5 a 6 metros de altura en promedio. El tronco es corto de color verdoso carmelitoso a carmelita claro y está cubierto de una cáscara escamosa, sus hojas son elípticas y opuestas a sus flores y frutos carnosos. (32)

Tallo: Cuando están tiernos son angulosos, su coloración se torna café claro cuando empiezan a madurar son muy ramificados puede alcanzar hasta 6 metros de altura, esta cubierto de una cáscara escamosa. (54)

Raíz: Su sistema es fuerte y su raíz principal es pivotante, lo cual le proporciona un buen anclaje pueden penetrar hasta los 5 metros de profundidad dependiendo de la textura del suelo y el nivel freático del mismo. A medida que este sube, la planta aumenta el número de raíces. En suelos sueltos las raíces penetran más que en suelos arcillosos. En árboles propagados vegetativamente el sistema de raíces crece superficialmente. (54)

Hojas: Nacen en pares, de color verde pálido, coriáceas y de forma alargada, terminan en punta aguda con una longitud que oscila entre 10 y 20 cm, posee vellosidades finas y suaves en ambos lados, con una nervadura central y varias secundarias que se resaltan a simple vista. (54)

Flores: Son bisexuales, blancos, grandes, solitarios o agrupados en pequeños racimos, localizados en las axilas de las hojas de recientes crecimientos, las flores nacen en las ramas más jóvenes solitarias, se encuentran de 1 a 3 por nudo, tienen gran cantidad de estambres y un solo pistilo poseen de 3 a 4 pétalos los cuales caen rápidamente son dulcemente perfumadas. Se poliniza principalmente por abejas. (54)

Frutos: Según la variedad, la guayaba puede tener forma redondeada semejante a un limón o bien estrecharse hacia el pedúnculo, tomando una forma parecida a la pera. Bajo la cáscara que es la corteza puede ser lisa o rugosa y delgada o gruesa se encuentra una primera capa de pulpa, consistente, firme, de aproximadamente 0,25 centímetros de espesor, variables según la especie. La capa interior es más blanda, jugosa, cremosa y está repleta de semillas de constitución leñosa y dura. El sabor de la pulpa puede ser dulce hasta extremadamente ácido y en algún caso insípido. Presenta un aroma característico que va desde muy penetrante y fuerte a uno débil y agradable. (37)

1.1.4 DESCRIPCIÓN DEL FRUTO



FOTOGRAFÍA No. 1 GUAYABA (*Psidium guajava*)

La Guayaba es una fruta tropical comestible, redonda o en forma de pera, puede medir entre 3 a 10 cm de diámetro y 4-12 centímetros de longitud. Posee una corteza delgada y delicada, color verde pálido a amarillo en la etapa madura en algunas especies, rosa a rojo en otras, pulpa blanca cremosa o anaranjada con muchas semillitas duras y un fuerte aroma característico se le considera la reina de las frutas por su sabor, aroma y alto contenido nutricional.(22) (61)

Su peso oscila desde los 60 hasta los 500 gramos, de sabor dulce, acidulo o ácido, recuerda a una mezcla de pera, higo y fresa en las variedades dulces y plátano, limón y manzana en las especies ácidas, se observa en la Fotografía No.1. (22)

Semillas: Son lisas ligeramente semi redondas de color crema se encuentran dispersas en la pulpa de la fruta miden entre 3-5mm representan el 6 a 12% de peso total de la fruta posee la mayor cantidad de fibra seguida por proteínas y carbohidratos. (22)

1.1.5 REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

La planta de guayaba requiere suelos poco exigentes desde los cero metros sobre el nivel del mar hasta los 110, la temperatura va desde los 15.5 °C hasta los 34°C, con fines productivos convienen los suelos profundos y ricos con abonados periódicos bien drenados, con un pH entre 5 y 7 se necesita riego frecuente y abono con nitrógeno reducido de manera que se mantenga una humedad constante de las partes profundas de

las raíces, especialmente en la fase de floración; una sequía temporal provoca la caída de los brotes de flor soporta podas de formación rigurosas sin que se vea afectado el crecimiento de los frutos, ya que éstos se desarrollan sobre ramas de renuevo.(36)

La distancia de siembra depende del tipo y frecuencia de podas, la variedad y si el cultivo es asociado con otros cultivos perennes, como el mango. En plantaciones comerciales normales se recomienda distancias de 4 a 6 metros en cuadro o tres bolillo. Cuando se asocia con otros cultivos anuales como melón, sandía, la distancia recomendada en estos casos es de 2 a 3 m entre plantas. (58)

1.1.5.1 Propagación

La forma más adecuada de propagación es utilizando material de vivero injertado con variedades sobre patrones nativos seleccionados para estimular su producción, las plantas injertadas de variedades seleccionadas son extremadamente precoces en cuanto a producción de frutos se estima en un tiempo no menos de 4 meses, de ahí que la producción comercial alcanza a los tres años de establecimiento. (37)

Semillas: Toman entre 2 a 3 semanas para germinar en algunos casos son sometidos a tratamientos químicos para mejorar su germinación, las plántulas se trasplantan cuando tienen entre 30 a 40 cm de altura, el gran inconveniente que existe es que su producción no garantiza calidad de los frutos debido a la variabilidad de descendencia. (66)

Estacas de raíces: Es una de las más usadas consiste en cortar esquejes de 10 a 20 cm de largo los mismos que se deja enraizar en el suelo húmedo, una vez que la planta brota se trasplanta a fundas u otros envases hasta que estén listas para sembrar. (66)

Acodo: Se toma una rama de 35 a 40 cm de longitud del cual se saca un anillo de corteza al cual se aplica un producto a base de auxina para facilitar el enraizamiento se envuelve en papel aluminio o plástico sin permitir el paso de la luz que al cabo de 45 días este enraíza y se trasplanta a fundas u otros envases. (66)

Injertos: Se realiza generalmente de las yemas de la planta estas se extraen una vez que la planta se encuentre en estado adulto. (66)

1.1.6 VARIEDADES

Comercialmente se agrupan en blancas, rojas y amarillas, según la coloración que presenta la pulpa. Las variedades más conocidas son:

-Puerto Rico: De pulpa blanca, tiene un tamaño de 9 cm de largo y de 7 cm de diámetro, con un peso de 146,5 g.

-Rojo Africano: De pulpa rosada, tiene un peso de 61.3 g y un tamaño de 6 cm de diámetro.

-Extranjero: Tiene un peso de 132,6 g y un tamaño de 8 cm de largo y 7 cm de diámetro.

-Trujillo: Tiene un peso de 112,3 g y un diámetro de 6,5 cm.

Existen además otras variedades como D13, D14, Red, Palmira ICA1, Roja ICA2, Polonuevo, Guayabita de Sadoná (Nariño), Rosada y Blanca Común de Antioquia, Guayaba agria; que se diferencia también en su tamaño, peso y forma de producción.(73)

1.1.6 ESTADOS DE MADURACIÓN

Las guayabas maduras se estropean con facilidad y son muy perecederas, para el procesamiento industrial pueden ser cosechadas por la sacudida del árbol y utilizando redes plásticas para retener las frutas. En la comercialización de frutas frescas y el transporte marítimo, la fruta debe ser cortada cuando está formada, pero inmadura, y manejarse con sumo cuidado. (19)(47). Las guayabas se cosechan en estado de maduración en madurez fisiología en el estado verde maduro (cambio de color del verde maduro a claro).En naciones donde los consumidores prefieren en estado maduro deben ser cosechadas en estado firme-maduro a madurez media de consumo, más blandas para

un transporte de larga distancia, o bien en plena madurez de consumo para mercados locales. (41)

1.1.7 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

Su componente mayoritario es el agua posee bajo valor calórico, por su escaso aporte de hidratos de carbono, proteínas y grasas. Destaca su contenido en vitamina C (en algunas variedades puede ser el equivalente al zumo de 4 a 5 naranjas). Aporta en menor medida otras vitaminas del grupo B (sobre todo niacina o B3, necesaria para el aprovechamiento de los principios inmediatos, hidratos de carbono, grasas y proteínas). Si la pulpa es anaranjada, es más rica en provitamina A (carotenos). (18)

Entre los minerales, en mayor cantidad está el potasio aproximadamente 280mg por cada 100 gramos de porción comestible mismo mineral 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. La vitamina C contenido muy destacado en la guayaba, interviene en la formación de colágeno, huesos y 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. (18)

La provitamina A o beta-caroteno que existe en mayor cantidad en la guayaba de pulpa rosada la cual se transforma en vitamina A en nuestro organismo conforme éste lo necesita la misma que 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. La vitamina C y A, cumplen además una función antioxidante 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 facilitando a una buena evacuación intestinal. (20)

En la Tabla No.2 observamos la composición nutricional de la guayaba (*Psidium guajava*)

Tabla No.2 Composición Nutricional de la fruta cruda (100g de porción comestible)

% Vitamina C	220 mg
Calorías	36-50
Humedad	77-86 g
Fibra cruda	2.8-5,-5 g
Proteína	0.9-1.0 g
Grasa	0.1-0.5g
Mineral	0.43-0.7 g
Carbohidratos	9.5-10 g
Calcio	9.1-17 mg
Fósforo	17.8-30 mg
Hierro	0.30-0.70 mg
Caroteno(Vitamina A)	200-400 I.U.
Tiamina	0.0046 mg
Riboflavina	0.03-0.04 mg
Niacina	0.6-1.068 mg
Vitamina B3	40 I.U.
Vitamina B4	35 I.U

Fuente:<http://www.ministeriodesald.go.cr/Web%20Direccion%20Investigacion/nutricion/quayaba.htm>

1.1.9 UTILIDADES

La guayaba se come cruda directamente, pero se prefieren sin las semillas y servidas en rodajas como postre o en ensaladas comúnmente, la fruta se cocina, por su delicioso sabor y aporte de grandes beneficios en nuestro organismo, es un ingrediente indiscutible en recetas de repostería. Esta fruta presenta grandes posibilidades en los mercados nacionales y extranjeros. Se preparan jaleas, mermeladas, compotas, conservas, bocadillos, así como jugos y helados, zumos además que es una fruta con un alto grado nutritivo. (3)

1.1.10 BENEFICIOS

- Efecto antiespasmódico, debido a la acción antagonista del ion Ca^{+} en la contracción de la fibra muscular intestinal y uterina, lo que explica su utilidad para eliminar la diarrea, el cólico intestinal y cólico menstrual en unos cuantos minutos.
- Efecto antiinflamatorio intestinal, mediante su acción sobre la cascada de prostaglandinas, lo que explica su utilidad para reducir los procesos inflamatorios gastrointestinales en la colitis aguda y crónica.
- Efecto antimicrobiano, debido a sus moderadas propiedades antibióticas, ante todo sobre bacterias patógenas comunes que provocan alteraciones del peristaltismo (estreñimiento acompañado de episodios de diarrea) o por el consumo de productos contaminados.
- La propiedad antioxidante, neutralizando a los radicales libres del organismo que explica su efecto curativo de la irritación intestinal ocasionada por malos hábitos alimentarios (como el consumo excesivo de alcohol, picante, cafeína y refrescos

gaseosos) y estrés, que dan origen al síndrome de colon irritable, impidiendo menor probabilidad de contraer cáncer. (19)

1.2 ÁCIDO L.ASCORBICO (VITAMINA C)

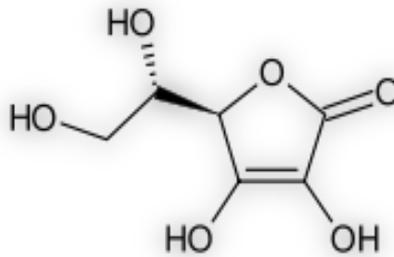


FIGURA No. 1 ESTRUCTURA DEL ÁCIDO L-ASCORBICO

El ácido ascórbico vitamina C, enantiómero L del ácido ascórbico o antiescorbútica, nutriente esencial para los mamíferos es un ácido de azúcar orgánico con propiedades antioxidantes hidrosoluble. La síntesis química del ácido L-ascórbico es un procedimiento caro y complicado que conlleva muchos pasos químicos que parten de la D-glucosa, y un único paso enzimático que implica a la sorbitol-deshidrogenasa, la última etapa del proceso es la transformación catalizada del ácido 2-ceto-L-gulónico (2-KGL) en ácido L-ascórbico. Su aspecto es de polvo o cristales de color blanco-amarillento. El ácido ascórbico posee una estructura lactona como se aprecia en la figura No. 1. La acidez de esta molécula se debe a la ionización del carboxilo situado en el carbono 3 formando un anión posee un pH alcalino (mayor a 7), el cobre y el hierro, también aceleran su oxidación un pKa de 4.04. (45)

Debido a su estructura química el ácido ascórbico es muy sensible a la degradación pues numerosos factores influyen en los mecanismos degradativas, entre ellos el pH, la concentración de oxígeno, las enzimas, los catalizadores metálicos, la concentración inicial del ácido, temperatura. (1)

1.2.1 CARACTERÍSTICAS

Se encuentra en frutas tales como los cítricos (naranja, limón, mandarinas y en otros como en la guayaba, naranjilla, kiwi) y verduras (como las coles, brócoli, espárragos). En humanos el ácido ascórbico es un micro-nutriente esencial, necesario para todas las funciones biológicas, incluidas las reacciones enzimáticas y las antioxidantes se absorben en el intestino delgado precisamente en el duodeno. Pasa a la sangre por transporte activo y también por difusión. En los humanos se encuentra concentrado en ciertos órganos como: ojo, hígado, bazo, cerebro, glándulas suprarrenales y tiroideas. El ácido ascórbico no es sintetizable por el organismo, por lo que se debe ingerir desde los alimentos que lo proporcionan vegetales verdes, frutas cítricas y papas. (22)

1.2.2 FUNCIONES

- Mejora la visión y ejerce función preventiva ante la aparición de cataratas o glaucoma.
- Es antioxidante, por lo tanto neutraliza los radicales libres, evitando así el daño que los mismos generan en el organismo.
- Sus funciones son diversas, pero todavía no se sabe si actúa como coenzima o como cofactor.
- La vitamina C cumple una función importante en el sistema inmunológico, al ayudarlo a luchar contra las infecciones y contra las células cancerosas. Esto es gracias a la actividad de los leucocitos, la estimulación de anticuerpos, neutrófilos y fagocitos, la producción de interferón, el proceso de la reacción inflamatoria o la integridad de las mucosas.
- Es importante su participación en la formación del colágeno y mucopolisacáridos, el colágeno es una sustancia de la cual depende la integridad de todos los tejidos fibrosos, como son la piel, el tejido conjuntivo, la dentina, matriz ósea, cartílago y los tendones. Participa también en la formación de ciertos neurotransmisores.
- Su concentración disminuye bajo situaciones de estrés cuando hay mucha actividad de las hormonas de la corteza suprarrenal.

- La vitamina C cumple una función importante en el sistema inmunológico, al ayudarlo a luchar contra las infecciones y contra las células cancerosas.

Cuantitativamente se determina con métodos tradicionales, como el de la reducción del indicador 2,6-diclorofenol-indofenol, aún cuando hay interferencia de otros reductores; también se pueden utilizar diversas técnicas espectrofotométricas y cromatográficas, como la de gases y la líquida de alta presión. (31)

1.3 DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN LOS ALIMENTOS

1.3.1 ACTIVIDAD DEL AGUA

La actividad del agua de los alimentos está directamente relacionada con su textura y con la proliferación de los microorganismos patógenos. El agua un elemento esencial para la vida, es además uno de los principales componentes de los alimentos y por sí sola un factor determinante para su conservación y seguridad. (2)

Sin embargo en los tejidos animal y vegetal, el agua no está uniformemente distribuida por muchas razones. El citoplasma de las células presenta un alto porcentaje de polipéptidos capaces de retener más agua que los organelos que carecen de macromoléculas hidrófilas semejantes. Esta situación de heterogeneidad de la distribución del agua también se presenta en productos procesados debido a que sus componentes de encuentran en distintas formas de dispersión. (14)

A medida que la actividad de agua va disminuyendo la textura se endurece y el producto se seca rápidamente. Por el contrario, los alimentos cuya actividad de agua es baja por naturaleza son más crujientes y se rompen con facilidad. En este caso, si la actividad de agua aumenta, se reblandecen y dan lugar a productos poco atractivos. En ambos casos, el parámetro de la actividad de agua del alimento es un factor determinante para la seguridad del mismo y permite determinar su capacidad de conservación junto con la capacidad de propagación de los microorganismos. (14)

1.3.1.1 Tipos de agua en los Alimentos

Agua inmovilizada o constitucional; Es el agua ligada más tenazmente y forma parte integral de sustancias no acuosas, está situada en regiones intersticiales de proteínas y macromoléculas, está físicamente atrapada en una matriz muy viscosa que no le permite movilidad ni difusión por lo tanto no está disponible representa el 5% en un alimento. (7)

Agua no ligada o de fase masiva; Constituye la principal fracción del agua de las células, su flujo macroscópico está limitado por las membranas celulares. Corresponde al agua que se mueve libremente entre las células esta agua se volatiliza rápidamente ya sea por calentamiento o por congelación representa el 95%.(7)

1.4 DESHIDRATACIÓN

1.4.1 ORIGEN

La deshidratación se utilizaba desde la prehistoria neolítica después los Incas, colocaban alimentos bajo los rayos directos de su dios, el sol donde observaron que los alimentos se secaban y permanecían en buen estado durante más tiempo. Durante la edad media los frutos secos, como los orejones de chabacano, melocotones, las ciruelas, uvas pasas e higos desecados formaban parte de la cocina tradicional de las familias de numerosos países. En el caso de la carne y el pescado se preferían otros métodos de conservación, como el ahumado o la salazón, que mejoran el sabor del producto. La liofilización ideada a principios del siglo XX no se difundió hasta después de la II Guerra Mundial, limitada inicialmente al campo de la sanidad (conservación de medicamentos, por ejemplo) no se aplicó hasta 1958 al sector alimentario (33).

1.4.2 FUNDAMENTO

Consiste en eliminar al máximo el agua que contiene el alimento, (en las frutas frescas supera el 90% del peso) para impedir que se desarrollen microorganismos y procesos que

se nutren de la humedad. Esto da como resultado un alimento concentrado (en frutas pasas, el azúcar pasa del 6-8% al 50% del peso) y de sabor más intenso tiene como objetivo destruir en los alimentos todas las formas de vida de microorganismos patógenos o no patógenos a temperaturas adecuadas.

Existen una gran variedad de alimentos deshidratados, como frutas, verduras, carnes (bacalao, machaca), cereales (arroz, avena, centeno, cebada, maíz, trigo), leguminosas (frijol, haba, lenteja, garbanzo, soya, alubias), especias (ajo, cebolla, albahaca, anís, eneldo, entre otras), salsa, leche, moles, sopas, huevo, yogurt y café, entre muchos más. Es muy importante elegir el método de deshidratación más adecuado para cada tipo de alimento, siendo los más frecuentes: la deshidratación al aire libre, por rocío, por aire, al vacío, por congelación y por deshidrocongelación. (4) (71)

1.4.3 AGUA EN LOS ALIMENTOS DESHIDRATADOS

La deshidratación disminuye el a_w , y a menor agua en el alimento, menor a_w . A medida que la solución se concentra, la presión de vapor disminuye y la a_w desciende hasta un valor máximo de 1 para el agua pura. (13)

La calidad de un alimento desecado es directamente proporcional al parecido en sabor, olor y consistencia al alimento fresco de origen, una vez hidratado. Para conseguir una buena calidad del alimento conviene tener en cuenta una serie de aspectos relacionados con el proceso de desecación, así como la composición química y las condiciones de almacenamiento de alimentos. (13)

Los diversos métodos de conservación se basan en el control de una o más de las variables que influyen en la estabilidad es decir actividad del agua, temperatura, pH, disponibilidad de nutrientes y reactivos potencial de óxido-reducción, presión y presencia de conservadores. En este sentido la a_w es de fundamental importancia y con base en ella se puede conocer el comportamiento de un producto. En general mientras más alta sea la a_w y más se acerque a 1.0, que es la del agua pura, mayor será su inestabilidad. La actividad de agua tiene influencia en varias reacciones químicas y

enzimáticas que ocurren en los alimentos, así como en el crecimiento de hongos, levaduras. (13)

La estabilidad de las vitaminas está influida por la a_w de los alimentos de baja humedad; las hidrosolubles se degradan poco a valores de 0.2-0.3, que equivale a la hidratación de la monocapa, y se ven más afectadas con el aumento de la a_w . Por el contrario, en los productos muy secos no existe agua que actúe como filtro del oxígeno y la oxidación se produce fácilmente. (16)

Para su crecimiento los microorganismos necesitan condiciones propicias de pH, de nutrimentos, de oxígeno, de presión de temperatura y de actividad del agua; como regla general esta última tendrá que ser mayor a medida que los otros parámetros se vuelvan menos favorables. Por cada 0.1 unidades de aumento de a_w , el crecimiento microbiano puede incrementarse un 100%, hasta llegar a un límite. Los que más agua requieren son las bacterias (>0.91), después las levaduras (0.88), y luego los hongos (>0.80); de todos, los patógenos son los que más la necesitan para su desarrollo, situación contraria a las levaduras osmófilas. (16)

1.4.4 DESVENTAJAS DE LOS ALIMENTOS A DESHIDRATARSE

Los alimentos que pueden deshidratarse son las frutas, las hortalizas, la carne, el pescado, la leche y los huevos, pero siempre teniendo en cuenta importantes parámetros de su composición. Uno de los principales problemas que plantea la desecación es la oxidación de las grasas. A excepción del agua, la mayoría de los alimentos están constituidos por una cantidad de lípidos y la degradación de los ácidos grasos es un factor importante que limita la vida de algunos alimentos formándose compuestos no deseables. El contenido microbiano del alimento crudo también es un factor determinante para asegurar la calidad del producto desecado. Aunque sin agua los microorganismos no pueden vivir, al rehidratar el alimento éstos pueden proliferar de nuevo. Las reacciones químicas que puede ocasionar el desecado son varias y también son un factor importante para determinar el producto final. Por ejemplo, las aminas y los carbohidratos que pueden sufrir reacciones tipo Maillard, con el consiguiente pardeamiento y la aparición de nuevos aromas no siempre deseados. Las alteraciones físicas más habituales son

deformación, encogimiento, endurecimiento, cambio de color y en menor medida pérdida de sólidos. (11)(43)

1.4.5 VENTAJAS

- Se pueden conservar gran porcentaje de su sabor, color, consistencia y aspecto durante largo tiempo.
- Se pueden volver a rehidratar para su consumo.
- Sus propiedades nutritivas se conservan casi en su totalidad.
- Su tamaño es más pequeño y son de menor peso que en su estado natural.
- Son de fácil transportación y almacenamiento.
- Hacen mucho más costeable el transporte y reducen espacios en los almacenes.
- Tiempo prolongado de conservación
- Se pueden encontrar en cualquier temporada.
- Los alimentos que se utilizan en la deshidratación son de muy buena calidad, están en su mejor momento de madurez

1.4.6 VALOR NUTRITIVO

Las diferencias observadas en el valor nutritivo de los alimentos deshidratados se deben a los distintos sistemas de preparación, a la temperatura durante el proceso y a las condiciones durante el almacenamiento. Sin embargo los nutrientes liposolubles como ácidos grasos esenciales, vitaminas A D y K se encuentran en su mayor parte en la materia seca del alimento por lo que durante la deshidratación no experimentan variación alguna. Sin embargo los metales pesados que actúan como catalizadores de reacciones de oxidación de nutrientes insaturados están disueltos en la fase acuosa del alimento .A medida que el agua se elimina su reactividad aumenta y las reacciones de oxidación se aceleran. (23) (60)

1.4.7 EFECTOS SOBRE LOS ALIMENTOS DESHIDRATADOS

1.4.7.1 Textura

La principal causa de alteración de la calidad de los alimentos deshidratados que estos provocan en su textura. El tipo de pre tratamiento y la intensidad con la que se aplica el tipo e intensidad con la que se realiza la reducción de tamaños y el pelado son operaciones todas ellas que afectan a la textura de las frutas y verduras deshidratadas.(52)

En los alimentos adecuadamente escaldados las pérdidas de textura están provocadas por la gelatinización del almidón, la cristalización de la celulosa y por tensiones internas provocadas por variaciones localizadas en el contenido de agua durante la deshidratación. Estas tensiones dan lugar a roturas y comprensiones que provocan distorsiones permanentes en las células, relativamente rígidas confiriendo al alimento un aspecto arrugado. La temperatura y la velocidad de deshidratación ejercen un efecto determinante sobre la textura de los alimentos. (15)

1.4.7.2 Bouquet y Aroma

El paso del agua a vapor durante la deshidratación si no también la pérdida de algunos componentes volátiles del alimento. La intensidad con la que esta pérdida se produce depende de la temperatura y concentración de sólidos en el alimento, así como la presión de vapor de las sustancias volátiles y su solubilidad en vapor de agua. (2)(42)

1.4.8 DESHIDRATACIÓN POR REFRIGERACIÓN

Desde hace más de cincuenta años el desarrollo de la industria alimentaria cobró gran auge debido al desarrollo de la refrigeración, Este proceso es un invento que data aproximadamente del siglo XVIII, sin embargo, no fue sino hasta el año 1784 que fue creada la primera máquina para enfriar, su inventor fue William Cullen. (48)

La refrigeración de alimentos ha alcanzado niveles tales que más del 45 % de la producción mundial de alimentos se perdiera si no fuera por la conservación y distribución del frío, el desarrollo de ésta, es esencial para prevenir las pérdidas de calidad y de valor nutricional, lo que hizo que los productos más perecederos pudieran llegar a un gran número de personas en todo el mundo. Si bien la refrigeración es un proceso sencillo y conocido desde hace décadas, es sabido que los diferentes tipos de productos perecederos requieren tratamientos muy diversos y que la refrigeración aplicada genéricamente puede dar lugar a efectos indeseables. (6)

Las bajas temperaturas retardan las reacciones químicas, la acción de las enzimas y retrasan o inhiben el crecimiento y actividad de los microorganismos. Cuanto más baja sea la temperatura más lenta serán las reacciones químicas, la acción enzimática y el crecimiento bacteriano. Este tipo de conservación es temporal y se debe considerar la temperatura del almacén, su humedad relativa, velocidad del aire, composición de la atmósfera, etc. (25)

La temperatura debe mantenerse uniforme durante el periodo de conservación, dentro de los límites de tolerancia admitidos, en su caso, y ser la apropiada para cada tipo de producto. Este sistema consiste en la eliminación del calor (Q del alimento) y se basa en la evaporación de un líquido como se observa en la figura No.2 en circuito cerrado cuya temperatura de ebullición es inferior a la que deseamos conseguir. (40)

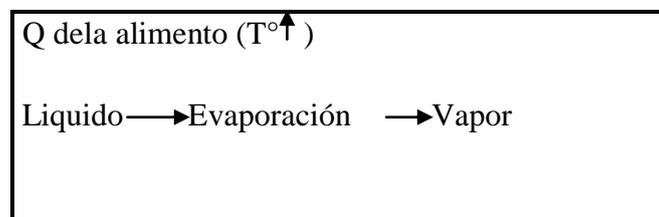


FIGURA No. 2 MECANISMO DESHIDRATACIÓN POR REFRIGERACIÓN

1.4.8.1 Proceso de Deshidratación por Refrigeración

Los alimentos tales como frutas verduras, carnes poseen células que se encuentran en un medio líquido que a la vez tienen líquido en su interior. Tanto los alimentos como la refrigeradora son dos sistemas constituidos por diferentes presiones, la deshidratación en los alimentos ocurre por diferencia de presiones parciales entre el agua del alimento y el agua del ambiente frío de la refrigeradora actuando este gradiente como fuerza impulsora de transferencia de masa. De esta forma el agua del alimento es transferida al aire frío siendo atrapada al cristalizar en forma de hielo sobre la superficie fría de los evaporadores del sistema de refrigeración. Este proceso ocurre por sublimación de hielo en el alimento y es acelerado a medida que el diferencial de presiones parciales se incrementa. El nutriente más sensible a la refrigeración y congelación es la vitamina C. Alimentos como las frutas rojas o las verduras pueden llegar a perder un 15% del contenido de esta vitamina en el momento de la descongelación. (55)

1.4.8.2 Funcionamiento del Sistema Mecánico de Refrigeración

Son sistemas cerrados que actúan como una bomba que extrae el calor del alimento o de un recinto que se pretende enfriar y lo transfiere a otra zona donde se disipa. Se emplean fluidos refrigerantes que recirculan a través del sistema en un circuito cerrado transformándose sucesivamente de líquido a vapor y de vapor a líquido. El sistema se compone de: evaporador, compresor, condensador y válvula de expansión como se indica en la figura No.3 siendo la parte más importante el evaporador o intercambiador de calor donde el líquido refrigerante (en estado líquido) se evapora tomando calor de un medio más caliente (alimento). La misión del resto de los sistemas es recuperar las condiciones iniciales del líquido refrigerante. (70)

El líquido refrigerante evaporado, pasa al compresor aumentando su presión y al mismo tiempo la temperatura. El condensador mantiene una presión constante durante la condensación entonces se elimina el Q_2 cedido por el alimento al fluido refrigerante

para su evaporación y el calor adquirido durante el proceso de compresión. De esta manera el líquido refrigerante ahora se encuentra de nuevo en forma líquida, el mismo que pasa por la válvula de expansión disminuyendo su temperatura, entra nuevamente en el evaporador donde se vuelve a evaporar y se inicia el nuevo ciclo. (70)

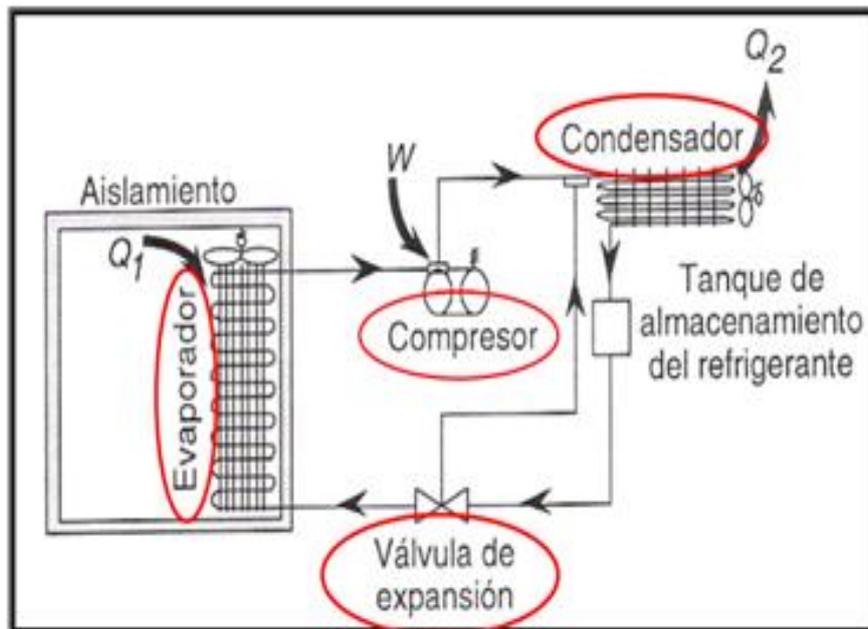


FIGURA No. 3 SISTEMA MECANICO DE REFRIGERACIÓN

1.4.9 IMPORTANCIA DE LA REFRIGERACIÓN EN LOS ALIMENTOS

La refrigeración detiene el crecimiento bacteriano esto quiere decir que no destruye los microorganismos patógenos solo los mantiene en estado de latencia evitando pérdidas de daño del alimento refrigerado, ya que estos microorganismos se encuentran principalmente en los alimentos pues proporcionan humedad y temperaturas favorables crecen rápidamente aumentando en número hasta el punto donde otros tipos de bacterias pueden causar enfermedades. (26)

Las bacterias crecen rápidamente en un rango de temperatura entre 40 a 140 °F (4.4 °C y 60 °C), la “Zona de Peligro”, algunas duplicándose en número en tan poco tiempo como en 20 minutos. Un refrigerador puesto a 40 °F (4.4 °C) o menos puede proteger la mayoría de los alimentos. La mayor parte de los alimentos que deben refrigerarse para su

proceso de distribución y venta son las frutas, carnes, los lácteos. La durabilidad de un alimento refrigerado no solo depende de la temperatura de almacenamiento. La vida útil o de anaquel de los productos frescos vegetales depende de la variedad, las condiciones del producto al momento de la cosecha (daño mecánico, contaminación microbiana y grado de madurez por ejemplo) y la humedad relativa del sistema de almacenamiento. (34)

1.4.10 APLICACIONES INDUSTRIALES DE LA REFRIGERACIÓN

La refrigeración se requiere para la producción de las condiciones climatológicas correctas en ciertos procesos de fabricación. Por ejemplo, los aceites de cortado en frío facilitan las operaciones de maquinado al reducir la temperatura de la pieza de trabajo para evitar el sobrecalentamiento. Los baños de enfriamiento rápido para las operaciones de tratamiento térmico también pueden controlarse mediante los procesos de refrigeración. En el campo farmacéutico las unidades de refrigeración se utilizan para almacenar, procesar y probar penicilina, aureomicina y muchos otros materiales químicos y biológicos. (68)

La refrigeración, considerada como un proceso de rápido enfriamiento, acelera la producción, reduce las pérdidas de humedad de los alimentos, así como el moho. Todas las grandes industrias de alimentos congelados y otras implicadas en su preparación, mercado y venta de alimentos dependen de la refrigeración. Otros usos son con respecto al acero, el cual debe envejecerse para conservar su forma y dimensiones precisas, para esto, se refrigera bajo tratamientos de congelación intensa, los cuales son rápidos y novedosos. (68)

1.5 REHIDRATACIÓN

La rehidratación es la absorción de agua por parte de los alimentos (frutas, verduras), ya sean enteros, en trozos o pulverizados, para poder ser cocinados y consumidos. En si es un proceso complejo ya que está dirigido a restaurar las propiedades estructurales del material fresco (previo al deshidratado) poniendo en contacto el producto seco con agua o con cualquier liquido o medio de rehidratación. Sin embargo la habilidad de

rehidratación presenta una histeresis debido a la disrupción estructural y celular que se da en el proceso de deshidratación según (Krokida & Philippopoulos 2005). (38)

En general la mayor parte de productos alimenticios deshidratados necesitan ser rehidratados antes de su consumo ya sean para la formulación de nuevos productos alimenticios como alimentos funcionales, desayunos a base de cereales, leches en polvos. No obstante, gran parte de los alimentos deshidratados se deben rehidratar en soluciones determinadas como agua, azucaradas, salinas, entre otras, antes de ser consumidos. (63)

1.5.1 FUNDAMENTO

Se fundamenta en alcanzar un estado lo más parecido posible al original pues los alimentos deshidratados deben rehidratarse lo más rápido posible y mostrar, en la medida de lo posible, las mismas características estructurales y químicas del alimento fresco, así como sus propiedades nutricionales. Es decir la rehidratación del alimento es un paso clave para obtener un sabroso y nutritivo alimento. (46)

El grado de rehidratación del alimento está en función del grado de ruptura de la célula y de su estructura. Krokida y Marinos-Kroudis (2003), Ramos(2003) y Lewicki(1997), observaron que durante el secado se presenta una ruptura celular irreversible, resultando la pérdida de la integridad y, por lo tanto, una estructura densa de vasos capilares, encogidos y destruidos debido a la reducción de las propiedades hidrófilas, que refleja una incapacidad en la retención de agua suficiente del producto rehidratado. El encogimiento origina que el volumen del producto disminuya debido a que el agua es evaporada, produciendo que la estructura superficial durante el secado se deforme fácilmente provocando huecos, mientras que la parte interna tiene pocas rupturas, donde la difusividad es reducida debido a que el agua restante está ligada por puentes de hidrogeno. Por lo tanto se espera que la micro estructura de los poros y la porosidad en sí, jueguen un papel importante en el mecanismo de rehidratación. (46)

Las características del producto antes de aplicar la rehidratación a alimentos deshidratados son determinantes ya que las propiedades químicas, sensoriales y nutricionales cambian de un producto fresco a uno deshidratado. Así pues, estos factores determinarán el comportamiento de los alimentos en el proceso de rehidratación. Las propiedades de calidad más importantes a tener en cuenta en un alimento rehidratado son las estructurales como la densidad, la porosidad o el tamaño, las ópticas como el color y la apariencia, las sensoriales como el aroma, el sabor o las nutricionales como el contenido de vitaminas, proteínas o azúcares. (74)

1.5.1 MEDIOS A UTILIZAR

Dentro de los medios de rehidratación más utilizados en alimentos se encuentran, la inmersión en agua como la más simple, en soluciones azucaradas (glucosa, sacarosa, trehalosa), leche, yogur, jugos de frutas y verduras, entre otras, donde los períodos de inmersión, deben ser breves, y estos medios de rehidratación ayuden a conseguir un producto de características similares al producto fresco, los períodos de inmersión deben ser breves y realizarse de manera que el alimento absorba lo más rápidamente el líquido al inicio del proceso y luego disminuya gradualmente hasta que la humedad se equilibra. (67)

1.5.2 PROCESO

Se debe explicar que la rehidratación de un alimento deshidratado es un proceso en sí complejo ya que no es lo inverso de la deshidratación al contrario aquí van a ocurrir muchos fenómenos entre el alimento deshidratado y rehidratado que tienen diferentes mecanismos de transferencia de materia y dependen de factores distintos en sí se basa en un complejo proceso que ayuda a restaurar las propiedades del alimento fresco, anteriormente deshidratado con o sin pretratamientos al secado. (74)

En algunos casos la velocidad de rehidratación sirve como medida de la calidad del producto deshidratado, siendo los alimentos deshidratados en condiciones óptimas, los que se deterioran menos y se rehidratan de forma normal. Los alimentos deshidratados deben en lo posible rehidratarse lo más rápido posible y mostrar las mismas características estructurales y químicas del alimento fresco, como también sus propiedades nutricionales y sensoriales. (67)

En cuanto a la transferencia de materia ocurrida durante la rehidratación (figura No.4), se puede mencionar que el agua (o solución hidratante) es absorbida más rápidamente al inicio del proceso y luego disminuye gradualmente la absorción hasta que el contenido de humedad alcanza un equilibrio, es decir, que todos los espacios inter o intracelulares queden saturados con agua o con solución hidratante. De esta manera la absorción de agua por parte de los tejidos del alimento deshidratado aumenta sucesivamente el volumen del mismo, junto con una salida de los sólidos desde el interior de estos tejidos. (74)



FIGURA No. 4 TRANSFERENCIA DE MATERIA OCURRIDA DURANTE LA REHIDRATACIÓN DE UN ALIMENTO DESHIDRATADO

En el fenómeno de la rehidratación existen tres procesos simultáneos:

1. La absorción de agua dentro del material deshidratado esto se puede lograr por dos métodos poniéndose en contacto el producto con una atmosfera saturada de vapor de agua o poniéndose en contacto directamente con el agua líquida.(53)
2. La lixiviación de solutos en este proceso se logra el desplazamiento de sustancias solubles o de alta dispersión que se encuentra en el alimento deshidratado hacia el líquido de rehidratante. (53)
3. El hinchamiento del material donde el cambio de volumen del producto deshidratado es proporcional a las cantidad de agua absorbida, aumentado o recuperando su tamaño y volumen inicial. (53)

1.5.3 VARIABLES QUE AFECTAN AL ALIMENTO REHIDRATADO

Las variables operacionales del secado (temperatura, velocidad de aire, humedad relativa y tiempo) afectan significativamente la calidad final del producto rehidratado, por lo que es común utilizar índices numéricos para observar este efecto, entre estos indicadores destacan la capacidad de rehidratación (ecuación 1) y la capacidad de retención de agua (ecuación 2), que tienen que ver con la estructura, el tejido y la capacidad de mantener el agua absorbida por el alimento. Estos índices pueden disminuir o aumentar, ya sea por una desnaturalización y/o agregación de proteínas bajo el efecto calor, concentración de sales, desorción de agua, destrucción de pectinas y membranas celulares. (74)

$$CR = \frac{\text{contenido de agua absorbida}}{\text{masa de la muestra deshidratada}} \quad (\text{ecuación 1})$$

$$CRA = \frac{\text{contenido de agua retenida}}{\text{materia seca de la muestr deshidratada}} \quad (\text{ecuación 2})$$

1.5.4 FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE EL PROCESO DE REHIDRATACIÓN

Factores extrínsecos

Pre tratamiento al secado: todo pre tratamiento de secado tiene cierta influencia sobre el producto deshidratado en el proceso posterior de rehidratación. Estos pre tratamientos se pueden citar de acuerdo a tratamientos químicos con compuestos inorgánicos (dióxido de azufre, cloruro de calcio, metabisulfito de potasio, cloruro de sodio, bicarbonato de sodio), orgánicos (sacarosa, glicerol, dextranos, almidón) o no químicos (osmosis, escaldado, congelado, altas presiones). Existe otros pretratamientos con campos de pulsos eléctricos, ultrasonidos e infrarrojo en combinación con secado convectivo permiten una mejor permeabilización de las membranas celulares, menos cambios estructurales y una mayor retención de sólidos luego de la rehidratación. (74)

Método de secado: los diferentes tipos o sistemas de secado son la principal causa que pudiese afectar la rehidratación del producto deshidratado. También se pueden hacer combinaciones de los sistemas de secado, por ejemplo aire caliente con microondas, irradiación previa o al mismo tiempo; igualmente se debe considerar el tipo de secado que menor daño provoque a la estructura del producto, y sobre sus propiedades sensoriales y nutricionales es así que el secado al sol o utilizando una fuente artificial es apropiado para alimentos sólidos, la concentración que tiene diferentes técnicas como el calentamiento suave y técnicas más sofisticadas como la ósmosis inversa utilizada a nivel industrial se usa mas para alimentos líquidos, y la liofilización técnica de deshidratación de alimentos más moderna y consigue eliminar prácticamente el 100% del agua del alimento es aplicable para alimentos líquidos como sólidos. (74)

Temperatura y velocidad de secado: se ha observado que altas temperatura de secado implican un menor tiempo de rehidratación, pero los índices de calidad del producto final presentan cambios muy variables con respecto al producto fresco, como son la textura y el color, dejando ver que la temperatura de secado es uno de los principales factores que influyen sobre la calidad del producto rehidratado. El aumento de la velocidad de secado

provoca un menor tiempo de secado, pero también presenta la misma tendencia que la temperatura de secado, un mayor daño celular. (74)

Temperatura de almacenamiento: durante el almacenamiento se va perdiendo calidad de los productos deshidratados (color, aroma, textura), además aparecen reacciones de pardeamiento no-enzimático. Estos daños se hacen más severos a medida que se aumenta la temperatura de almacenaje, ya que a mayor temperatura mayores son los cambios composicionales y estructurales de los polisacáridos de la pared celular y menor la capacidad de absorción de agua, reflejándose esto último en la rehidratación. Por todo lo anterior es que se debe optimizar las condiciones de almacenamiento (temperatura, humedad relativa, oxígeno, ventilación, condiciones higiénicas, equipos, entre otros. (74)

Factores intrínsecos del proceso de rehidratación

Durante el proceso de rehidratación de alimentos deshidratados influyen los siguientes factores:

Líquido de rehidratación: como hemos dicho antes, el líquido utilizado puede cambiar las propiedades del alimento final. La velocidad de rehidratación es mayor en un medio como el agua, en cambio es menor por ejemplo en soluciones azucaradas, leche o yogurt, debido a la elevada viscosidad que presentan éstas, sin embargo, estas últimas pueden transportar sólidos de importancia nutritiva al producto como vitaminas, proteínas, minerales, entre otros.(74)

Temperatura: más que la temperatura ambiental, lo que influye es la temperatura de la solución de rehidratación. Un alimento deshidratado a una temperatura constante, y luego rehidratado a diferentes temperaturas en un medio rehidratante, aumenta su contenido de humedad de equilibrio cuanto mayor sea la temperatura de rehidratación, debido al gradiente de calor entre el interior del alimento y el líquido de inmersión, además la alta presión que se ejerce sobre los gases que pudiesen estar atrapados entre los espacios intercelulares, permite que se mueven por difusión o capilaridad, tomando ese lugar el líquido rehidratante.(74)

Un ejemplo muy singular de la papaya deshidratada como se observa en la figura No.5 con el aumento de la temperatura del medio de rehidratación se incrementó la velocidad del proceso, debido principalmente al aumento de la difusividad de agua y de solutos, otorgando así una reducción sustancial del tiempo de rehidratación. Esto influye sobre ciertas características del producto, como son la estructura de la pared celular, produciendo la pérdida de nutrientes y colorantes, no obstante con algunos pretratamientos al secado se pueden evitar en parte estos problemas. Se ha demostrado que rehidratar con temperaturas bajas mantiene la estructura original las pectinas presentes en la pared celular mejorando la capacidad de absorción de agua por el tejido. En otras investigaciones se ha logrado acelerar el proceso de rehidratación por medio de técnicas combinadas, destacándose la rehidratación con impregnación al vacío, uso de ultrasonido, adición de aditivos en el agua de rehidratación, etc., aunque estas técnicas son de elevado costo operacional. (74)

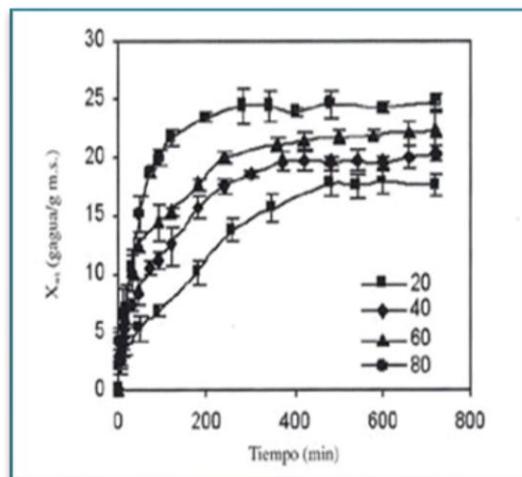


FIGURA No. 5 REHIDRATACIÓN DE LA PAPAYA DESHIDRATADA A CUATRO TEMPERATURAS

Agitación durante la rehidratación: la generación de turbulencia en el medio de rehidratación logra una mayor homogenización, aumentado la entropía del sistema y la facilidad del intercambio de materia (agua y solutos), siempre teniendo en cuenta la velocidad de agitación. (67)

Características del producto fresco antes de que fuera deshidratado: se deben conocer las características del alimento en su estado fresco y deshidratado, ya que las propiedades físico-químicas, mecánicas (microestructurales), sensoriales y nutricionales, cambian considerablemente de un producto fresco ha deshidratado, de tal manera que estos factores determinan el comportamiento de los alimentos en el proceso de rehidratación. (67)

1.6 CALIDAD DEL ALIMENTO REHIDRATADO

Entre las propiedades de calidad más importantes de un alimento deshidrato que ha sido rehidratado, están las propiedades estructurales (densidad, porosidad, tamaño poro, volumen específico), ópticas (color y apariencia), texturales (fuerza de compresión, relajación, tensión), mecánicas (estado del producto: cristalino, elástico, vítreo), propiedades sensoriales (aroma, sabor, color) y propiedades nutricionales (contenido de vitaminas, proteínas, azúcares, entre otras). La evaluación de todas o alguna de estas propiedades depende de los parámetros a considerar para un mercado específico.

Una propiedad estructural muy importante en frutas y verduras, frescas y procesadas, es la firmeza, la que puede ser analizada en productos rehidratados. El color visual o superficial de los alimentos representa un parámetro de calidad muy importante y está dentro de las propiedades ópticas a evaluar en productos rehidratados. (67)

1.6.1 CAMBIOS MICROESTRUCTURALES DURANTE LA REHIDRATACIÓN

La rehidratación de alimentos también está siendo estudiada observando la microestructura del alimento fresco y comparándolo con el alimento rehidratado. Actualmente el uso de diferentes técnicas de microscopía (light microscopy, transmisión electrón microscopy, scanning electrón microscopy) como herramientas para la observación de los cambios provocados por los procesos de conservación en los

alimentos, proporciona una visión imperceptible al ojo humano lo que ayuda para observar el verdadero daño provocado por el proceso. Con esta técnica de imagen se pueden observar daños en la pared celular y en la membrana citoplasmática, existencia de macromoléculas, estructura de la matriz celular y otros, con el fin de optimizar y mejorar el proceso de secado. Es muy interesante el análisis de los espacios intra e intercelulares, por donde se produce la transferencia de materia (líquidos y sólidos) durante las operaciones de secado y rehidratación. (38)

Antes de aplicar rehidratación a alimentos deshidratados, se deben conocer las características del alimento en su estado fresco y deshidratado, ya que las propiedades físico-químicas, mecánicas (microestructurales), sensoriales y nutricionales, cambian considerablemente de un producto fresco a deshidratado, de tal manera que estos factores determinan el comportamiento de los alimentos en el proceso de rehidratación. (38)

El grado de rehidratación está en función del grado de ruptura de la célula y de su estructura. Krokida y Marinos-Kroudis (2003), Ramos et al. (2003) y Lewiki et al. (1997), observaron que durante el secado se presenta una ruptura celular irreversible, resultando la pérdida de la integridad y, por lo tanto, una estructura densa de vasos capilares, encogidos y destruidos debido a la reducción de las propiedades hidrófilas, que refleja una incapacidad en la retención de agua suficiente del producto rehidratado. (38)

El encogimiento origina que el volumen del producto disminuya debido a que el agua es evaporada, produciendo que la estructura superficial durante el secado se deforme fácilmente provocando huecos, mientras que la parte interna tiene pocas rupturas, donde la difusividad es reducida debido a que el agua restante está ligada por puentes de hidrogeno. Por lo tanto se espera que la microestructura de los poros y la porosidad en sí, jueguen un papel importante en el mecanismo de rehidratación (capilaridad, absorción, difusión). (38)

1.7 ANALISIS PROXIMAL Y/O BROMATOLÓGICO

El análisis proximal conocido también como análisis inmediato o básico de los alimentos, expresa la calidad nutritiva global de un alimento. (8)

1.7.1 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

Es una técnica a utilizar en análisis de alimentos para valorar la calidad del mismo, así como su adulteración durante su procesamiento. La humedad desempeña un importante papel en muchas reacciones de deterioro de alimentos, como en el pardeamiento de frutas y verduras y en la absorción de oxígeno por el huevo desecado. Este análisis indica la cantidad de agua involucrada en el alimento, el contenido de humedad se expresa en porcentaje las cifras varían entre 60 y 90% en productos naturales. En los tejidos vegetales y animales, puede decirse que existe en dos formas generales: “agua libre” Y “agua ligada”. El agua libre o absorbida, que es la forma predominante, se libera con gran facilidad. El agua ligada se halla combinada o absorbida. Se encuentra en los alimentos como agua de cristalización (en los hidratos) o ligada a las proteínas y a las moléculas de sacáridos y absorbida sobre la superficie de las partículas coloidales. (9)

Este análisis se usa para determinar la pérdida de masa que sufre un alimento cuando se somete a una operación tiempo-temperatura adecuada. El residuo que se obtiene se conoce como sólidos totales o materia seca. (44)

1.7.2 DETERMINACIÓN DE CENIZAS

Las cenizas representan el contenido en minerales del alimento en general, las cenizas suponen menos del 5% de la materia seca de los alimentos la cantidad de cenizas representa el contenido total de minerales en los alimentos.

Constituyen la materia inorgánica que son los minerales y el agua, que son los únicos componentes de los alimentos que no se pueden oxidar en el organismo para producir

energía, las cenizas suponen menos del 5% de la materia seca de los alimentos. Este análisis es importante pues es parte de la evaluación nutricional del alimento además sirve para obtener la pureza de algunos ingredientes que se usan en la elaboración de alimentos tales como: azúcar, pectinas, almidones y gelatina.

El contenido de cenizas se usa como índice de calidad en algunos alimentos como mermeladas y jaleas. En estos productos el contenido de cenizas es indicativo del contenido de frutas en los mismos: por lo tanto, se le considera como un índice de adulteración, es importante en productos de cereales porque revela el tipo de refinamiento y molienda. Ejemplo una harina de trigo integral (todo el grano) contiene aproximadamente 2% de cenizas; mientras que la harina proveniente del endospermo tiene un contenido de cenizas de 0,3%.(17)

Las cenizas de los productos alimentarios están constituidas por el residuo inorgánico que queda después de que la materia orgánica se ha quemado. Las cenizas obtenidas no tienen necesariamente la misma composición que la materia mineral presente en el alimento original, ya que puede haber habido pérdidas por volatilización o alguna interacción entre los constituyentes. Las condiciones de ignición son especificadas para diversos materiales en una Norma Británica (BS 4603:1970) el valor de las cenizas puede considerarse como una medida general de la calidad (por ejemplo, en el té y en el Reino Unido se prescribe un máximo de cenizas para la gelatina comestible), y a menudo es un criterio útil para determinar la identidad de un alimento, cuando hay un alto contenido de cenizas se sugiere la presencia de un adulterante inorgánico.

1.7.3 DETERMINACIÓN DE FIBRA

Se denomina también fibra cruda o bruta representa la parte fibrosa e indigerible de los alimentos vegetales y, por consiguiente, mientras mayor sea su concentración en un producto dado, menor será su valor alimenticio, aunque es importante recomendarlo para el buen funcionamiento del intestino. (21)

La fibra químicamente está constituido por compuestos poliméricos fibrosos carbohidratados como celulosa, hemicelulosa, pectina, gomas, mucilagos actúa fundamentalmente sobre el tránsito intestinal ya que la celulosa que contiene el salvado y las plantas verdes posee un efecto laxante y compuestos poliméricos fibrosos no carbohidratados como la lignina ,polímero de fenilpropano. Su determinación se basa en la simulación de la digestión en el organismo por tratamientos ácidos y alcalinos, separando los constituyentes solubles de los insolubles que constituyen los desperdicios orgánicos a través de las heces. (50)

Las condiciones más comunes son tratamientos sucesivos con petróleo ligero, ácido sulfúrico diluido hirviendo, hidróxido de sodio diluido hirviendo, ácido clorhídrico diluido, alcohol y éter. Este tratamiento empírico proporciona la fibra cruda que consiste principalmente del contenido en celulosa además de la lignina y hemicelulosas contenidas en la muestra. Las cantidades de estas sustancias en la fibra cruda pueden variar con las condiciones que se emplean, por lo que para obtener resultados consistentes deben seguirse procedimientos estandarizados con rigidez.

1.7.4 DETERMINACIÓN DE PROTEINA

La determinación de proteína total es una de las fases esenciales del análisis proximal de alimentos debido a su importancia tanto fisiológica como de composición. El método Kjendahl actualmente sigue siendo la técnica más confiable para la determinación de nitrógeno orgánico. Las proteínas son macromoléculas compuestas por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, también contienen azufre y fósforo las mismas están formadas por la unión de varios aminoácidos, unidos mediante enlaces peptídicos. El orden y disposición de los aminoácidos en una proteína depende del código genético, ADN, de la persona, en general, el código genético estándar especifica 20 aminoácidos. (24)

Las proteínas constituyen alrededor del 50% del peso seco de los tejidos y no existe proceso biológico alguno que no dependa de la participación de este tipo de sustancias.. Las proteínas son las principales estructuras de nuestro cuerpo, constituyen el sistema de

transporte de la sangre, las membranas celulares, pelo, uñas, etc. Por lo tanto, es imprescindible y obligatorio consumir proteínas procedentes de alimentos para mantener una buena salud. (49)

1.7.5 EXTRACTO ETEREO

El extracto etéreo o grasa bruta estima el contenido en triglicéridos del alimento. se obtiene cuando la muestra es sometida a extracción con éter etílico solubilizando los lípidos para separarlos del resto del alimento mediante extractores Soxhlet. El término extracto etéreo se refiere al conjunto de las sustancias extraídas que incluyen, además de los ésteres de los ácidos grasos con el glicerol, a los fosfolípidos, las lecitinas, los esteroides, las ceras, los ácidos grasos libres, los carotenos, las clorofilas y otros pigmentos.(57)

Las grasas constituyen un conjunto de compuestos muy heterogéneo cuya característica común es que son insolubles en agua pero solubles en disolventes orgánicos (éter, cloroformo). Las de mayor importancia desde el punto de vista dietético y nutricional son los triglicéridos, los fosfolípidos y el colesterol, las grasa además de ser una fuente de combustible energético para nuestro organismo (9 calorías por gramo), desempeña otras funciones fundamentales para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo: constituye una reserva muy importante de energía (tejido adiposo o graso), colabora en la regulación de la temperatura corporal (grasa subcutánea), envuelve y protege órganos vitales como el corazón y riñones (grasa perivisceral), es el vehículo de transporte de las vitaminas liposolubles (A, D, E, K) facilitando así su absorción, resulta imprescindible para la formación de determinadas hormonas, suministra ácidos grasos esenciales (linoleico y linolénico) para nuestro organismo e interviene en la buena palatabilidad de los alimentos (sensación agradable que producen los alimentos en la boca).(10)

1.7.6 pH

El pH es un símbolo que indica si una sustancia es ácida, neutra o básica. El pH se calcula por la concentración de iones de hidrógeno, un factor que controla la regulación

de muchas reacciones químicas, bioquímicas y microbiológicas. En estado natural las frutas tienen pH bastantes ácidos y las verduras las carnes y pescados son ligeramente ácidos. El pH es medido por un instrumento llamado pH metro también se puede medir de forma aproximada el pH de una disolución empleando indicadores, ácidos o bases débiles que presentan diferente color según el pH. (65)

1.7.7 HPLC

Se puede definir como la transferencia de masas entre una fase estacionaria y una móvil. La mezcla que contiene los compuestos a separar es disuelta e inyectada en una columna rellena de fase estacionaria a través de la cual es forzada a pasar por una fase móvil impulsada por la bomba de alta presión. Dentro de la columna la mezcla se separa en sus componentes en función de su interacción entre las dos fases. Esta separación puede ser modificada eligiendo adecuadamente tanto la fase móvil como la estacionaria, el flujo de la fase móvil o la temperatura de la separación. De esta forma la técnica de HPLC adquiere un alto grado de versatilidad difícil de encontrar en otras técnicas, siendo capaz de separar los componentes de una gran variedad de mezclas. (72)

La cromatografía de líquidos de alta eficacia es la técnica analítica de separación más ampliamente utilizada, con unas ventas anuales de equipos de HPLC que se aproximan a la cifra de mil millones (109) de dólares. Las razones de la popularidad de esta técnica son su sensibilidad, su fácil adaptación a las determinaciones cuantitativas exactas, su idoneidad para la separación de especies no volátiles o termolábiles y, sobre todo, su gran aplicabilidad a sustancias que son de primordial interés en la industria, en muchos campos de la ciencia y para la sociedad en general. Algunos ejemplos de estos materiales incluyen: aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, hidrocarburos, carbohidratos, fármacos, terpenoides, plaguicidas, antibióticos, esteroides, especies órgano metálicas y una variedad de sustancias inorgánicas. (59)

Tipos de Cromatografía Líquida

1. Cromatografía de Partición.
2. Cromatografía de Adsorción
3. Cromatografía Iónica
4. Cromatografía de Exclusión (72)

1.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Es el estudio de un número determinado de microorganismos presentes en el alimento mediante el cual se especifica el tipo de microorganismo ya sea flora patógena que causa daños en la salud del consumidor principalmente puede producir intoxicaciones alergias, o no patógena que se considera propia del alimento o a la vez en algunos casos sirve para la elaboración de otros alimentos de alto valor nutritivo, se diagnostica la posible fuente de contaminación, permitiendo así evaluar las condiciones higiénicas de elaboración o almacenamiento del alimento. Se considera que el análisis microbiológico de alimentos no tiene carácter preventivo sino que simplemente es una inspección que permite valorar la carga microbiana. (27)

1.8.1 LEVADURAS Y MOHOS

Los mohos y levaduras se encuentran ampliamente distribuidos en el ambiente pueden encontrarse como flora normal en un alimento o como contaminantes en equipos mal sanitizados. Cabe mencionar que ciertas especies de mohos y levaduras son de gran utilidad en la elaboración de un gran número de alimentos sin embargo también pueden ser responsables de la descomposición de otros. Debido a su crecimiento lento y de baja competitividad los mohos y levaduras se manifiestan en aquellos alimentos de crecimiento bacteriano menos favorable.

Estas condiciones son bajo nivel de pH, baja humedad siendo la A_w , mínima necesaria para la germinación de las esporas es en algunos mohos 0.62 mientras que para otros es 0.93, alto contenido de sales y carbohidratos, baja temperatura de almacenamiento la

presencia de antibióticos o la exposición del alimento a la irradiación. Por lo tanto los alimentos mas susceptibles a proliferación tenemos los productos lácteos fermentados, frutas, bebidas de frutas, cereales y sus derivados alimentos de humedad intermedia como las mermeladas, jaleas.

Los mohos y levaduras pueden causar daño a través de síntesis de metabolitos tóxicos que son la micotoxinas, resistencia al calor, congelamiento o irradiación, habilidad para alterar sustratos no favorables permitiendo el crecimiento de bacterias patógenas. Causan adema mal sabor, color y decoloración a la superficie de alimentos.

1.9 EVALUACIÓN SESONRIAL

El análisis sensorial se define como la identificación, medida científica, análisis e interpretación de las respuestas a los productos percibidas a través de los sentidos (Stone y Sidel, 1993).Esta definición recoge las cuatro tareas principales que lleva a cabo el análisis sensorial: identificar, medir científicamente, analizar e interpretar. (35)

El consumidor tiene gustos muy definidos y asocia determinados caracteres a la calidad o satisfacción que produce un alimento, por lo que espera encontrarlos cuando lo adquiere y consume. La dificultad radica en que los gustos acostumbran ser muy personales, aunque los factores culturales pueden marcar tendencias. (62)

En la apreciación de un alimento, los sentidos tienen una importancia distinta a la que reciben en otros aspectos de la vida. Así, los llamados sentidos "químicos" como el olfato y el gusto suelen ser determinantes en una valoración subjetiva del alimento, mientras que los "físicos", vista, oído y tacto, más importantes en la vida rutinaria, juegan un papel secundario. Mientras que el aroma y sabor definirán la elección futura del consumidor. La aceptación intrínseca de un alimento es la consecuencia de la reacción del consumidor ante las propiedades físicas, químicas y texturales del mismo.

El análisis sensorial abarca a dos grandes grupos según el objetivo buscado estas son pruebas analíticas y pruebas de consumidores (62)

1. Pruebas Analíticas

Las pruebas analíticas miden o describen las características organolépticas de un producto, por lo tanto requieren que los jueces que las llevan a cabo sean personas formadas para la tarea. Deben ser capaces de contestar a preguntas del tipo “¿Son estos dos productos distintos?”, “¿Cómo difieren estos dos productos en relación a esta característica sensorial determinada?”. Por su condición de jueces entrenados, no se les debe pedir que realicen valoraciones hedónicas: si comparamos el análisis sensorial con el análisis instrumental, igual que no le preguntaríamos a un cromatógrafo de gases si le gusta el producto analizado, no se le debe formular la pregunta al panel de jueces (O’Mahony, 1985). (51)

Pruebas de Consumidores

Las pruebas de consumidores miden la preferencia de éstos hacia un producto, buscando así poder predecir la aceptación que tendrá ese producto en el mercado, definiendo la aceptación como “consumo con placer” (Peryam y Pilgrim, 1957). Al contrario que las pruebas analíticas, las pruebas de consumidores deben ser realizadas por personas que, en conjunto, formen un grupo representativo de la población de consumidores reales o potenciales del producto evaluado. Asimismo no deben haber participado en ningún tipo de prueba analítica y por lo tanto no deben haber sido entrenadas para el análisis sensorial. (51)

FORMAS DE REALIZARLO

El análisis sensorial de los alimentos puede realizarse a través de diferentes pruebas, según la finalidad para la que estén diseñados. A grandes rasgos, pueden definirse dos grupos:

- Pruebas objetivas que se subdividen en discriminativas y descriptivas
- Pruebas no objetivas también denominadas hedónicas

1.9.1 PRUEBAS HEDONICAS

Es aquella en la que el juez catador expresa su reacción subjetiva ante el producto indicando si le gusta o le disgusta si lo acepta o lo rechaza si lo prefiere a otro o no. Son pruebas difíciles de interpretar ya que se trata de apreciaciones completamente personales, con la variabilidad que ello supone.

Los estudios de naturaleza hedónica son esenciales para saber en qué medida un producto puede resultar agradable al consumidor. Pueden aplicarse pruebas hedónicas para conocer las primeras impresiones de un alimento nuevo o profundizar más y obtener información sobre su grado de aceptación o en qué momento puede producir sensación de cansancio en el consumidor.

1.10 ATRIBUTOS SENSORIALES

1.10.1 GUSTO Y SABOR

El gusto o sabor básico de un alimento puede ser ácido, dulce, salado, amargo, o bien puede haber una combinación de dos o más de estos, es una sensación percibida a través del gusto de la lengua. El sabor es la percepción percibida a través de las terminaciones nerviosas de los sentidos del olfato y del gusto, es la diferencia un alimento de otro, ya que si se prueba un alimento con los ojos cerrados y la nariz tapada, solamente se podrá juzgar si es dulce, salado, amargo o ácido.(51)

1.10.2 AROMA Y OLOR

Olor es la sensación producida al estimular el sentido del olfato En la evaluación de olor es muy importante que no haya contaminación de un olor con otro, por tanto los alimentos que van a ser evaluados deberán mantenerse en recipientes herméticamente cerrados, mientras que el aroma es la fragancia del alimento que permite la estimulación del sentido del olfato. El aroma es el principal componente del sabor de los alimentos, es

por eso que cuando existe gripe o resfriado en la persona analista el aroma no es detectado.

1.10.3 COLOR Y APARIENCIA

De las propiedades organolépticas es la que más fácilmente puede ser estandarizada su evaluación, existen escalas de colores bien definidas que permiten comparar el color de soluciones líquidas y sólidos, y espectrofotómetros el color que percibe el ojo depende de la composición espectral de la fuente luminosa de las características físicas y químicas del objeto la naturaleza de la iluminación base y la sensibilidad espectral del ojo.

No obstante se debe describir el color de los productos ya que hay matizaciones que sólo el ojo humano es capaz de hacer. Tanto en líquidos como en sólidos pueden presentarse interferencias en la percepción del color: transparencia, opalescencia en líquidos, tamaño de partícula, brillo, opacidad en sólidos.

1.11 PRUEBAS ESTADÍSTICAS

1.11.1 ANALISIS DE VARIANZA ADEVA

El análisis de la varianza (ANOVA, ADEVA) es una potente herramienta estadística, El análisis de varianza es una prueba que nos permite medir la variación de las respuestas numéricas como valores de evaluación de diferentes variables nominales. La prueba a realizar es de sí existe diferencia en los promedios para la los diferentes valores de las variables nominales; esta prueba se realiza para variables donde una tiene valores nominales y la otra tiene valores numéricos. El análisis de varianza (analysis of variance o ANOVA) puede ser visto como una generalización del test de Student.

1.11.2 BASES DEL ANÁLISIS DE LA VARIANZA.

Supónganse k muestras aleatorias independientes, de tamaño n , extraídas de una única población normal. A partir de ellas existen dos maneras independientes de estimar la varianza de la población σ^2 :

1. Una llamada varianza dentro de los grupos (ya que sólo contribuye a ella la varianza dentro de las muestras), o varianza de error, o cuadrados medios del error, y habitualmente representada por MSE (Mean Square Error) o MSW (Mean Square Within) que se calcula como la media de las k varianzas muestrales (cada varianza muestral es un estimador centrado de σ^2 y la media de k estimadores centrados es también un estimador centrado y más eficiente que todos ellos). MSE es un cociente: al numerador se le llama suma de cuadrados del error y se representa por SSE y al denominador grados de libertad por ser los términos independientes de la suma de cuadrados.
2. Otra llamada varianza entre grupos (sólo contribuye a ella la varianza entre las distintas muestras), o varianza de los tratamientos, o cuadrados medios de los tratamientos y representada por MSA o MSB (Mean Square Between). Se calcula a partir de la varianza de las medias muestrales y es también un cociente; al numerador se le llama suma de cuadrados de los tratamientos (se le representa por SSA) y al denominador $(k-1)$ grados de libertad.

CAPITULO II

2 PARTE EXPERIMENTAL

2.1 LUGAR DE INVESTIGACIÓN

La investigación se llevó a cabo en los siguientes laboratorios de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH:

- ❖ Química Industrial
- ❖ Bioquímica y Alimentos
- ❖ Microbiología.

2.2 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

2.2.1 MATERIAL VEGETAL

Guayaba (*Psidium Guajava*) proveniente de Patate provincia de Tungurahua

2.2.2 EQUIPOS

- Estufa
- Desecador
- Mufla
- Balanza Analítica
- Balanza de Precisión
- pH metro
- Autoclave

- Incubadora
- Selladora
- Cámara fotográfica
- Refrigeradora
- Dean Stark
- Equipo de Kjeldhal
- Equipo de Weende
- Cabina extractora de gases
- Bomba de vacío
- HPLC
- Filtros con fritas
- Kitasato
- Mangueras
- Matraces volumétricos
- Pipetas volumétricas
- Capsula de porcelana
- Pinzas
- Espatula
- Crisol de porcelana
- Plancha precalcinadora
- Varilla de vidrio
- Crisoles de Gooch
- Digestor de fibra
- Lana de vidrio
- Pissetas
- Probeta graduada
- Reloj
- Vaso de precipitación
- Balones volumétricos
- Bureta
- Matraz
- Soporte universal

- Vasos de precipitación
- Papel filtro
- Papel aluminio
- Guantes estériles
- Mascarillas
- Reverbero eléctrico
- Porta dedales
- Bandejas de 2 Kg
- Computador

2.2.3 REACTIVOS

- Sulfúrico Acido
- Sodio Hidróxido
- Clorhídrico Acido
- Agua destilada
- Desinfectante
- Rojo de metilo
- Azul de bromocresol
- Sodio Sulfato
- Bórico Acido
- Acido tricloro Acético
- Metanol
- Acido Fosfórico
- Alcohol n-amílico
- Zinc en lentejas

2.2.4 MEDIOS DE CULTIVO

- Agar Saboraud
-

2.3 MÉTODOS

2.3.1 FASE EXPERIMENTAL

2.3.1.1 *Análisis Físico*

- Determinación del Ph (NTE INEN 389) (Ver ANEXO No.1)
- Evaluación Sensorial(color,aroma,sabor)
- Dimensiones longitud ,diámetro (NTE INEN 1975-2001)
- Peso

2.3.1.2 **Determinación de Humedad: Método desecación en la estufa de aire caliente (laboratorio de alimentos).**

Principio

Método gravimétrico mediante la desecación en estufa de aire caliente a 103 ± 2 °C durante 24 horas. Este procedimiento se lleva a molienda si el caso lo requiere. La determinación de humedad es una técnica a utilizar en análisis de alimentos para valorar la calidad del mismo, así como su adulteración durante su procesamiento. La humedad desempeña un importante papel en muchas reacciones de deterioro de alimentos, como en el pardeamiento de frutas y verduras.

En la desecación por estufas a 103 ± 2 °C durante 24 horas, los resultados dependen del grado de división del material, tiempo, temperatura y presión mantenida en la estufa. En el material biológico existe fuera del agua libre, que se puede evaporar por el calor tan fácilmente como el agua de arena húmeda, el agua combinada tan tenazmente por fuerzas físicas (atribuibles a las fuerzas de Van der Waals o de formación de enlaces de H) a los componentes macromoleculares, coloidales e hidrofílicos como proteínas y polisacáridos (pectinas, almidones, celulosas, azúcares), que no se congela por el frío.

Procedimiento:

- Pesar 1 gramo de muestra homogenizada en una capsula de porcelana previamente tarada repartir uniformemente en su base
- Desecar en la estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ por 24 horas
- Enfriar en desecador y pesar
- Desecar hasta obtener peso constante

Cálculos:

$$\%SS = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} * 100$$

Donde:

$\%SS$ = sustancia seca en porcentaje en masa

m = masa de la capsula vacía en g

m_1 =masa de la capsula con muestra en g

m_2 = masa de la capsula con la muestra seca en g

2.3.1.3 Determinación de Cenizas: Método de incineración en mufla (laboratorio de alimentos).

Principio

Consiste en quemar la sustancia orgánica de la muestra problema a una temperatura de 500°C - 550°C la misma que se combustiona y como resultado genera CO_2 , agua, sustancia orgánica (sales, minerales) esta se completa hasta obtener residuos grises o grises blancos.

Procedimiento:

- Colocar la capsula con la muestra seca resultado de la determinación de la humedad dentro de la Sorbona sobre un mechero calcinar hasta ausencia de humos.
- Transferir la capsula de porcelana a la mufla a una temperatura de 500°C-550°C, hasta obtener cenizas libres de residuo carbonoso (se obtiene después de 2 a 3 horas y peso constante).
- Sacar la capsula colocar en el desecador, enfriar y pesar.

Cálculos:

$$\%C = \{(m_1 - m/m_2 - m)\} * 100$$

Donde:

%C = Contenido de cenizas en porcentaje de masa en muestra seca

m = masa de la capsula vacía en gramos

m₁ = masa de la capsula con la muestra después de la incineración en g

m₂ = masa de la capsula con la muestra antes de la incineración en g

2.3.1.4 Determinación de Grasa o Extracto Etéreo: Método de Soxhlet (laboratorio de alimentos).

Principio

Los lípidos son solubles en disolventes no polares tales como el éter, éter sulfúrico, sulfuro de carbono, benceno, cloroformo y derivados líquidos del petróleo. El extracto etéreo ó grasa constituyen los triglicéridos o grasa neutras del alimento. Se obtiene cuando la muestra es sometida a extracción con éter etílico solubilizando los lípidos para separarlos del resto del alimento.

Procedimiento:

- Pesar 2 g de muestra seca y colocar en el dedal, luego introducirle en la cámara de sifonación.
- En el balón previamente tarado adicionar 50mLde éter etílico o éter de petróleo, la cantidad depende del tamaño del equipo.
- Embonar la cámara de sifonación al balón
- Colocar el condensador con las mangueras sobre la cámara de sifonación
- Encender la parrilla, controlar la entrada y salida de agua y extraer por 8 a 12 horas.
- Al terminar el tiempo, retirar el balón con el solvente más el extracto graso y destilar el solvente.
- El balón con la grasa cruda o bruta colocar en la estufa por media hora, enfriar en desecador y pesar.

Cálculos:

$$\%G(\%Ex. E) = \{(P_1 - P/m)\} *100$$

Donde:

%G = grasa cruda o bruta en muestra seca expresado en porcentaje en masa

P₁= masa del balón mas la grasa cruda o bruta extraída en g

P= masa del balón de extracción vacio en g

M= masa de la muestra seca tomada para la determinación en g

2.3.1.5 Determinación de Fibra (Técnica AOAC 7050)

Principio

Se basa en la sucesiva separación de la ceniza, proteína, grasa y sustancia extraída libre de nitrógeno las mismas que se separan a través de un tratamiento con una solución débil

de ácido sulfúrico álcalis, agua caliente y acetona. El ácido hidroliza a los carbohidratos insolubles (almidón y parte de hemicelulosa), los álcalis transforman en estado soluble a las sustancias albuminosas, separan la grasa, disuelve parte de la hemicelulosa y lignina el éter extrae las resinas, colorantes, residuos de grasa y elimina el agua, finalmente el residuo que queda es la fibra fruta.

Procedimiento:

- Se pesa 1 g de la muestra problema en papel aluminio se registra este peso como (W_1)
- Se coloca la muestra en el vaso y se pesa el papel con el sobrenadante se anota el peso como (W_2)
- A cada vaso con la muestra se coloca H_2SO_4 AL 7% mas alcohol n-amílico; estos vasos colocamos en las hornillas del digestor levantando lentamente haciendo coincidir los vasos con los bulbos refrigerantes
- Se deja por el tiempo de 25 minutos regulando la temperatura de la perilla en 7, también controlando que el reflujo de agua se encuentre funcionando correctamente.
- A los 25 minutos se baja la temperatura de la posición 7 a 2.5 y se añade 20 ml de Na OH al 2 % y se deja por unos 30 minutos. Los tiempos se toma desde que empieza la ebullición.
- Una vez terminada la digestión alcalina se arma el equipo de la bomba de vacío preparando además crisoles de gooch con su respectiva lana de vidrio.
- Se coloca los crisoles en la bomba filtrando el contenido de los vasos realizando su lavado con agua destilada caliente.
- En las paredes del vaso se raspa con el policia los residuos que están adheridos para enjuagar posteriormente.
- El lavado se realiza con 200 ml de agua
- Luego se coloca los crisoles en una caja petri y sobre la sustancia retenida en la lana de vidrio se añade acetona para eliminar agua, pigmentos, materia orgánica.
- Posteriormente se pasa los crisoles con toda la caja petri a la estufa por el lapso de 8 horas para secar a una temperatura de $105^{\circ}C$.

- Se saca al desecador y se registra el primer peso como (W_3).
- Una vez pesados llevar a la mufla a 600°C por un tiempo de 4 horas
- Terminado este tiempo los crisoles son sacados de la mufla al desecador por un tiempo de 30 minutos para finalmente registrar el peso del crisol mas las cenizas como(W_4)
- Finalmente por diferencia de pesos se realiza el cálculo de la fibra bruta.

Cálculos:

$$\%F = \frac{W_3 - W_4}{W_2 - W_1} * 10$$

Donde:

F= fibra cruda o bruta en muestra seca y desengrasada expresado en porcentaje en masa

W_1 = peso del papel solo

W_2 = peso del papel más muestra húmeda

W_3 = peso del crisol más muestra seca

W_4 = peso del crisol mas la cenizas

FIBRA BRUTA BASE FRESCA

$$\%F.B.S = \frac{100 * \%FB}{\%MS}$$

Donde:

$\%FBS$ = Fibra en base FRESCA

$\%FB$ = Fibra bruta

$\%ms$ = % Materia seca

2.3.1.6 Determinación de Proteína: Microkjeldhal (laboratorio de alimentos).

Principio

Consiste en someter a calentamiento y digestión una muestra problema, la cual al agregarle ácido sulfúrico concentrado se destruyen carbohidratos, grasas formando CO_2 y agua, la proteína se descompone con la formación de amoníaco el cual interviene en la reacción con ácido sulfúrico formando el sulfato de amonio luego de la formación de la sal de amonio actúa una base fuerte (NaOH 40%) desprendiéndose el nitrógeno en forma de amoníaco el cual es retenido en una solución de ácido bórico al 2.5 % y titulado con ácido clorhídrico 0.1 N, en presencia del indicador mixto.

Procedimiento:

- Se pesa 40mg de muestra seca e introducirla en el balón de digestión de
- Añadir 1.5 g de K_2SO_4 40 mg de HgO 2ml H_2SO_4 concentrado (grado técnico) procurando no manchar las paredes del mismo.
- Colocar el balón en el digestor y calentar hasta obtener un líquido transparente
- Enfriar el balón y su contenido, adicionar 4 ml de agua destilada para disolver el contenido que al enfriarse se solidifica
- Verter lo anterior en el balón de destilación del equipo adicionando otros 4 ml de agua destilada para enjuagar el balón
- Cerrar la laves y en un vaso de 50ml preparar la mezcla de 8ml de NaOH al 40% y 2 ml de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ al 5% abrir la llave y verter dejando pasar lentamente al balón de destilación
- Recibir el destilado en un vaso conteniendo 12 ml de H_3BO_3 al 4% y 8 ml de agua destilada al que se añade 3 a 4 gotas de indicador mixto rojo de metilo y verde de bromocresol
- Destilar hasta obtener 30 ml
- Titular el destilado con HCl 0.1 N.

Cálculos:

$$\% \text{Proteína} = \frac{1,4 * f * v * N}{m}$$

Donde:

%P = porcentaje de proteína bruta en muestra fresca

NHCl = Normalidad del ácido clorhídrico

f= factor para transformar el % de N₂ en proteína

6.25 = Factor para convertir el % de N₂ % de proteína

2.3.1.7 Determinación de Vitamina C método HPLC

Principio

El HPLC técnica utilizada para separar los componentes de una mezcla basándose en diferentes tipos de interacciones químicas entre las sustancias analizadas y la columna cromatográfica, es una cromatografía de fase reversa, fase móvil polar con la detección en el campo ultravioleta con una longitud de onda de 254nm.

Condiciones:

Columna: C18

Flujo: 1mL/min

Detector: UV Visible

Fase móvil: H₃PO₄ 0.05 M

Preparación del Estándar de Vitamina C

- Se pesa exactamente 1,3 mg de ácido ascórbico estándar.
- Se afora a 25 mL con ácido fosfórico 0,05 M grado HPLC (Solución estándar de vitamina C)

- Se toma una alícuota de 1 mL y se afora a 10 mL.
- Se filtra el sobrenadante con acrodiscos de membrana.
- Se coloca en vial de vidrio para su inyección.

Extracción del principio activo de la guayaba fresca

- Se pesa exactamente posible 5 g de la muestra.
- Se afora a 25 mL con ácido fosfórico 0,05 M grado HPLC.
- Se filtra el sobrenadante con acrodiscos de membrana.
- Se coloca en vial de vidrio para su inyección.

Extracción del principio activo de la guayaba deshidratada y rehidratada

- Se pesa exactamente posible 1 g de la muestra.
- Se afora a 25 mL con ácido fosfórico 0,05 M grado HPLC.
- Se filtra el sobrenadante con acrodiscos de membrana.
- Se coloca en vial de vidrio para su inyección.

Cuantificación de Vitamina C

$$\text{Concentración de Vitamina C } (\mu\text{g/g}) = \frac{AM \times C.E. \times F.D.}{AE}$$

Donde:

A. M = Área de la muestra

C.E. = Concentración del Estándar

A. E = Área del estándar

F.D = Factor de Dilución

2.3.1.8 Análisis microbiológico de la guayaba fresca, deshidratada rehidratada

DETERMINACIÓN DE HONGOS (Mohos y levadura) Para este ensayo se utilizó la NTE INEN 1529-10 (Ver ANEXO No 2)

2.3.1.9 Deshidratación de la Guayaba

- _ Se seleccionaron las guayabas en base al estado de maduración, fresco, sano, sin lesiones, físico ni mecánico, de tamaño homogéneo.
- _ Se lavo y desinfecto con agua clorada
- _ Se seco en papel absorbente y se corta en rodajas de 0,6mm con la ayuda de una cortadora de frutas.
- _ Se colocó las rodajas en papel aluminio sobre bandejas de capacidad de 2 kg, y se introdujo en la refrigeradora a 2°C por diez días.
- _ Se realizó el análisis sensorial, físico, químico y microbiológico a la guayaba deshidratada.

2.3.1.10 Rehidratación de la Guayaba

- _ Se pesó las rodajas de guayaba deshidratada y de acuerdo al peso se procedió a preparar los líquidos rehidratantes: agua, agua más glucosa en concentraciones de 0.5%, 0.25%, 0.13% y leche a temperaturas de 20°C, 40°C, 60°C, 80°C.
- _ Se colocó las rodajas en los líquidos rehidratantes, observando que queden totalmente sumergidas a distintas temperaturas.
- _ Se pesó las rodajas cada 5 minutos, hasta obtener peso constante para luego medir los grados brix y determinar la humedad.
- _ Se realizó el análisis sensorial, físico, químico y microbiológico a la guayaba rehidratada en las condiciones óptimas.

2.3.1.11 Corte Histológico de la guayaba fresca y rehidratada

Las muestras de guayaba se sometieron a un corte transversal, luego se procedió a la fijación, lavado, aclaramiento, inclusión, corte, montaje y coloración con H-E y safranina. Finalmente, se observó al microscopio las células de la guayaba fresca y rehidratada para establecer las diferencias.

CAPITULO III

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 DESHIDRATACIÓN DE LA GUAYABA

En el cuadro No.1 se observa las condiciones para la deshidratación, de la guayaba: el espesor de las rodajas se estableció en base al utilizado por Laura Ramallo en el Estudio de cinética del ananá pre-secado con aire caliente (2011); ya que a menor espesor el tiempo de secado también será menor evitando así mayores pérdidas en su valor nutricional, principalmente la vitamina C sensible a la presencia de luz, oxígeno, temperatura, enzima (ascorbinasa) y catalizadores como el hierro y el cobre; como lo manifiestan Badui(2006) . El proceso empleado fue la refrigeración a 2°C; no se usó el método de bandejas por que el equipo no estaba en condiciones de uso (laboratorio en readecuaciones), ni el método de microondas por que las rodajas se pardeaban rápidamente y sus semillas se tornaban de color negro observándose fotografía No.2.El tiempo de deshidratación fue demasiado elevado, 10 días, que como es lógico afectó al valor nutritivo de la guayaba como se analiza posteriormente.

CUADRO No. 1 CONDICIONES Y RESULTADOS DE LA DESHIDRATACION DE LA GUAYABA

ESPESOR	TIEMPO	TEMPERATURA	METODO
0,6mm	10 días	2°C	Refrigeración



FOTOGRAFÍA No. 2 DESHIDRATACIÓN DE LA GUAYABA EN MICROONDAS

3.2 REHIDRATACIÓN DE LA GUAYABA

Las condiciones óptimas de rehidratación para la guayaba fueron establecidas para el tiempo, temperatura y líquidos de rehidratación; cuadro No.2, utilizando como indicadores: grados brix en los tres líquidos rehidratantes; cuadro No.3 y 4, humedad y su comparación con los de la guayaba fresca y deshidratada.

CUADRO No.2 RESULTADOS DEL TIEMPO DE REHIDRATACIÓN DE LA GUAYABA DESHIDRATADA A DIFERENTES TEMPERATURAS CON TRES LÍQUIDOS REHIDRATANTES.

LÍQUIDO REHIDRATANTE	TIEMPO (min-s) A DISTINTAS TEMPERATURAS			
	20°C	40°C	60°C	80°C
AGUA	60'2''	55'8''	43'30''	40'03''
AGUA+ GLUCOSA	68'30''	64'20''	55'5''	47'23''
LECHE	70'13''	66'20''	57'24''	46'10''

Como se evidencia en el cuadro No.2 a través de los ensayos realizados con la guayaba deshidratada se determinó el mejor líquido rehidratante en función del tiempo y temperatura ya que a mayor temperatura menor tiempo de rehidratación según BARRETO (1999). Entre los líquidos rehidratantes utilizados la leche, y el agua azucarada al 0,5%, 0,25%, 0,13%, son los medios que más tiempo tardaron en ser reabsorbidos por

la fruta debido a la elevada viscosidad que poseen estos sin embargo, cabe mencionar que estos dos líquidos pueden transportar sólidos de importancia nutritiva al producto como vitaminas.

Determinándose así como mejor líquido rehidratante el agua, a una temperatura de 60°C con un tiempo de 43 minutos, pues a mayor temperatura se produce un aumento de la difusividad de agua y de solutos, debido a que posee baja viscosidad facilitando a las células de la fruta una rápida absorción otorgando así una reducción sustancial del tiempo de rehidratación.(MORATÓ 2008).Sin embargo a medida que la temperatura va aumentando el tiempo de rehidratación disminuye, y como consecuencia la estructura de la fruta cambia en cuanto a textura, se produce ablandamiento causada por la cocción y desorganización de la pulpa, parcial desnaturalización de proteínas, degradación de las pectinas y, además el color se desvanece debido a la pérdida de agua intra y extra celular de la fruta por acción térmica impidiendo la absorción de la luz y por lo tanto no se refleja la energía ante la percepción del ojo humano la misma que determina el color de la fruta .La alta temperatura afecta al valor nutritivo principalmente a la vitamina C que es termo sensible.

CUADRONo.3 RESULTADOS DE GRADOS BRIX DE LA GUAYABA REHIDRATADA EN LOS TRES LÍQUIDOS REHIDRATANTES

GRADOS BRIX DE LA GUAYABA REHIDRATADA A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SOLUCIONES HIDRATANTES			
LÍQUIDO REHIDRATANTE	CONCENTRACIÓN SOLUTO		
	0,5 g	0,25g	0,13g
AGUA + GLUCOSA	11,1	8,9	7.4
LECHE	13,5		
AGUA	8,5		
GUAYABA FRESCA	8,6		

En el cuadro No.3 se reportan los grados brix de la guayaba en los tres líquidos rehidratantes, parámetro que ayuda a medir la cantidad de azúcares en la fruta es decir

son sólidos solubles que no solo se refiere a la sacarosa (azúcar), sino también a la fructuosa, ácidos orgánicos, vitaminas, minerales y aminoácidos hidrosolubles que contribuyen al valor nutritivo de la guayaba; en agua mas glucosa al 0,25 % alcanza 8,9 grados brix muy similar a la guayaba fresca, mientras que con leche alcanza 13,5 grados brix, valor que es mas alto con respecto a la muestra fresca, siendo en agua el valor de 8,5 grados brix el más próximo a la guayaba fresca.

CUADRONo.4 RESULTADOS GRADOS BRIX DE LA GUAYABA FRESCA, DESHIDRATADA Y REHIDRATADA

MEDICIÓN GRADOS BRIX		
Guayaba Fresca	Guayaba Deshidratada	Guayaba Rehidratada 60°C
8,6	9,8	8,5

En el cuadro No.4 se observa los grados brix(% de sólidos solubles) ,este valor es elevado en la guayaba deshidratada debido a una mayor concentración de solutos en el interior de la fruta, pero es muy similar entre la guayaba fresca y rehidratada en agua a 60°C ya que los solutos existentes se vuelven a dispersar durante la rehidratación.

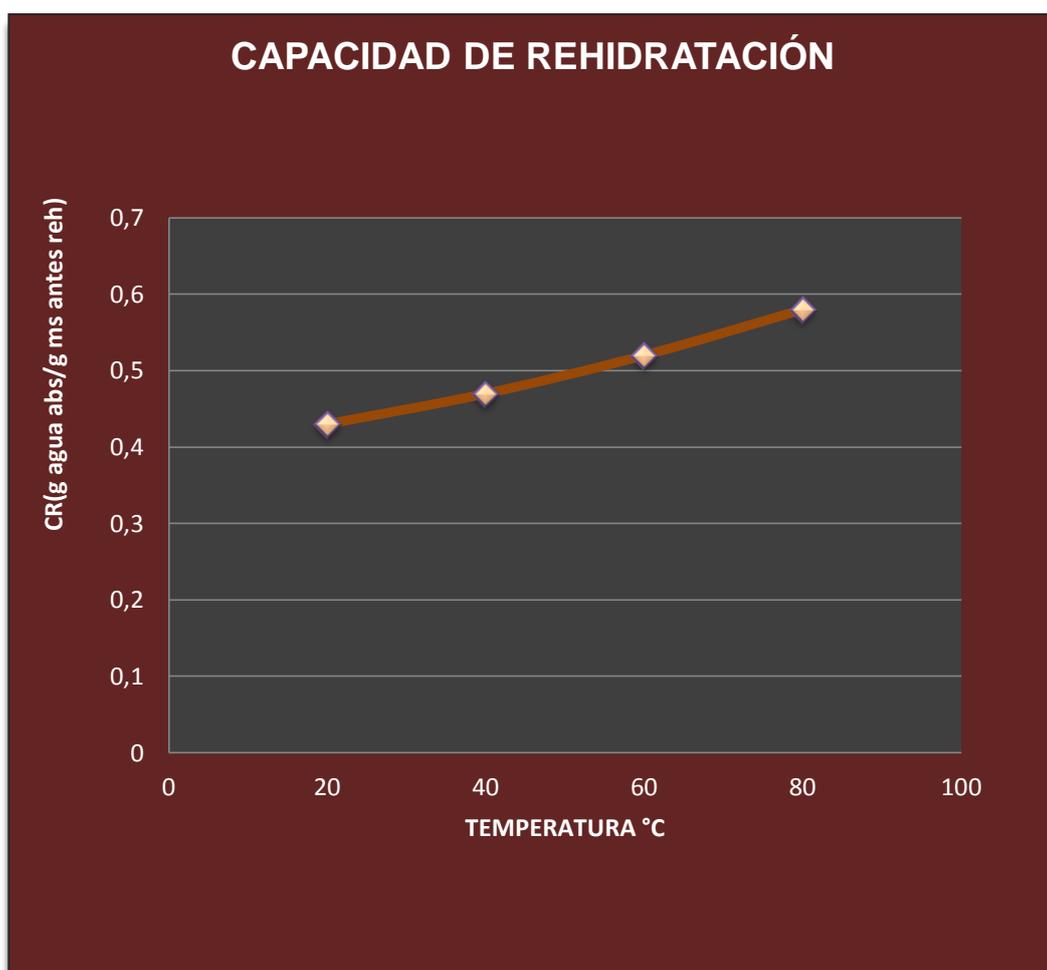


GRÁFICO No. 1 RELACIÓN ENTRE LA CAPACIDAD DE REHIDRATACIÓN Y TEMPERATURA

En el gráfico No.1 se visualiza la capacidad de rehidratación de la guayaba a cuatro temperaturas diferentes, observándose que existe una relación directa es decir, que a medida que la temperatura aumenta, la capacidad de rehidratación también lo hace; pero hay una afectación a la integridad del fruto que se refleja en su textura y apariencia por el mayor daño producido a los tejidos vegetales (membrana y pared celular), generando como consecuencia lixiviación de sólidos solubles en la guayaba, pérdida de solutos, y reducción de su valor nutritivo. Resultado que coincide con las investigaciones desarrolladas (CHACHA.G 2011), capacidad de rehidratación de la frutilla, (YENDI.I, LOPEZ.C 2009), la rehidratación de la zanahoria deshidratada.

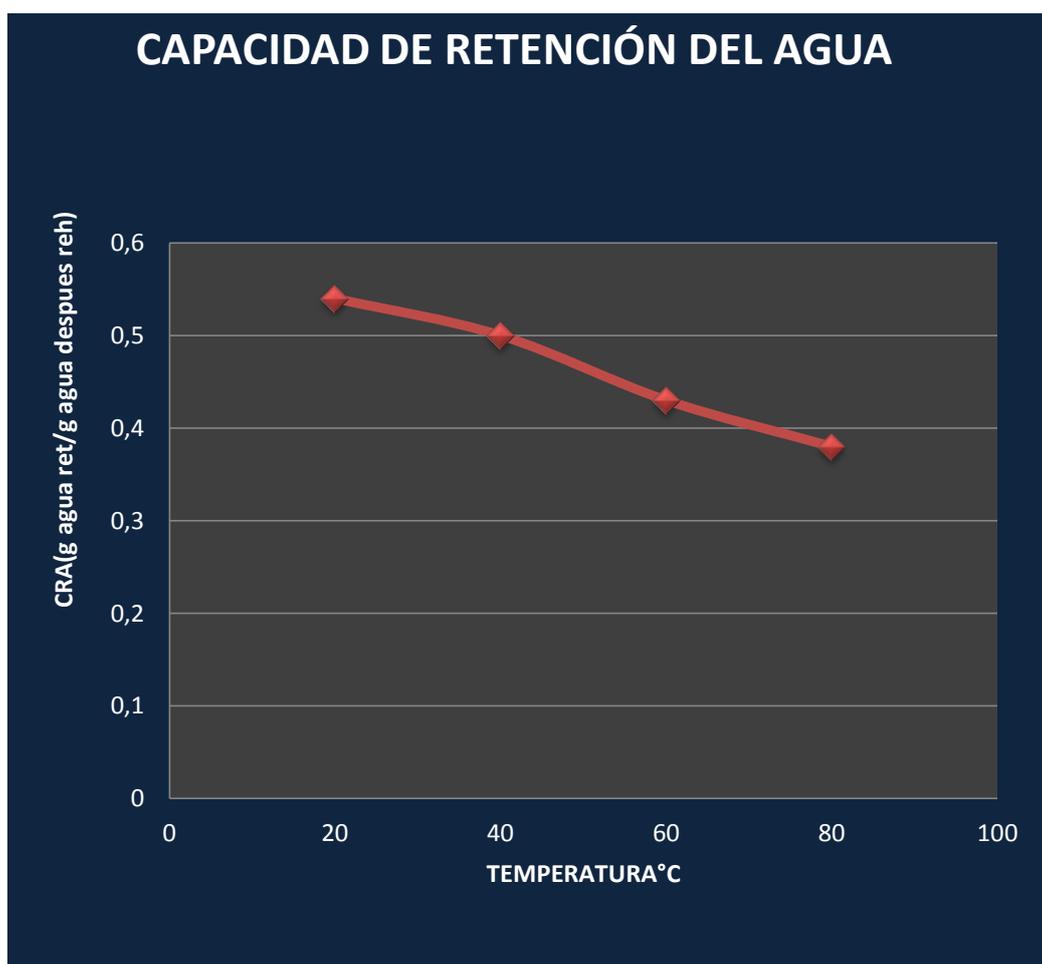


GRÁFICO No. 2 RELACIÓN CAPACIDAD DE RETENCIÓN DEL AGUA Y TEMPERATURA

La capacidad de retención de agua en el gráfico No. 2 disminuye notablemente conforme la temperatura aumenta es decir los tejidos celulares vegetales (membrana y pared celular), de la guayaba tienen la capacidad de absorber más agua pero no pueden retenerla debido al daño provocado por la deshidratación en los tejidos de las células parenquimatosas.

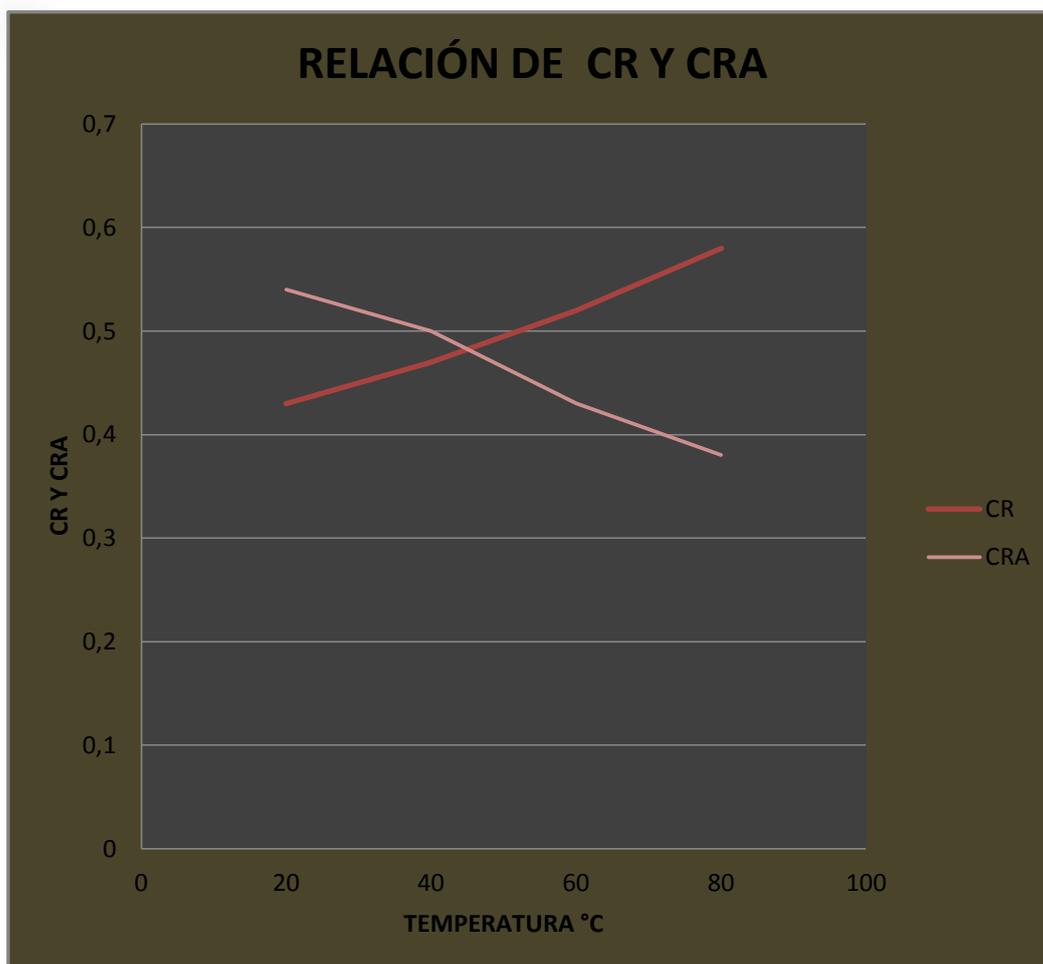


GRÁFICO No. 3 RELACIÓN CAPACIDAD DE REHIDRATACIÓN Y CAPACIDAD DE RETENCIÓN

En el gráfico No. 3 se observa la relación que existe entre la capacidad de rehidratación y la capacidad de retención de la guayaba rehidratada a 60°C observándose una relación inversa entre la capacidad de rehidratación y retención de la fruta.

3.3 EVALUACIÓN SESONRIAL

CUADRONo.5 RESULTADO DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA GUAYABA FRESCA, DESHIDRATADA, REHIDRATADA A 60 °C

PARÁMETROS	GUAYABA FRESCA	DESHIDRATADA	REHIDRATADA A 60°C
Color	Blanca	ligeramente blanco	blanca
Olor	Característico	característico	Característico
Sabor	Dulce	más dulce	dulce

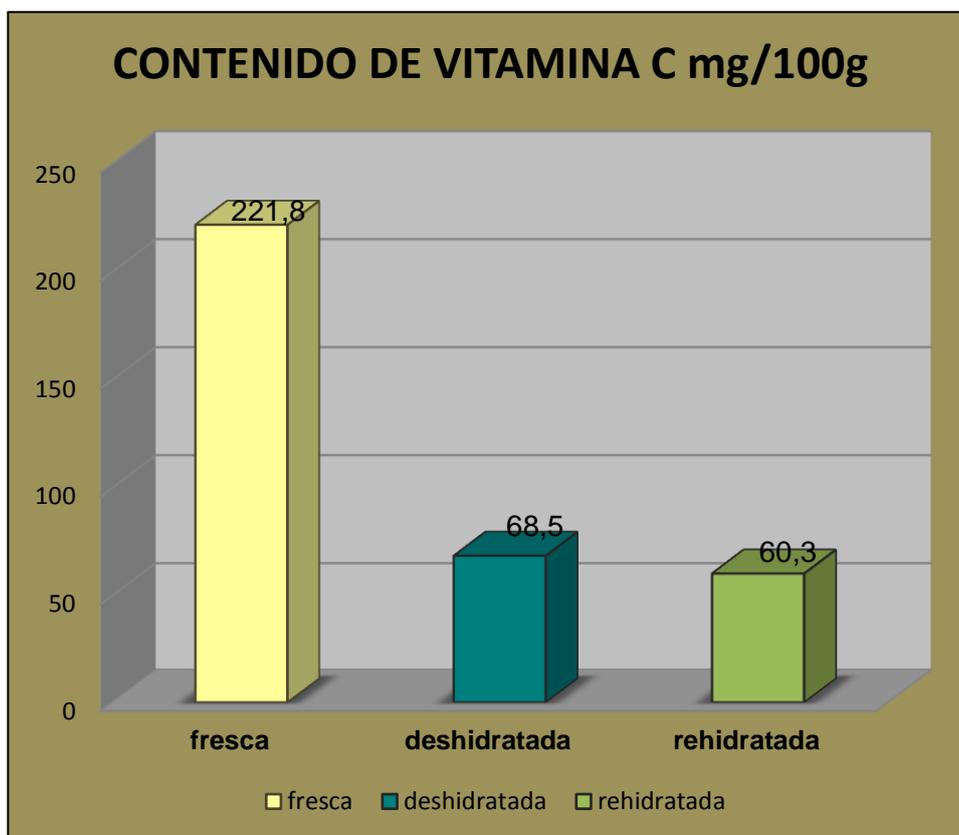
Las condiciones óptimas de rehidratación para la guayaba fueron: temperatura 60°C, liquido rehidratante agua y tiempo 43 minutos. Se consideran optimas por que la fruta exhibe características sensoriales iguales a la guayaba fresca como se evidencia en el cuadro No.5 que no revelan la existencia de reacciones degradativas, permitiendo así el control del producto al inicio y al final de la rehidratación.

3.4 DETERMINACIÓN DE VITAMINA C

Se realizo el análisis del contenido de vitamina C en las tres muestras: guayaba fresca, deshidratada, y rehidratada a 60°C en el medio rehidratante óptimo que es el agua.

CUADRONo.6 CONTENIDO DE VITAMINA C DE LA GUAYABA FRESCA, DESHIDRATADA Y REHIDRATADA 60°C; CON DOS REPETICIONES

VITAMINA C		
mg/100mg(Base Seca)		
Fresca	Deshidratada	Rehidratada a 60°C
221,8	68,5	60,3
222,3	67,2	61,1

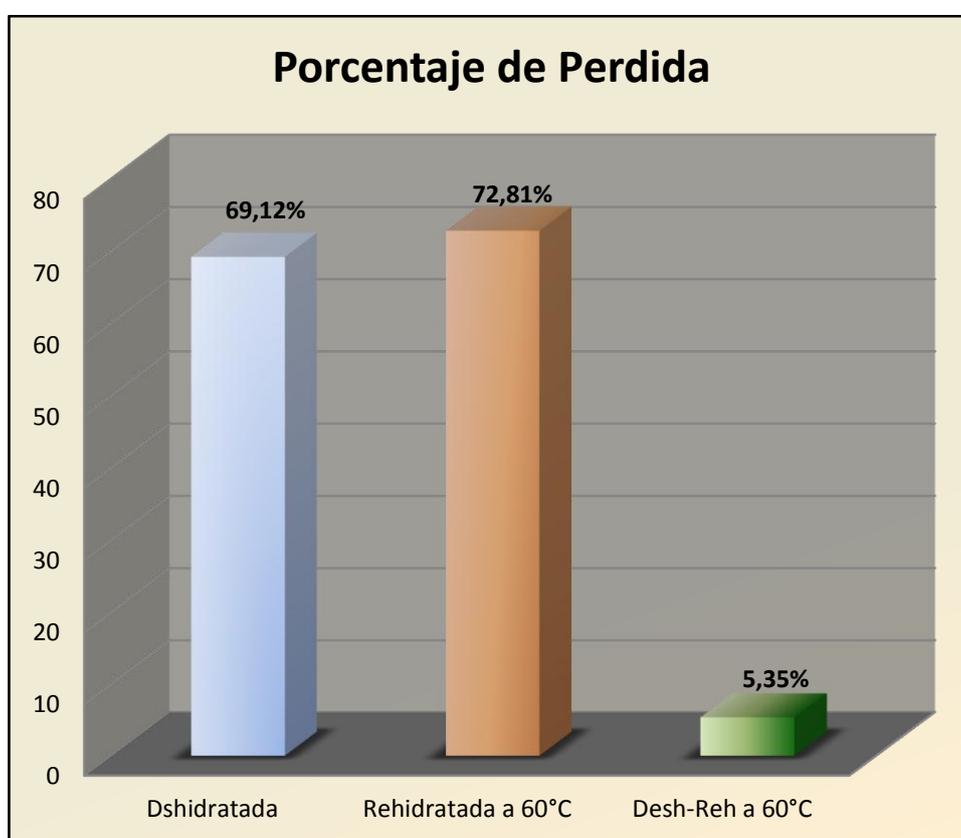


GRAFÍCO No. 4 CONTENIDO DE VITAMINA C EN LA GUAYABA FRESCA, DESHIDRATADA REHIDRATADA A 60°C

En el cuadro No.6 y el gráfico No.4 se aprecia que la deshidratación por refrigeración afecta ostensiblemente a la vitamina C escogida como indicador de eficacia del proceso de rehidratación; ya que al comparar la guayaba fresca tiene 221.8mg/100g, la deshidratada 68,5 mg/100g, valor relativamente bajo, esto se debe a que la fruta estuvo expuesta largo tiempo (diez días) en refrigeración a la acción del oxígeno y luz, que como dice BADUI(2006) son los principales agentes que afectan a este nutriente; estos datos concuerdan con los encontrados por G.Chacha(2011) analizando la pérdida de vitamina C con respecto a la frutilla. El contenido de vitamina C de la guayaba rehidratada con respecto a la fresca es de 60,3mg/100g demostrándose aun mas una cantidad muy reducida debido a factores como; el cambio brusco de temperatura entre la fruta deshidratada por refrigeración y la guayaba rehidratada previo pre tratamiento (acción térmica a 60°C por 43 min) produciéndose así un cambio de energía entre el interior del alimento y el liquido rehidratante

CUADRONo.7 PORCENTAJE DE PÉRDIDA DE VITAMINA C DE LA GUAYABA FRESCA DESHIDRATADA Y REHIDRATADA A 60°C; CON DOS REPETICIONES

VITAMINA C %		
Deshidratada	Rehidratada a 60°C	Deshidratada-Rehidratada a 60°C
69,12	72,81	5.35
69,77	72,51	3.93



GRAFÍCO No. 5 PORCENTAJE DE VITAMINA C DE LA GUAYABA FRESCA, DESHIDRATADA REHIDRATADA A 60°C

En el cuadro No.7 y gráfico No.5 se aprecia el porcentaje de pérdida de vitamina C de la guayaba deshidratada y rehidratada a 60°C con respecto a la guayaba fresca; en guayaba deshidratada es el 69.12%, en rehidratada es 72,81%, y la relación entre la muestra de guayaba deshidratada y rehidratada está entre el 3% a 5% dicha pérdida es baja demostrándose así la eficacia del proceso de rehidratación a 60°C, utilizando el agua como liquido rehidratante.

3.4.1.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA CONCENTRACIÓN DE VITAMINA C EN LA GUAYABA FRESCA, DESHIDRATADA, REHIDRATADA A 60°C

Con el propósito de establecer una diferenciación en el contenido de vitamina C presente en la guayaba deshidratada y rehidratada a 60°C con respecto a la guayaba en fresco se aplicó el test de ADEVA

CUADRO No.8 ANÁLISIS ESTADISTICO DE LA CONCENTRACIÓN DE VITAMINA C EN LA GUAYABA DESHIDRATADA Y REHIDRATADA A 60°C

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	51,1225	1	51,1225	87,763948	0,011203	18,5128205
Dentro de los grupos	1,165	2	0,5825			
Total	52,2875	3				

Del cuadro No. 8, se ve que existe diferencia significativa al nivel del 95 % de confiabilidad entre el contenido de vitamina C de la guayaba deshidratada y la rehidratada, debido a que el valor de Fisher calculado experimentalmente 87,76 es mayor que el valor teórico 18,5.

CUADRO No.9 ANÁLISIS ESTADISTICO DE PÉRDIDA DE VITAMINA C EN LA GUAYABA DESHIDRATADA Y REHIDRATADA A 60°C

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	10,37182615	1	10,37182615	80,2009208	0,01224023	18,51282051
Dentro de los grupos	0,258646061	2	0,129323031			
Total	10,63047221	3				

Del cuadro No. 9, se observa que existe diferencia significativa al nivel del 95 % de confiabilidad entre la pérdida del contenido de vitamina C de la guayaba deshidratada y

la rehidratada a 60 °C, debido a que el valor de Fisher calculado experimentalmente 80,20 es mayor que el valor teórico 18, 5.

3.5 ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DE LA GUAYABA FRESCA, DESHIDRATADA Y REHIDRATADA

Las muestras de la fruta fresca, deshidratada y posteriormente rehidratada a 60 °C fueron analizadas por duplicado tanto físicas, químicas y microbiológicamente cuyos valores están expresados en peso seco.

CUADRONo.10 CONTENIDO NUTRICIONAL PROMEDIO DE LAS MUESTRAS ESTUDIADAS

PARÁMETROS	GUAYABA FRESCA	DESHIDRATADA	REHIDRATADA 60 °C
HUMEDAD (%)	85.8	11.76	85.1
CENIZA (%)	0.5	3.04	0.6
GRASA (%)	0.5	0.8	0.6
PROTEÍNA (%)	0.9	6.3	1.1
FIBRA (%)	4.0	5.3	4.1
pH	3.7	4.4	3.9

A continuación se analiza cada uno de los resultados del cuadro No.1

3.5.1 DETERMINACIÓN DE pH

En el gráfico No.6 se visualiza el pH de la fruta fresca 3.7, deshidratada 4,4 y de la rehidratada 3.9 la diferencia entre la fruta fresca y deshidratada se debe a la pérdida de agua subiendo notablemente el pH y disminuyendo la acidez debido a que los ácidos presentes se esterifican formando sales, esto hace que se neutralicen y por lo tanto la acidez baja. Mientras que el contenido de pH en la guayaba rehidratada es muy similar a la fresca lo que indica que la rehidratación ha sido óptima.

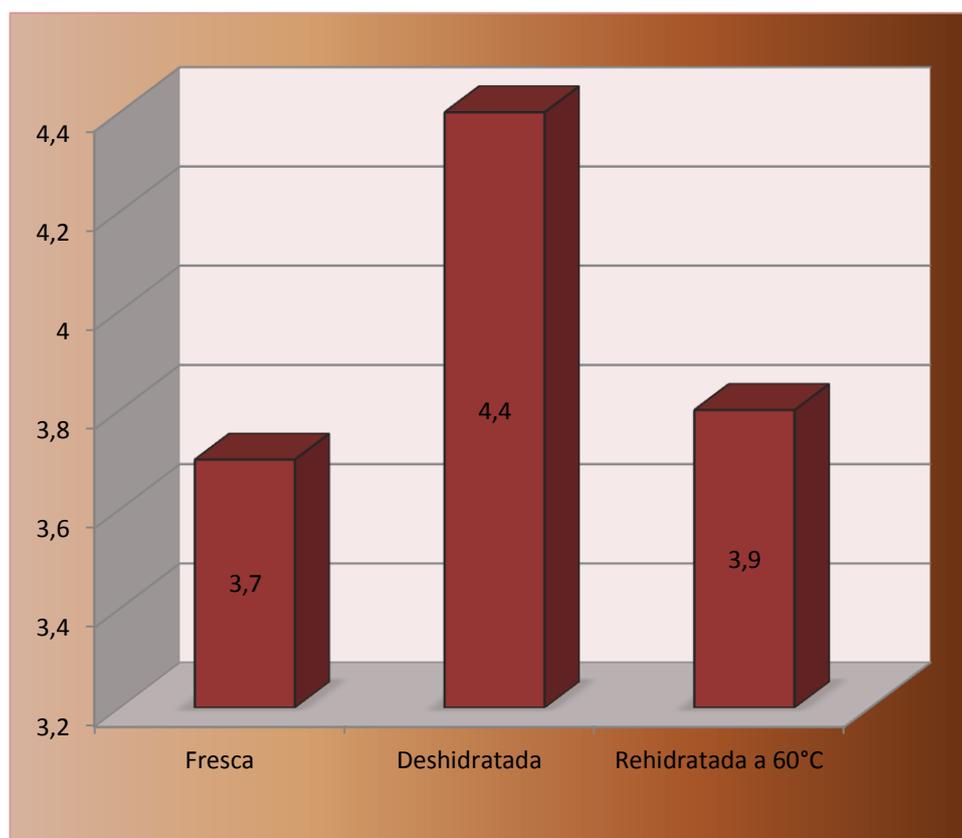


GRÁFICO No. 6 RELACIÓN DEL CONTENIDO DE pH DE LA FRUTA FRESCA, DESHIDRATADA, REHIDRATADA A 60°C

3.5.2 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

En el gráfico No.7 se observa el contenido de humedad de la guayaba fresca que es el 85.8%, en la deshidratada 11.76%, y en la rehidratada a 60°C 85.1%, existe diferencia entre las tres muestras ya que al deshidratar el agua libre y ligada se pierde bajando considerablemente la humedad mientras que al rehidratar a 60°C en un medio rehidratante que es el agua absorbe gran cantidad de agua hasta que las células de la fruta alcancen una saturación completa alcanzando un nivel similar a la fruta en su estado fresco con la diferencia que esta gana mayor estabilidad a la hora de almacenar .

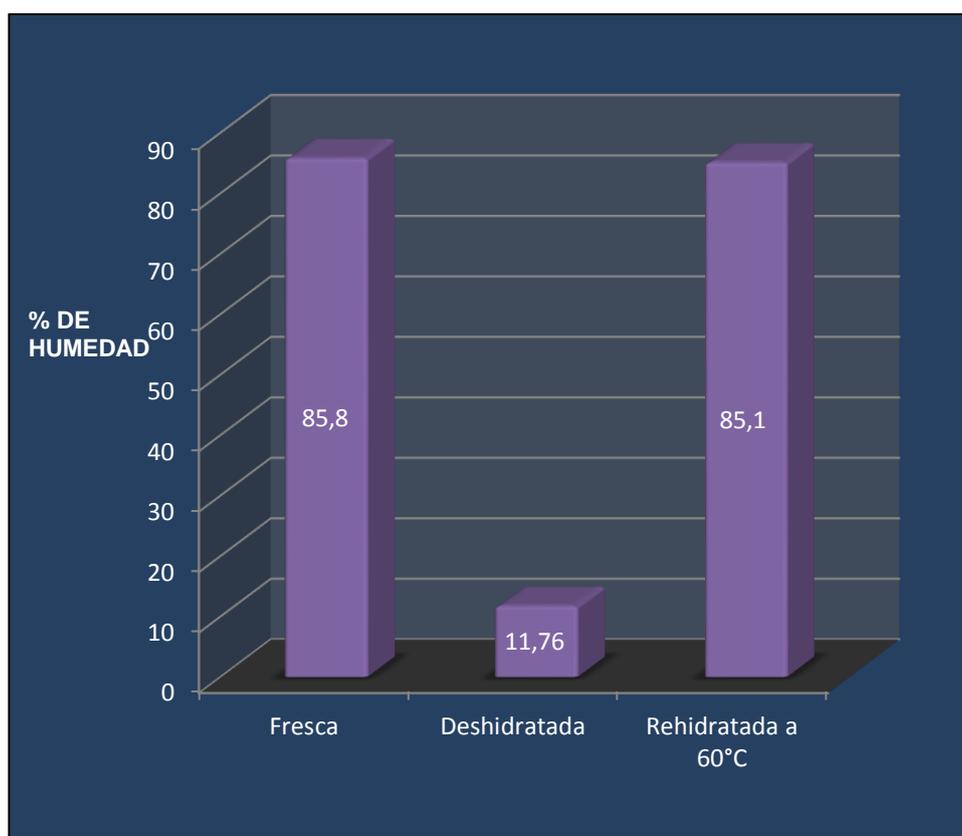


GRAFICO No 7 CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA GUAYABA FRESCA, DESHIDRATADA, REHIDRATADA A 60°C

3.5.3 DETERMINACIÓN DE CENIZA

La cantidad de cenizas en la guayaba fresca es del 0.5%, en la guayaba deshidratada por refrigeración 3.04%, y en la rehidratada 0,6% como se observa en el gráfico No.8 ; existe diferencia entre la muestra fresca y deshidratada debido a que durante el proceso la guayaba pierde agua y se concentran gran cantidad de minerales, mientras que en la guayaba rehidratada el valor es similar al de la guayaba fresca, debido a que las células absorben agua que se uso como liquido rehidratante dispersándose así el contenido de minerales por toda la muestra rehidratada conservando así de mejor manera sus nutrientes.

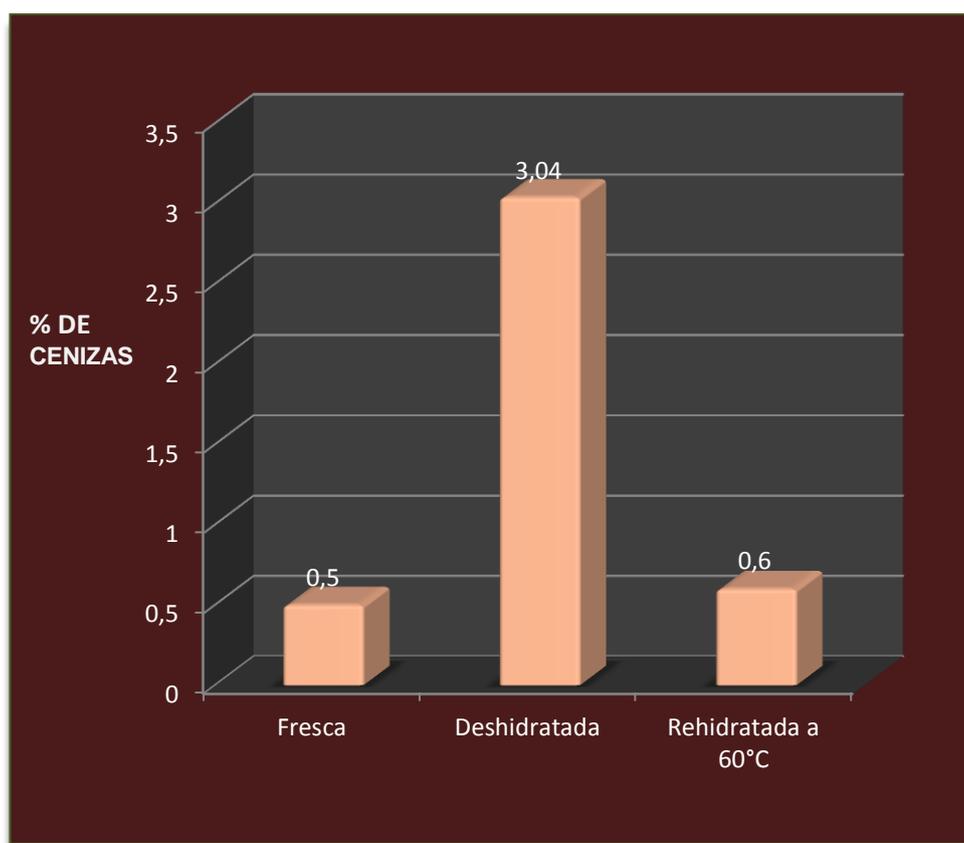
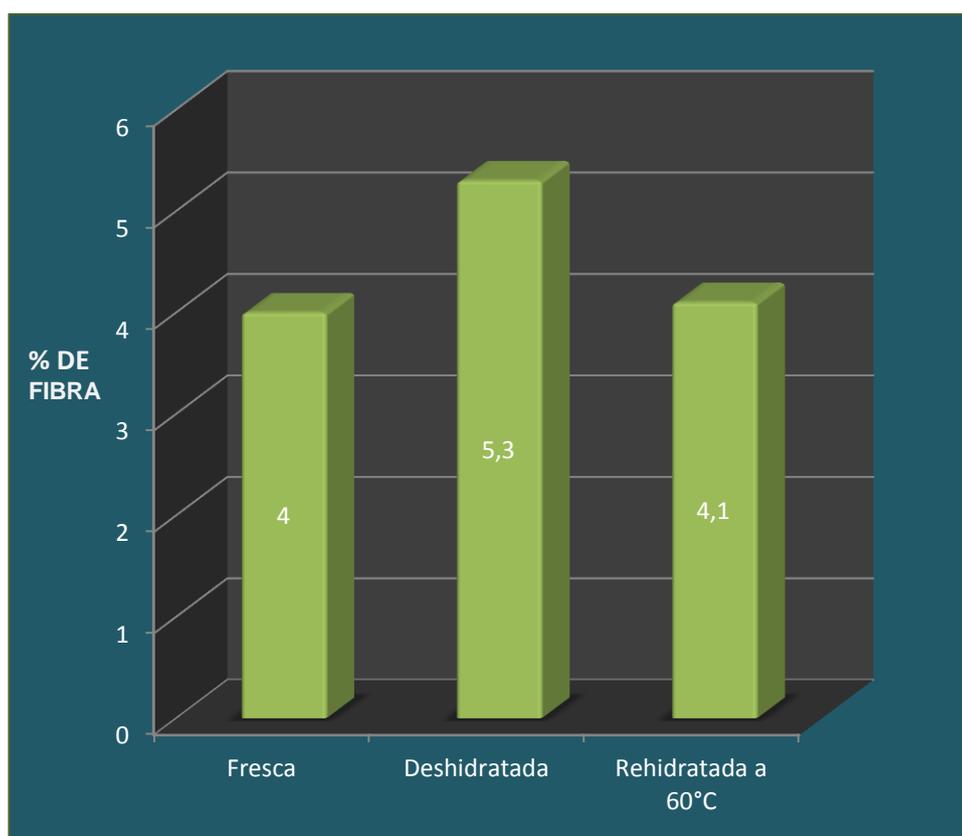


GRAFICO No.8 CONTENIDO DE CENIZAS DE LA GUAYBA FRESCA, DESHIDRATADA, REHIDRATADA A 60 °C

3.5.4 DETERMINACIÓN DE FIBRA

En la guayaba fresca la cantidad de fibra encontrada es el 4.0%, en la deshidratada 5.3, y la rehidratada 4.1% como se observa en el gráfico No.9; la gran diferencia entre la guayaba fresca y deshidratada se debe a la pérdida de agua existiendo gran concentración de solutos o compuestos poliméricos carbohidratados y no carbohidratados que constituyen la fibra de la guayaba. Mientras que la relación de la guayaba fresca y rehidratada es muy similar debido, a la concentración de fibra soluble durante la rehidratación y liberación de los mismos durante el proceso de rehidratación.



GRAFÍCO No.9 CONTENIDO DE FIBRA DE LA GUAYABA FRESCA, DESHIDRATADA, REHIDRATADA 60°C

3.5.5 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA

En el gráfico No.10 la cantidad de proteína en la guayaba fresca es el 0.9%, deshidratada 6.3%, rehidratada a 60°C 1.1% la relación de proteína entre la guayaba fresca y deshidratada se debe a una mayor concentración de solutos; la diferencia entre la rehidratada y la fresca se explica porque la primera no alcanza el porcentaje de humedad de la fresca existiendo una ligera concentración.

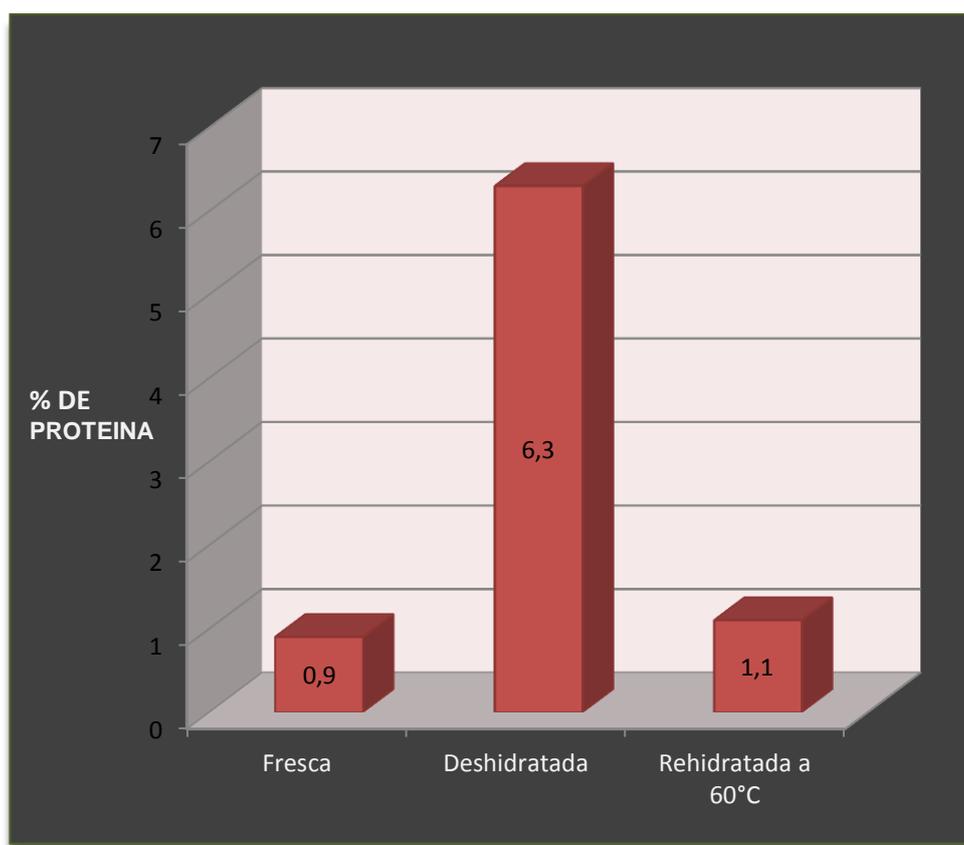


GRÁFICO No. 10 CONTENIDO DE PROTEINA DE LA GUAYABA FRESCA, DESHIDRATADA, REHIDRATADA A 60°C

3.5.6 DETERMINACIÓN DE GRASA

Se observa en el gráfico No.11 el contenido de grasa en la guayaba fresca es 0.5%, deshidratada 0.8%, rehidratada 0,6% la relación de la grasa entre la guayaba fresca y deshidratada se debe a una mayor concentración de solutos; la diferencia entre la rehidratada y la fresca se explica porque la primera no alcanza el porcentaje de humedad de la fresca existiendo una ligera concentración.

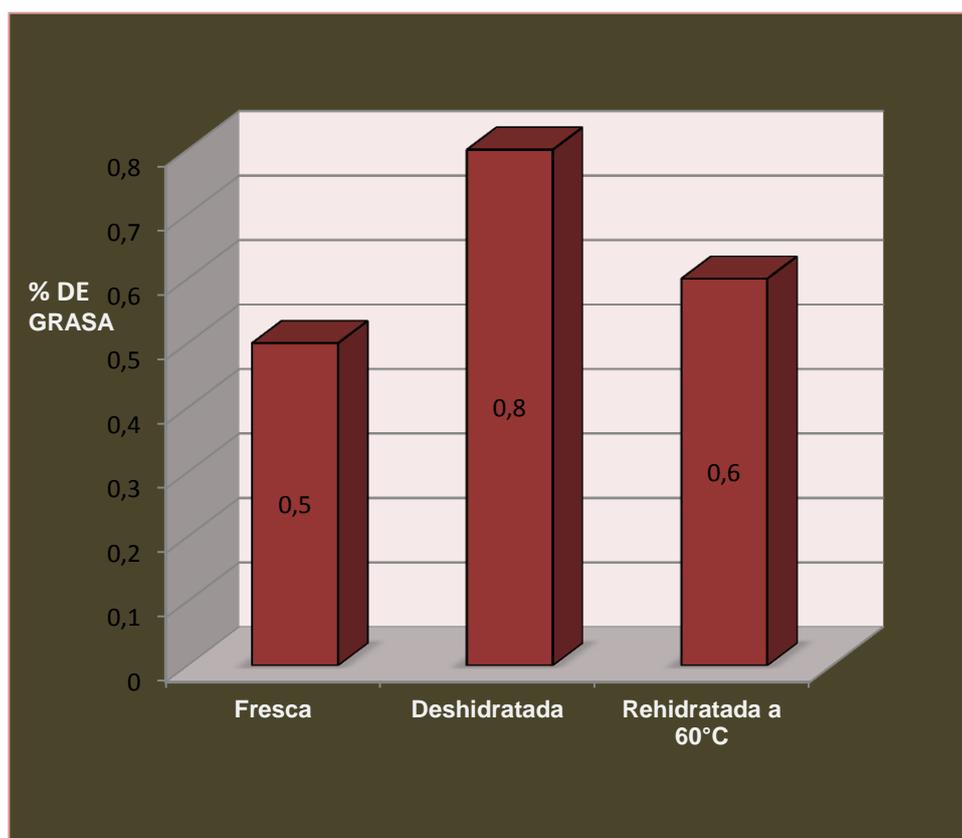


GRÁFICO No.11 CONTENIDO DE GRASA DE LA GUAYBA FRESCA, DESHIDRATADA, REHIDRATADA A 60°C

3.6 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE HONGOS Y LEVADURAS EN LA GUAYABA FRESCA Y REHIDRATADA A 60°C

En el cuadro No.11 y gráfico No.12 se observa el contenido de hongos y levaduras en la guayaba fresca y rehidratada a 60°C, existiendo mayor presencia en la muestra en fresca.

CUADRO No.11 CONTENIDO PROMEDIO DE HONGOS (MOHOS Y LEVADURAS) EN LAS MUESTRAS ESTUDIADAS

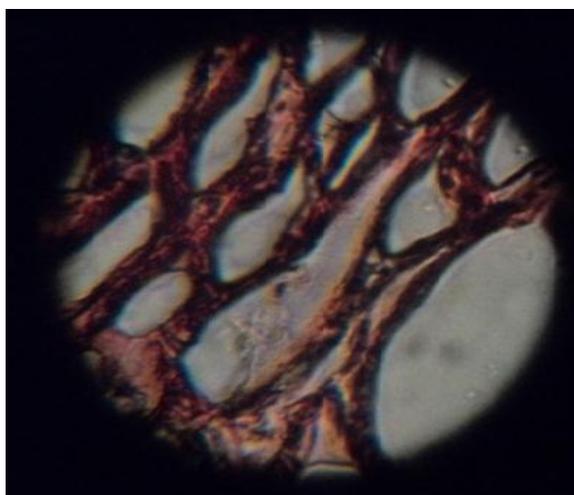
HONGOS		
MUESTRAS	MOHOS UPC/gramos	LEVADURA UPC/gramos
Guayaba Fresca	----	50
Guayaba rehidratada	-----	20



GRÁFICO No 12 CONTENIDO DE LEVADURAS DE LA GUAYABA FRESCA Y REHIDRATADA A 60°C

3.7 CORTE TRANS VERSAL DE LA GUAYABA FRESCA Y REHIDRATADA A 60°C

El corte histológico de la guayaba fresca y rehidratada observado al microscopio revela las siguientes estructuras celulares: pared celular, estromas, tejido parenquimatoso, espacios intercelulares en la fotografía No.3 y 4.



FOTOGRAFÍA No. 3CORTE TRANSVERSAL DE LA GUAYABA FRESCA



FOTOGRAFÍA No. 4 CORTE TRANSVERSAL DE LA GUAYABA REHIDRATADA

La observación microscópica del corte transversal de los componentes estructurales de la guayaba rehidratada fotografía No.4 frente al de la fresca fotografía No.3 presenta moderadas diferencias como un leve daño en la pared celular y en la membrana citoplasmática y tejido parenquimatoso existe agrandamiento de los espacios intra e intercelulares, debido a la transferencia de materia (líquidos y sólidos) durante las operaciones de secado y rehidratación, sin embargo se mantiene de forma organizada su estructura firme compacta y uniforme, casi similar al producto fresco.

3.8 TABULACIÓN DE DEGUSTACIONES

La prueba de degustación se aplicó a una muestra de 42 estudiantes, de la Escuela Bioquímica y Farmacia, de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH que evaluaron dos muestras de jugo una a partir de la guayaba rehidratada y otra a partir de la fresca. Utilizando una encuesta tipo diferenciación donde se analizó alternativas como: no hay diferencia, diferencia muy pequeña, diferencia pequeña, diferencia moderada, gran diferencia, extremadamente diferentes y escala hedónica de tres puntos que abarcó tres parámetros: color, olor, sabor, consistencia. (VER ANEXO No.6)

En la encuesta de tipo diferenciación por tabulación simple se obtuvo:

CUADRONo.12 ACEPTACIÓN DEL JUGO DE GUAYABA FRESCA Y REHIDRATADA A 60°C

PARAMETROS	PORCENTAJE
No hay diferencia	19.04%
Diferencia muy pequeña	9.52%
Diferencia pequeña	42.8%
Diferencia moderada	21.4%
Gran diferencia	7.1%
Extremadamente diferentes	0%

El 42.8% de los consumidores encontraron una diferencia pequeña entre las dos muestras de jugo de guayaba fresca y rehidratada a 60°C lo que se correlaciona con la composición química y los indicadores de rehidratación.

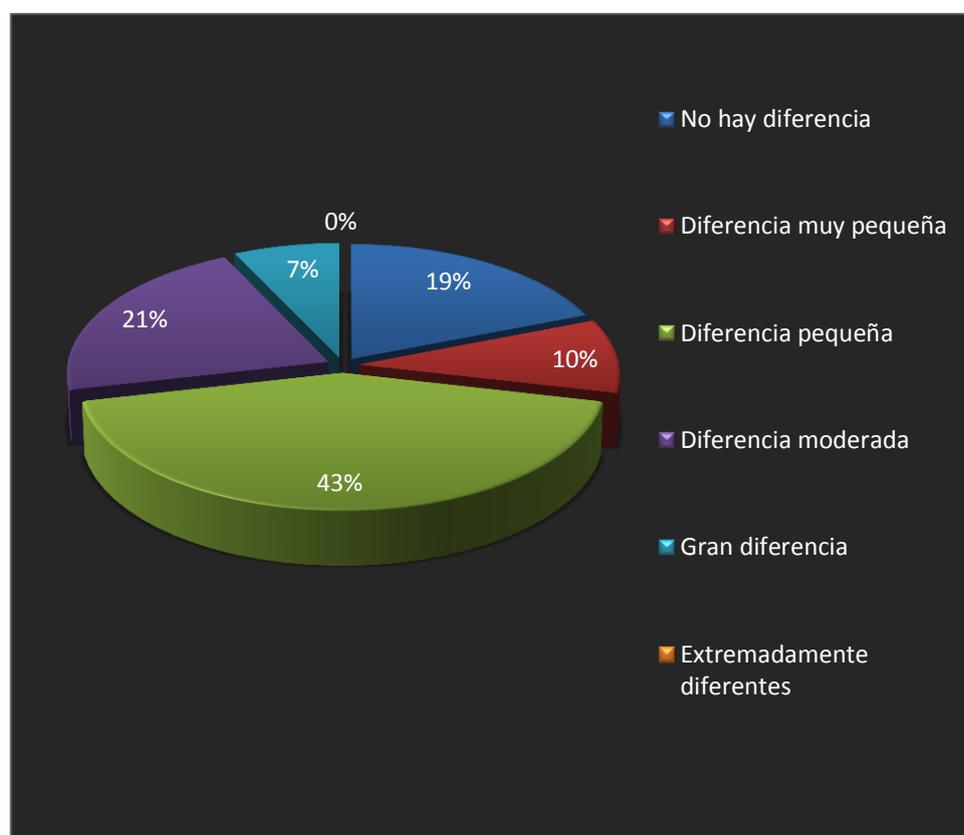


GRÁFICO No.13 PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DEL JUGO DE GUAYABA FRESCA Y REHIDRATADA

3.8.1 ANÁLISIS DE LA ESCALA HEDONICA DE TRES PUNTOS

CUADRONo.13 ACEPTACIÓN DEL JUGO DE GUAYABA FRESCO UTILIZANDO ESCALA HEDONICA

JUGO DE GUAYABA &

DESCRIPCIÓN	COLOR	OLOR	SABOR	CONSISTENCIA
Me gusta	28	30	29	26
No me gusta ni me disgusta	0	0	0	0
Me disgusta	-4	-3	-2	-4
Total	24	27	27	22

CUADRONo.14 ACEPTACIÓN DEL JUGO DE GUAYABA REHIDRATADA UTILIZANDO ESCALA HEDONICA

JUGO DE GUAYABA α

DESCRIPCIÓN	COLOR	OLOR	SABOR	CONSISTENCIA
Me gusta	25	28	23	29
No me gusta ni me disgusta	0	0	0	0
Me disgusta	-8	-2	-9	-6
Total	27	26	14	23

En la prueba de degustación tipo escala Hedónica se asignaron valores de +1 para me gusta mucho, 0 para no me gusta ni me disgusta y -1 para no me gusta, según su preferencia. Se puede observar en los cuadros No.13 y 14 de los dos tipos de jugos de guayaba fresco y rehidratada que no existe diferencia significativa pues todos los valores están dentro del rango positivo.

CUADRONo.15 PORCENTAJE DE SABOR DEL JUGO DE GUAYABA REHIDRATADA UTILIZANDO ESCALA HEDONICA

Descripción	Jugo fresco	Jugo rehidratado
Me gusta	35%	27%
ni me gusta ni me disgusta	12%	12%
no me gusta	4%	11%



GRÁFICO No. 14 PORCENTAJE DE SABOR DEL JUGO DE GUAYABA FRESCO Y REHIDRATADA

En el cuadro No 15 y grafico No. 14 se observa el porcentaje de aceptación de la guayaba rehidratada con respecta a la fresca donde al 35% de encuestados les gusta el jugo de guayaba fresco, mientras que el 27% les gusta el jugo de guayaba rehidratada con respecto al sabor. Estos datos ratifican los resultados obtenidos en la primera pregunta del test de diferenciación.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES

1. El mejor líquido rehidratante es el agua debido a la facilidad de transferencia de materia ocurrida durante el proceso por su baja viscosidad, suavizándose así las estructuras celulares de la guayaba deshidratada debido a la elasticidad natural que posee con la finalidad de regresar a su forma y estado original, alcanzando propiedades físico-químicas y sensoriales similares a la fruta en su estado natural; la leche y el agua azucarada por su elevada viscosidad dificultan la rápida absorción de los tejidos celulares de la guayaba deshidratada.
2. La capacidad de rehidratación(CR) a la temperatura de 60°C aumenta progresivamente hasta que el contenido de humedad alcanza un equilibrio, es decir, que todos los espacios inter e intracelulares se saturan completamente esto se determina hasta peso constante; la capacidad de retención del agua(CRA) disminuye conforme avanza la temperatura esto se debe a que las células de la guayaba aumentan la absorción pero disminuye la capacidad de retener el agua debido al daño que se produce por acción de la temperatura.
3. La guayaba rehidratada sin gran diferenciación conserva sus propiedades sensoriales, existiendo un ligero incremento en los parámetros analizados respecto a la fruta fresca debido a que el porcentaje de humedad disminuye; el contenido de vitamina C disminuye notablemente debido al pre tratamiento que esta sufre por acción del oxígeno, luz, y temperatura con respecto a la guayaba en fresco.

4. Las condiciones óptimas para la rehidratación de la guayaba deshidratada (por refrigeración) son: temperatura 60°C, tiempo 43 min, liquido rehidratante agua, con las que se alcanzan características sensoriales, grados brix, peso y humedad, comparables con los de la fruta fresca.

CAPITULO V

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda emplear métodos de deshidratación de frutas que duren menor tiempo y así evitar pérdidas nutricionales principalmente la vitamina C que es muy sensible al calor y a condiciones atmosféricas en posteriores estudios de rehidratación.
2. Utilizar frutas de tamaño, forma e índice de madurez uniformes con la finalidad de establecer un óptimo proceso de secado y de esta forma garantizar una rápida absorción del líquido rehidratante.
3. Emplear otros tipos de alimentos ya sea vegetales, o frutas enteras o en trozos para estudiar el comportamiento de rehidratación.
4. Desarrollar nuevos tratamientos de rehidratación para mejorar las características funcionales y estructurales, junto con la estabilización y calidad final de la fruta

CAPITULO VI

6 RESUMEN

El estudio de rehidratación de la guayaba (*Psidium guajava*) deshidratada se realizó con el propósito de establecer los parámetros óptimos de rehidratación tomando en cuenta variables como; temperatura, tiempo y mejor líquido rehidratante alcanzando características sensoriales (color,sabor,olor) y valor nutritivo (vitamina C) muy similares a la guayaba fresca, aplicando el método inductivo-deductivo que implica la obtención de datos, análisis e interpretación de resultados, se desarrolló en los laboratorios de Alimentos, Microbiología e Instrumental de la Facultad de Ciencias, utilizando Microkjeldhal, espectrofotometría y HPLC. La guayaba fue cortada en rodajas de 0.6mm para deshidratarlas por refrigeración, posteriormente se realizó ensayos de rehidratación con los tres líquidos (agua, leche, agua azucarada al 0.13%,0.25%, 0.5%) a temperaturas de 20°C, 40°C, 60°C y 80°C empleando parámetros de comparación en la medición de grados brix, humedad y análisis sensorial con respecto a la guayaba en estado fresco. Determinándose como resultados una temperatura óptima de 60°C en un tiempo de 43 minutos en el mejor líquido rehidratante el agua donde se evidenció que la capacidad de rehidratación aumenta, mientras que la capacidad de retención del agua disminuye conforme aumenta la temperatura. Posteriormente se analizó la guayaba fresca, deshidratada, y rehidratada a 60°C física-química, bromatológica y microbiológicamente. Otro parámetro de eficacia determinado fue vitamina C que se vio notablemente afecto debido al pre tratamientos que se le dio a la fruta. En conclusión el proceso de rehidratación estudiado conserva propiedades sensoriales y nutritivas similares a la guayaba fresca, recomendándose principalmente emplear métodos de deshidratación de frutas que duren menor tiempo evitando pérdidas nutricionales principalmente la vitamina C.

SUMMARY

The study of hydration of guava (*Psidium guajava*) dehydrated carried out to establish the optimal parameters rehydration taking into account variables such as temperature, time and best rehydration fluid reaching characteristics sensory (color, taste, smell) and nutritional value (vitamin C) very similar to fresh guava, applying the inductive-deductive method involves data collection, analysis and interpretation of results, was developed in the laboratories of Food Microbiology and Instrumentation, Faculty of Sciences, using Microkjendhal, spectrophotometry and HPLC. Guava was cut into slices 0,6 mm dehydrating by cooling, subsequently performed tests with three rehydration fluids (water, milk, sugar water to 0,13%, 0,25%, 0,5%) at temperatures of 20°C, 40°C, 60°C, 80°C using comparison parameters in measuring degrees brix, humidity and sensory analysis over guava fresh. Results determined as an optimum temperature of 60°C in a time 43 minutes at best rehydration liquid water where it was shown that hydration capacity increases, while the water holding capacity decreases as temperature increases. Subsequently, fresh guava food science. Another determining efficacy parameter was vitamin C that he was greatly affected due to pre-treatment was given to the fruit. In conclusion the process of rehydration and sensory properties studied retains similar nutritional fresh guava, recommending methods of dehydration mainly used fruit that will last time avoiding nutritional losses especially vitamin C.

CAPITULO VII

BILIOGRAFÍA

1. **BADUI, S.**, Química de los Alimentos., 4^a.ed., México., D.F- México., Pearson.,2006., Pp. 319-337
2. **BADVI, S.**, Química de Alimentos., 4^a.ed., D.F- México., 2006., Pp. 11-15
3. **BARRANCE, A.** Árboles de Centroamérica: Un manual botánico para extensionistas., Turrialba-Costa Rica., 2003., Pp. 56
4. **BARREIRO, J.**, Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas., Caracas-Venezuela., Equinoccio., 2000., Pp.54-57
5. **BARRERA, V.**, Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador., Quito-Ecuador., 2003., p.92
6. **BARRETO, H.**, Liofilización Un Método de Secado Para Alimentos diversos., 2a. ed., Lima-Perú., 2000., Pp.14-16
7. **BELIZS, H.**, Química de los Alimentos., 2a. ed., Zaragoza-España., Acribia., 2002., Pp. 630
8. **BELLO, J.**, Calidad de vida alimentos y salud humana 5^a.ed., Barcelona-España., Díaz de Santos., 2005., Pp.46-47

9. **BRAVERMAN., J.,** La bioquímica de los alimentos., D.F-México., Editorial., El Manual Moderno.,2004., Pp. 56,57
10. **CHARLEY., H.,** Tecnología de Alimentos: Procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos., Limusa., 1987., Pp. 64.
6
11. **CONTRERAS., J.,** Alimentación y cultura: necesidades, gustos y costumbres., Universitat Barcelona-.España., 1995., Pp.43-45
12. **DENNIS., D., Y OTROS.,** Química de los Alimentos: Manual de Laboratorio., San José-Costa Rica., 2008., Pp.1,2
13. **DÍAZ., R.,** Descubre los frutos exóticos., Madrid-España., 2004., Pp.98-99
14. **FAO.,** Los carbohidratos en la nutrición humana: Informe de una Consulta mixta., Roma-Italia., Food&AgricultureOrg., 1999., Pp.90
15. **FEELLOWS ., P.,** Tecnología del Procesado de Alimentos Principios y Practicas., Zaragoza- España., Acribia., 2005., Pp.316-322.
16. **FITO., P.,** Introducción al secado de alimentos por aire caliente., Valencia-España., Editorial Universidad Politécnica Nacional., 2001., Pp.10-12
17. **FOUNDATION., N.,** Química Avanzada de la Ciencia de alimentación., D.F- México., Reverte., 1984., Pp. 80,81.
18. **GÉLVEZ., C.,** Manejo post-cosecha y comercialización de guayaba., Bogotá- Venezuela., IICA Biblioteca., 1998., Pp.6-8

19. **GIL., A.,** Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos., 2a. ed., Madrid-España., Médica Panamericana., 2010., Pp.32
20. **GREENFIELD., H Y OTROS.,** Datos de composición de alimentos: Obtención gestión y utilización., 2a. ed., Canberra-Australia., Food&AgricultureOrg., 2003., Pp.114-116
21. **GUTIÉRREZ., J.,** Ciencia bromatológica-principios generales., Madrid-España., Díaz de Santos., 2000., Pp.51- 53
22. **LEÓN., J.,** Botánica de los cultivos tropicales., 3ª.ed., San José-Costa Rica., Agroamerica IICA., 2000., Pp.233-236
23. **LÓPEZ ., A., Y OTROS.,** Biotecnología alimentaria., Balderas-México., Limusa.,2002., Pp.316.
24. **LUCERO., O.,** Guía de prácticas de laboratorio de bromatología y análisis de alimentos., Riobamba- Ecuador., 2011., Pp.28-43
25. **MARTÍNEZ., N.,** Termodinámica y cinética de los sistemas alimento y entorno., Valencia-España., Ed. Univ. Politéc., 1998., Pp.151
26. **ORDUZ., J.,** Frutales Tropicales., Bogotá-Colombia., 2001., Pp.171,172.
27. **PASCUAL., A Y CALDERON., A.,** Microbiología Alimentaria: Metodología Analítica para Alimentos y Bebidas., 2a. ed., Madrid-España., Díaz de Santos., 2000., Pp.142-147
28. **PEGGY., O.,** Técnicas de Secado., Barcelona-España., 1995., Pp.56,57.

29. **PETER N., Y OTROS.,** Preelaboración y Conservación de Alimentos., D.F-México., Sintesis.S.A., 2002., Pp.233,234
30. **PETER., F.,** Tecnología del Procesado de Alimentos Principios y Practicas., Zaragoza-España., Acribia, S.A.Zar., 1994., Pp. 316-322.
31. **PLANK., R.,** El empleo del frío en la industria de la alimentación., Barcelona-España., Reverte., 1984., Pp.7-8
32. **RODRÍGUEZ., V Y MAGRO., E.,** Bases de la Alimentación Humana., Madrid-España., Netbiblo., 2008., Pp.29,30
33. **VALDERRAMA., J.,** Información Tecnológica., 10^{ma}e.d., La Serena-Chile., CONICYT del norte., 2007., Pp.58
34. **ZAMBRANO., L., Y OTROS.,** Estudio cinético y de superficie de respuesta para la rehidratación de zanahorias (*daucus carota*) Universidad Nacional Autónoma de México., Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán., Departamento de Ingeniería y Tecnología., Vol. 18., México-México., N°4., 2007., Pp.47-56
35. **WHITMAN., W.,** Tecnología de la Refrigeración y Aire., 2a. ed., Barcelona-España., Paraninfo., 2000., Pp.56,58
36. **WITTIG., E.,** Evaluación Sensorial., Santiago - Chile., Usaca., 1998., Pp. 13,17,18, 21-23

37. **BALERDI, C.**, Frutos Tropicales y Subtropicales para los Patios y Jardines: Alternativas a los cítricos., Guayaba y su producción., Caracas-Venezuela., 2009., Pp.5
38. **FLORES, A.**, Química Agrícola y Alimenticia (Journal of Agricultural and Food, Chemistry)., Bogotá-Colombia., 2007., Pp.4
39. **INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. (INIAP).**, Tecnologías agroindustriales en Guayaba con fines de exportación., Quito- Ecuador., 2010., 8,9 p.
40. **CHACHA, G.** Estudio del proceso de rehidratación a partir de Frutilla (*fragaria vesca*) deshidratada.Escuela Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia., TESIS., Riobamba-Ecuador., 2011., Pp.4
41. **GUAYGUA, A.** Determinación del valor nutritivo de dos variedades de guayaba (*Psidium guajava*) deshidratada por microondas a tres potencias.Escuela Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia., TESIS., Riobamba-Ecuador., 2010., Pp. 89

BIBLIOGRAFÍA INTERNET

42. ALIMENTOS DESECADOS

<http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2008/12/31/182431.php>
2009/01/12

43. ALIMENTOS DESHIDRATADOS (DESECADOS)

<http://www.biomanantial.com/alimentos-deshidratados-desecados-ventajas-propiedades-procedimiento-a-2202-es.html>
2011/08/03

44. ANALISIS DE ALIMENTOS,HUMEDAD

<http://www.buenastareas.com/ensayos/Determinacion-De-Humedad-En-Alimentos/764668.html>
2010/09/20

45. BIOQUIMICA DE LOS ALIMENTOS

<http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/vitamins/ascorbico.html>
2010/02/11

46. CINÉTICA DE REHIDRATACIÓN DE ANÁNÁ PRE-SECADO CON AIRE CALIENTE

<http://www.fc.ai.uncu.edu.ar/upload/09atc-ramallo2-unam.pdf>
2011/11/01

47. COMERCIALIZACIÓN DE LA GUAYABA

<http://www.sabelotodo.org/agricultura/frutales/guayaba.html>
2010/11/15

48. CONGELACIÓN DE ALIMENTOS

<http://www.quiminet.com/articulos/refrigeracion-y-congelacion-de-alimentos129.htm>

2007/04/28

49. CORRELACIÓN DEL MÉTODO KJENDAHL TRADICIONAL

<http://inboxsa.wordpress.com/correlaciones-con-kjeldahl/>

2010/03/20

50. DETERMINACIÓN DE CENIZAS Y FIBRA EN ALIMENTOS

<http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r22447.DOC>

2009/05/22

51. EL ANÁLISIS SENSORIAL UNA HERRAMIENTA PARA LA CALIDAD DE ALIMENTOS

<http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/18/7AM18.htm>

2006/04/18

52. ESTABILIDAD DE ALIMENTOS

[http://www.alimentacionynutricion.org/es/index.php?mod=content_detail&id=96\(conservacion](http://www.alimentacionynutricion.org/es/index.php?mod=content_detail&id=96(conservacion)

2009/07/20

53. ESTUDIO DE LA LIXIVIACIÓN EN ALIMENTO

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lpro/lopez_a_e/capitulo1.pdf

2004/09/10

54. FICHAS TECNICAS PRODUCTOS FRESCOS

http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/GUAYABA.HTM

2009/11/15

55. FUNDAMENTOS REFRIGERACIÓN

<http://www.buenastareas.com/ensayos/1-Fundamentos-De-Refrigeraci%C3%B3n/923920.html>

2010/10/17

56. GUAYABA EN ECUADOR

http://www.elnuevoempresario.com/noticias_6320_iniap-en-ecuador-desarrolla-tecnologas-agroindustriales-en-guayaba-con-fines-de-exportacin.php

2011/08/12

57. GRASAS O LÍPIDOS, NUTRIENTES BÁSICOS PARA EL ORGANISMO

http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/adulto_y_vejez/.php

2003/05/16

58. HORTALIZAS, FRUTOS Y MAS

<http://fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/fresa-fresasfreson-fresones-frutillas-fresales.htm>

2011/05/18

59. HPLC

<http://labquimica.wordpress.com/2008/02/07/cromatografia-liquida-de-alta-eficiencia-hplc/>

2008/02/09

60. INCONVENIENTES DE LOS ALIMENTOS DESHIDRATADOS POR TÉCNICAS MÁS USADAS

<http://ozono21.blogspot.com/2009/06/alimentos-desecados.html>

20110518

61. LOCALIZACIÓN, CARACTERÍSTICAS, FRUTAS TROPICALES

http://www.cadenahortofruticola.org/admin/poli/124acuerdo_competitividad_cadena_guayaba

2011/05/18

62. LOS CINCO SENTIDOS DEL GUSTO

<http://dcfernandezmudc.tripod.com/marcot.htm>

2008/02/2009

63. NOTICIAS DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

<http://www.inocuidadalimentaria.com/news/microbiologia/nota781.htm>

2009/01/02

64. ORIGEN E HISTORIA DE LA GUAYABA

<http://www.taringa.net/posts/info/1723967/La-Guayaba.html>

2008/04/01

65. pH

[http://es.scribd.com/doc/19649453/El-pH-en-la-conservacion-de-alimentos\(phen la conservación de alimentos\)](http://es.scribd.com/doc/19649453/El-pH-en-la-conservacion-de-alimentos(phen%20la%20conservaci%C3%B3n%20de%20alimentos))

2005/04/27

66. PRODUCCIÓN DE LA GUAYABA

http://www.iniap.gob.ec/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=32:nutricion-y-calidad&catid=7:departamentos&Itemid=133

2011/06/09

67. PRIETO, F. y otros. 2005. CAPACIDAD DE HIDRATACIÓN DE Los CEREALES PARA DESAYUNO KELLOGG`S. Revista chilena de Nutrición. Chile. VOL. 32, N°2

<http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071775182005000200010&script=sciarttext>

2005/07/30

68. REFRIGERACIÓN UNA ALTERNATIVA ALIMENTARIA

<http://www.misrespuestas.com/como-funciona-el-refrigerador.html>

2011/01/10

69. REHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS DESHIDRATADO

<http://www.bloogie.es/cocina/trucos-y-consejos-de-cocina/118-como-preparar-alimentos-deshidratados#ixzz1hOUHYfdU>

20011/10/02

70. RESPUESTAS FUNCIONAMIENTO REFRIGERADOR

<http://www.misrespuestas.com/como-funciona-el-refrigerador.html>

2009/04/12

71. TIPOS DE ALIMENTOS DESHIDRATADOS

<http://www.emison.com/secado%20de%20productos.htm>

2011/05/13

72. TODO EN CROMATOGRFÍA

http://www.merckchemicals.ec/cromatografia/c_ZbKb.s1OP3gAAAEZXi9g0spy

2012/01/23

73. VARIEDADES FRUTALES

<http://huitoto.udea.edu.co/FrutasTropicales/guayaba.html>

2011/05/13

74. VEGA, A. y otros. 2006. La Rehidratación de Alimentos Deshidratados. Revista chilena de Nutrición. Chile. Volumen 33

http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071775182006000500009&scrip=sci_arttex

2006/12/01

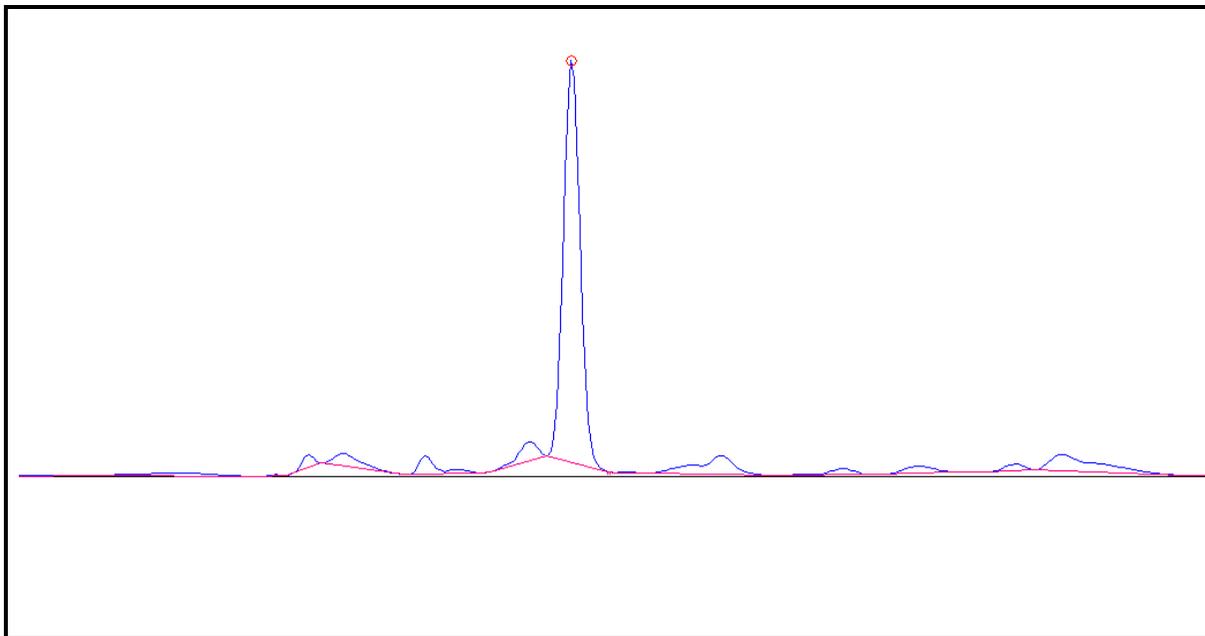
CAPITULO VIII

ANEXOS

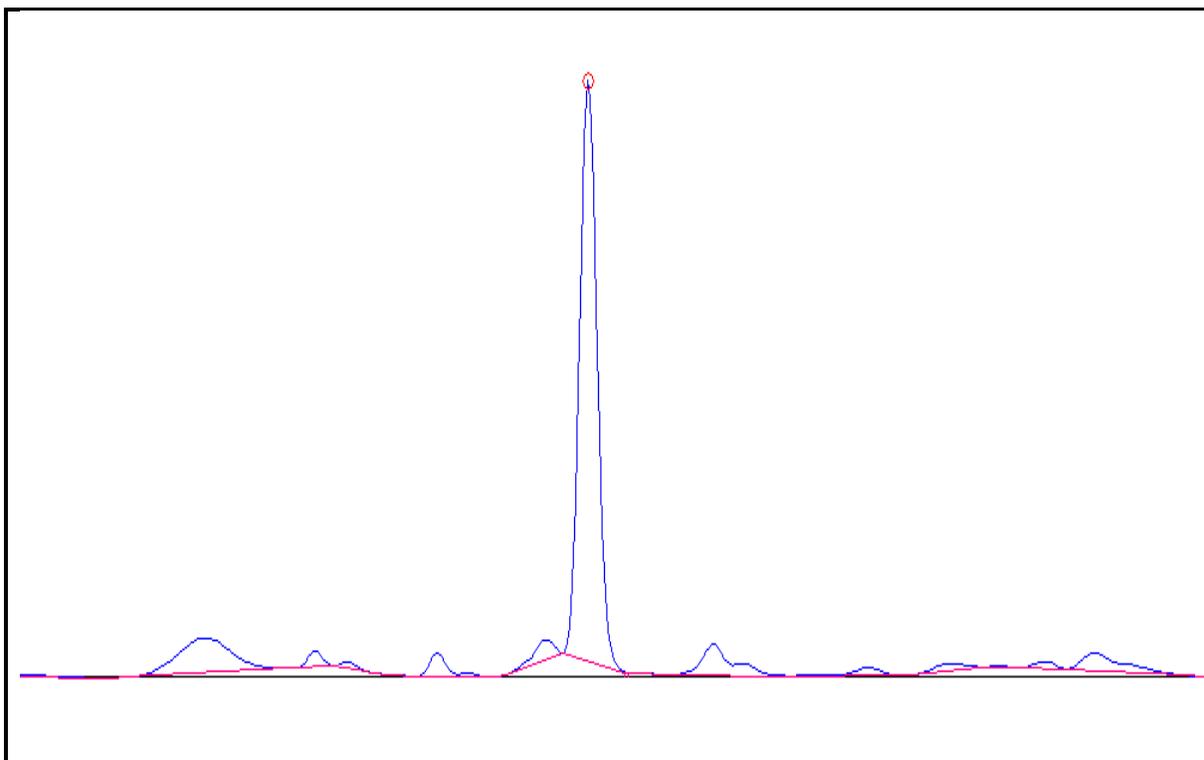
ANEXO No. 1 Determinación de pH NTE INEN 389.

- _ Si la muestra corresponde a productos densos o heterogéneos, homogeneizar la con ayuda de una pequeña cantidad de agua (recientemente hervida y enfriada) con agitación.
- _ Colocar en el vaso de precipitación aproximadamente 10g la muestra preparada, añadir 100mL de agua destilada (recientemente hervida y enfriada) y agitarla suavemente.
- _ Si existen partículas en suspensión, dejar en reposos el recipiente para que el líquido se decante.
- _ Determinar el pH introduciendo los electrodos del potenciómetro, en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que estos no toquen las paredes del recipiente, ni las partículas sólidas

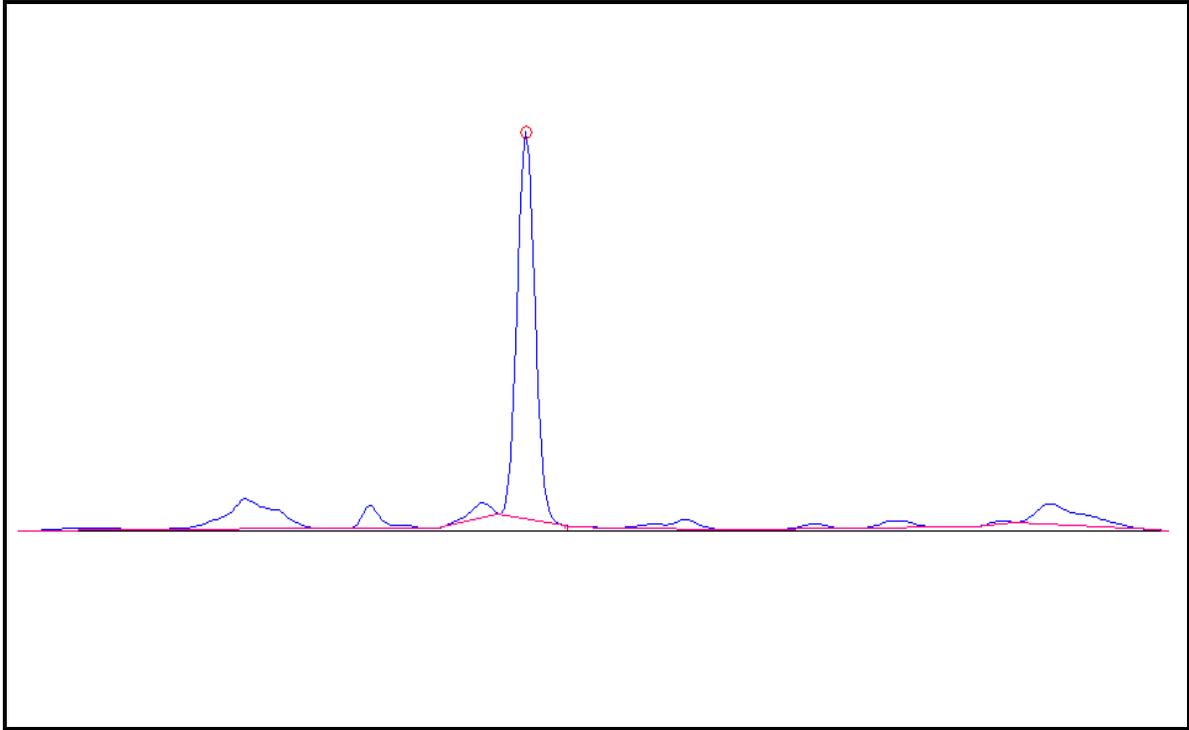
ANEXO No. 2 Cromatograma del estándar de Vitamina C



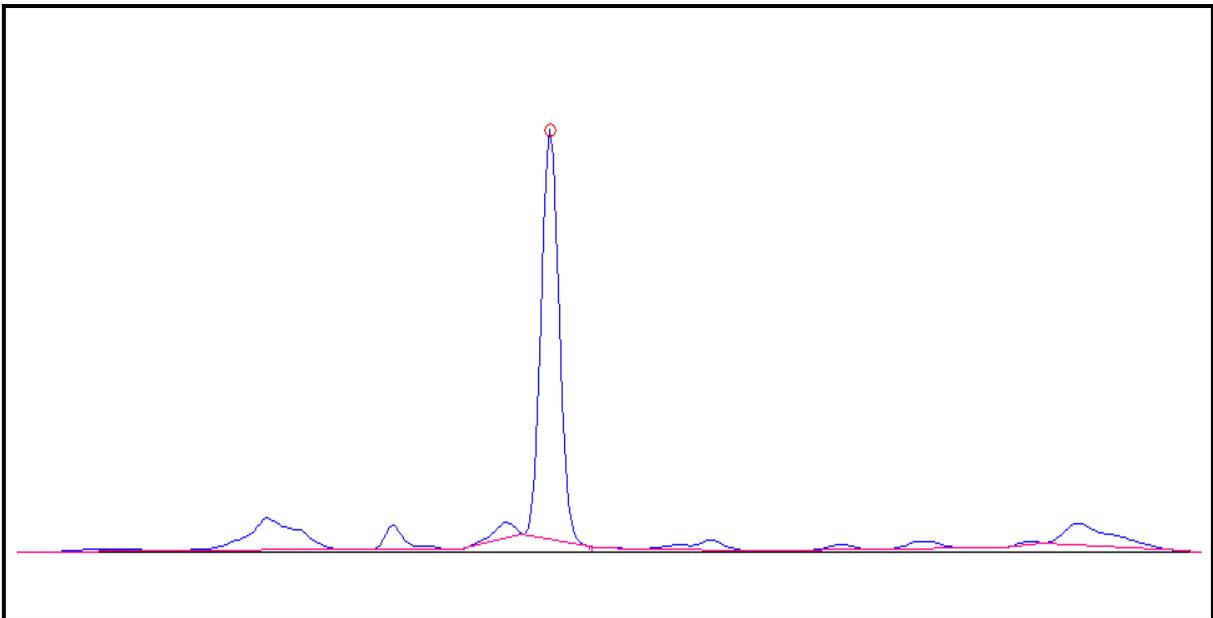
ANEXO No. 3 Cromatograma de vitamina C de la Guayaba fresca



ANEXO No. 4 Cromatograma de vitamina C de la Guayaba deshidratada



ANEXO No. 5 Cromatograma de vitamina C de la Guayaba rehidratada



**ANEXO No. 6 Determinación de la cantidad de microorganismos Mohos y Levaduras.
Recuento en placa por siembra en profundidad.**

NTE No. 1529-10:1998

- _ Utilizando una sola pipeta estéril, pipetear por duplicado alícuotas de 1mL de cada una de las disoluciones decimales en la placa petri adecuadamente identificadas.
- _ Iniciar por la disolución menos concentrada.
- _ Inmediatamente verter en cada una de las placas inoculadas aproximadamente 20mL de Sabouraud dextrosa fundida y templada a $45 \pm 2^{\circ}\text{C}$. la adición del cultivo no debe pasar más de 15 minutos, a partir de la preparación de la primera dilución.
- _ Delicadamente mezclar el inóculo de siembra en el medio de cultivo, imprimiendo a la placa movimientos de vaivén 5 veces en una dirección, hacer girar 5 veces en sentido de las agujas del reloj, volver a imprimir movimientos de vaivén en una dirección que forme ángulo recto con la primera y hacerla girar 5 veces en sentido contrario de las agujas del reloj.
- _ Dejar las placas en reposo hasta que solidifique el agar.
- _ Invertir las placas e incubarlas entre 22 y 25°C por 5 días.
- _ Examinar a los 2 días y comprobar si se ha formado o no micelio aéreo

ANEXO No. 7 Modelo de ficha para encuesta de Evaluación Sensorial

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUIMICA Y FARMACIA

La encuesta presentada forma parte del trabajo de tesis titulado "Estudio del proceso de rehidratación a partir de la guayaba (*Psidium Guajava*)Deshidratada", por lo que solicitamos su colaboración responsable y honesta para evaluar el jugo de guayaba.

PRODUCTO: Jugo de guayaba

Fecha

Hora.....

TIPO: Diferenciación

Por favor deguste los dos productos y señale su respuesta con una X marcando una de las siguientes alternativas:

ALTERNATIVAS	Jugo de guayaba	
	&	α
No hay diferencia		
Diferencia muy pequeña		
Diferencia pequeña		
Diferencia moderada		
Gran diferencia		
Extremadamente diferentes		

TIPO: Escala hedónica

Sírvase degustar las dos muestras y evalúe las características de color, consistencia, sabor y olor asignándoles un valor de 1 para me gusta mucho, 2 para no me gusta ni me disgusta y 3 para no me gusta, según su preferencia.

Muestras	CARACTERÍSTICAS			
	Color	Consistencia	Sabor	Olor
Jugo guayaba &				
Jugo guayaba α				

FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA No. 5 Deshidratación de la guayaba por Refrigeración



FOTOGRAFÍA No.6 Guayaba deshidratada



FOTOGRAFÍA No. 7 Rehidratación de la Guayaba deshidratada a 20°C, 40°C, 60°C y 80°C



FOTOGRAFÍA No. 8 Guayaba rehidratada en agua, leche, agua mas glucosa al 0.3%, 0.25%, 0.5%, a 60°C



FOTOGRAFÍA No. 9 Guayaba rehidratada en agua, a 60°C



FOTOGRAFÍA No. 10 Análisis bromatológico de la guayaba rehidratada a 60°C



HUMEDAD



CENIZAS



GRASA



FIBRA



PROTEINA

FOTOGRAFÍA No. 11 Determinación de vitamina C de la guayaba fresca, deshidratada y rehidratada



FOTOGRAFÍA No. 12 Aplicación de la encuesta realizada a los estudiantes de la Escuela de Bioquímica y Farmacia ESPOCH

