



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

“EVALUACIÓN NUTRICIONAL COMPARATIVA DE PITAHAYA (*Hylocereus triangularis*) DESHIDRATADA EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS CON LA LIOFILIZADA”

TESIS DE GRADO

PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

BIOQUÍMICO FARMACEÚTICO

PRESENTADO POR

VERÓNICA PAULINA SANTARROSA QUIGUIRÍ

**RIOBAMBA – ECUADOR
2013**

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo y mi esfuerzo a Dios, por darme la salud, la vida y ser la luz que guía mi camino.

A mis padres y hermanos por ser todo en mi vida y darme todo el apoyo, amor que necesite siempre para salir adelante que los amo y los llevo en mi corazón.

A Jorge A. por ser mi fuerza y mi inspiración por confiar en mí y ser mi soporte para culminar esta etapa de mi vida y comienzo de otra.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento incondicional a mi Dios porque sin su ayuda no estaría en el lugar de hoy, por tenerme guardado este momento tan esperado y muchas cosas venas que sé vendrá adelante.

A mis padres por saber encaminarme a luchar y conseguir mis sueños por estar apoyándome siempre frente a cualquier adversidad, por quererme y perdonar mis actitudes.

A Jorge por estar en las buenas y malas por tener su paciencia, comprensión apoyo incondicional y por todos los momentos compartidos.

Mi sincero agradecimiento al Dr. Carlos Pilamunga por dirigir este trabajo de investigación, a la Dra. Elizabeth Escudero por brindarme su asesoría y sus conocimientos.

Y a todos aquellas personas que de una y otra forma, colaboraron o participaron en la realización de esta investigación.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal de Tesis certifica que El trabajo de investigación: **“EVALUACIÓN NUTRICIONAL COMPARATIVA DE PITAHAYA (*Hylocereus triangularis*) DESHIDRATADA EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS CON LA LIOFILIZADA”**, de responsabilidad de la señorita egresada Verónica Paulina Santarrosa Quiquirí, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

FIRMA FECHA

Dr. Silvio Álvarez
DECANO FAC. CIENCIAS

Dr. Iván Ramos
**DIRECTOR ESCUELA
BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

Dr. Carlos Pilamunga
DIRECTOR DE TESIS

Dra. Elizabeth Escudero
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Tc. Carlos Rodríguez
**DIRECTOR CENTRO
DE DOCUMENTACIÓN**

NOTA DE TESIS

Yo, Verónica Paulina Santarrosa Quiguirí, 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 POLITENCA DE CHIMBORAZO

VERÓNICA PAULINA SANTARROSA QUIGUIRÍ

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

A°	Angstroms
Bx	Brix
°C	Grados Celsius
ELnN	Extracto libre no Nitrogenados
g	Gramos
gL	grados de libertad
HA	Humedad absoluta
HPLC	Cromatografía Líquida de Alta Resolución
HR	humedad relativa
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
IÑAP	Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias
Mbar	Milibar
Min	minutos
M	molar
msnm	metros sobre nivel del mar
Ms	Masa seca
mm	milímetros
nm	nanómetros
µm	micrómetros
h	Horas
mg	miligramo

mL	mililitro
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
%	porcentaje
P	peso
pH	potencial de hidrogeno
ppm	partes por millón
t	tiempo
UPC	unidades propagadoras de colonias
UV	Ultravioleta
cP	Cpoise

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS
ÍNDICE DE CUADROS
ÍNDICE DE FIGURAS
ÍNDICE DE GRÁFICOS
INDICE DE FOTOGRAFÍAS
ÍNDICE DE ANEXOS
INTRODUCCIÓN

1.	MARCO TEÓRICO.....	1
1.1	Pitahaya(<i>Hylocereus triangularis</i>).....	1
1.1.1	Origen e Historia.....	1
1.1.2	Taxonomía y Morfología.....	2
1.1.2.1	Descripción Botánica.....	2
1.1.3	Origen y condiciones ambientales.....	2
1.1.3.1	Exigencias del cultivo Agroecológicas.....	3
1.1.4	Especies.....	3
1.1.5	Descripción del Fruto.....	4
1.1.6	Ciclo de Cultivo.....	5
1.1.7	Conservación.....	5
1.1.8	Composición nutricional de la pitahaya.....	5
1.1.9	Propiedades Nutritivas.....	6
1.1.10	La pitahaya en relación con la salud.....	7
1.2	Generalidades de las frutas deshidratadas.....	7
1.3	Una alternativa saludable: frutas deshidratadas.....	8
1.4	Ácido l-ascórbico (vitamina C).....	9
1.4.1	Características.....	10
1.4.2	Función.....	10
1.5	Métodos empleados en la deshidratación.....	11
1.5.1	Deshidratación de aire caliente (Psicrometría).....	11
1.5.2	Deshidratadores de Aire Caliente.....	12
1.5.2.1	Deshidratadores de tolva (deep-bedriers).....	12
1.5.2.2	Deshidratadores de cinta sinfín.....	12
1.5.2.3	Deshidratadores en lecho fluidificado.....	12
1.5.2.4	Deshidratadores neumáticos.....	13
1.5.2.5	Deshidratadores rotatorios.....	13

1.5.2.6	Deshidratadores por atomización.....	13
1.5.2.7	Deshidratadores de armario (bandejas).....	13
1.5.2.8	Ventajas.....	14
1.5.3	Liofilización.....	14
1.5.3.1	Las principales ventajas de la liofilización.....	15
1.5.4	Tipos de Liofilizadores.....	16
1.5.5	Partes generales del equipo de liofilización.....	18
1.5.5.1	La cámara de secado.....	20
1.5.5.2	Estantes.....	21
1.5.5.3	Enfriamiento y calefacción de los estantes.....	21
1.5.5.4	Condensador.....	22
1.5.5.5	Descongelamiento del condensador.....	22
1.5.5.6	Sistema Frigorífico.....	22
1.5.5.7	Sistema de Vacío.....	22
1.5.5.8	Panel de comando e instrumentación.....	23
1.5.6	Las diferencias entre un secado convencional y la liofilización....	23
1.5.6.1	Secado Convencional.....	23
1.5.6.2	Liofilización.....	23
1.6	Control de Calidad.....	24
1.6.1	Componentes de la Calidad.....	24
1.6.1.1	Apariencia.....	24
1.6.1.2	Flavor.....	25
1.6.1.3	Seguridad.....	25
1.6.1.4	La obtención de un producto de calidad.....	25
1.7	Análisis Proximal.....	27
1.7.1	Determinación de la Humedad.....	29
1.7.2	Determinación de Cenizas.....	29
1.7.3	Determinación de Fibra.....	31
1.7.4	Determinación de Proteínas.....	31
1.7.5	Extracto libre no nitrogenado (ELNN).....	32
1.7.6	Determinación de pH.....	32
1.7.7	Determinación de Acidez.....	33
1.8	Análisis Microbiológico.....	33
1.8.1	Levaduras y Mohos.....	33
1.9	Evaluación Sensorial.....	34

1.9.1	Pruebas afectivas o hedónicas.....	34
1.9.2	Pruebas de medición del grado de satisfacción.....	34
1.9.3	Atributos Sensoriales.....	35
1.9.3.1	Gusto y Sabor.....	38
1.9.3.2	Aroma y Olor.....	38
1.9.3.3	Color y Apariencia.....	38
2	PARTE EXPERIMENTAL.....	40
2.1	Lugar de la Investigación.....	40
2.2	Materiales, Equipos y Reactivos.....	40
2.2.1	Material Vegetal.....	40
2.2.2	Materiales.....	41
2.2.3	Equipos.....	41
2.2.4	Medios de Cultivo.....	42
2.3	Métodos.....	42
2.3.1	Fase Experimental.....	42
2.3.1.1	Análisis físico de la pitahaya fresca, liofilizada y deshidratada.....	42
2.3.1.2	Análisis bromatológico de la pitahaya fresca, liofilizada y deshidratada en deshidratador de bandejas.....	42
2.3.1.3	Análisis del valor nutracéutico de la pitahaya fresca, liofilizada y deshidratada en bandejas.....	43
2.3.1.4	Análisis microbiológico de la pitahaya fresca y deshidratada en deshidratador de bandejas.....	55
2.3.1.5	Tratamiento de la muestra para determinar la aceptabilidad del jugo	55
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	56
3.1	Deshidratación por liofilización.....	56
3.2	Deshidratación de la pitahaya en Deshidratador de Bandeja.....	57
3.3	Evaluación Sensorial.....	59
3.4	Contenido de Vitamina C.....	59
3.5	Análisis físico – químico de la pitahaya fresca, liofilizado y deshidratada en deshidratador de bandejas.....	61
3.5.1	Valor de pH.....	61
3.5.2	Contenido de Acidez.....	62
3.5.3	Contenido de la Humedad.....	63
3.5.4	Contenido de Cenizas.....	64
3.5.5	Contenido de Fibra.....	65
3.5.6	Contenido de Proteínas.....	66

3.5.7	Contenido de azúcares totales y reductores.....	68
3.5.8	Contenido de Grasa.....	69
3.6	Análisis Microbiológico.....	70
3.7	Determinación del grado de aceptabilidad del jugo de la pitahaya fresca frente a los jugos de la pitahaya liofilizada y deshidratada en deshidratador de bandejas.....	72
3.7.1	Análisis de la escala hedónica a nueve puntos.....	72
3.7.2	Evaluación de las características organolépticas.....	73
3.8	Evaluación de la Viscosidad.....	74
4	CONCLUSIONES.....	76
5	RECOMENDACIONES.....	78
6	RESUMEN.....	79
7	BIBLIOGRAFÍA.....	81
8	ANEXOS.....	93

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA No. 1	Ciclo de cultivo de la pitahaya.....	5
TABLA No. 2	Composición nutricional de la pitahaya de la fruta fresca.....	6
TABLA No. 3	Velocidad de congelación.....	17
TABLA No. 4	Escala hedónica de 9 puntos.....	37
TABLA No. 5	Escala hedónica de 5 puntos.....	37

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No. 1	Resultados del tiempo de proceso de liofilización de la pitahaya a temperatura de - 44 °C y una presión 539×10^{-3} Mbar	56
CUADRO No. 2	Resultados del tiempo de proceso de deshidratación de la pitahaya a temperatura de 55 a 60°C.....	58
CUADRO No. 3	Resultado de evaluación sensorial de la pitahaya fresca, liofilizada y deshidratada en deshidratador de bandejas.....	59
CUADRO No. 4	Contenido de vitamina C en muestras estudiadas.....	60
CUADRO No. 5	Contenido nutricional promedio de las muestras estudiadas....	61
CUADRO No. 6	Contenido promedio de hongos (mohos y levaduras) en muestras estudiadas.....	71
CUADRO No. 7	Valores de aceptabilidad para las características organolépticas de los jugos de pitahaya.....	73
CUADRO No. 8	Resultados de evaluación de la viscosidad de los jugos de pitahaya (Cpoise).....	75
CUADRO No. 9	Resultados del análisis estadístico de varianza de un factor para el parámetro de fibra de la pitahaya fresca, liofilizada y deshidratada en deshidratador de bandejas.....	127
CUADRO No. 10 Y No. 11	Resultados del análisis estadístico de varianza de un factor para el parámetro de fibra de la pitahaya fresca, liofilizada y deshidratada en deshidratador de bandejas.....	128
CUADRO No. 12	Resultados del análisis estadístico de varianza de un factor para el parámetro de azúcares totales de la pitahaya fresca, liofilizada y deshidratada en deshidratador de bandejas.....	132
CUADRO No. 13 Y No. 14	Resultados del análisis estadístico de varianza de un factor para el parámetro de azúcares totales de la pitahaya fresca, liofilizada y deshidratada en deshidratador de bandejas.....	133
CUADRO No. 15	Resultados del análisis estadístico de varianza de un factor para el parámetro de grasa de la pitahaya fresca, liofilizada y deshidratada en deshidratador de bandejas.....	137

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO No. 1	Curva de liofilización de la pitahaya a temperatura de -44 °C y una presión 539×10^{-3} Mbar.....	57
GRÁFICO No. 2	Curva de secado de la pitahaya de 55 a 60 °C.....	58
GRÁFICO No. 3	Relación del contenido de pH en la pitahaya fresca, liofilizada y deshidratada en deshidratador de bandejas de 55 a 60 °C.....	62
GRÁFICO No. 4	Relación del contenido de % acidez en la pitahaya fresca, liofilizada y deshidratada en deshidratador de bandejas de 55 a 60 °C en base fresca.....	62
GRÁFICO No. 5	Relación del contenido de % acidez en la pitahaya fresca, liofilizada y deshidratada en deshidratador de bandejas de 55 a 60 °C en base seca.....	63
GRÁFICO No. 6	Relación del contenido de humedad en pitahaya fresca, liofilizado y deshidratada en deshidratador de bandejas de 55 a 60 °C.....	63
GRÁFICO No. 7	Relación de contenido de cenizas en la pitahaya en fresca, liofilizado y deshidratada en deshidratador de bandejas de 55 a 60 °C en base fresca.....	64
GRÁFICO No. 8	Relación de contenido de cenizas en la pitahaya en fresca, liofilizado y deshidratada en deshidratador de bandejas de 55 a 60 °C en base seca.....	65
GRÁFICO No. 9	Relación de contenido de fibra en pitahaya fresca, liofilizado y deshidratada en deshidratador de bandejas de 55 a 60 °C en base fresca.....	66
GRÁFICO No. 10	Relación de contenido de fibra en pitahaya fresca, liofilizada y deshidratada en deshidratador de bandejas de 55 a 60 °C en base seca.....	66
GRÁFICO No. 11	Relación de contenido de proteína en pitahaya fresca, liofilizado y deshidratada en deshidratador de bandejas de 55 a 60 °C en base fresca.....	67
GRÁFICO No. 12	Relación de contenido de proteína en pitahaya fresca, liofilizado y deshidratada en deshidratador de bandejas de 55 a 60 °C en base seca.....	67
GRÁFICO No. 13	Relación de contenido de azúcares en pitahaya fresca, liofilizado y deshidratada en deshidratador de bandejas de 55 a 60 °C en base fresca.....	68
GRÁFICO No. 14	Relación de contenido de azúcares en pitahaya fresca, liofilizado y deshidratada en deshidratador de bandejas de 55 a 60 °C en base seca.....	69
GRÁFICO No. 15	Relación de contenido de grasa en pitahaya fresca, liofilizado y deshidratada en deshidratador de bandejas de 55 a 60 °C en base fresca.....	70

GRÁFICO No. 16	Relación de contenido de fibra en pitahaya fresca, liofilizado y deshidratada en deshidratador de bandejas de 55 a 60°C. en base seca.....	70
GRÁFICO No. 17	Relación de contenido de levaduras en pitahaya fresca, liofilizado y deshidratada en deshidratador de bandejas de 55 a 60°C.....	71
GRÁFICO No. 18	Resultado general del grado de aceptabilidad del jugo de la pitahaya fresca frente a los jugos de la pitahaya liofilizada y deshidratada en deshidratador de bandejas.....	72
GRÁFICO No. 19	Valores de aceptabilidad para las características organolépticas de los jugos de pitahaya.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA No. 1	Estructura del ácido l-ascórbico.....	9
FIGURA No. 2	Deshidratador de bandeja.....	14
FIGURA No. 3	Etapas del proceso de liofilización.....	18
FIGURA No. 4	Esquema general de un sistema de liofilización.....	21
FIGURA No. 5	La percepción de la calidad por el consumidor.....	26

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA No. 1	Fruta de pitahaya.....	4
FOTOGRAFÍA No. 2	Selección de la materia prima.....	120
FOTOGRAFÍA No. 3	Lavado y retirado de brácteas.....	120
FOTOGRAFÍA No. 4	Lavado y retirado de brácteas.....	120
FOTOGRAFÍA No. 5	Pitahaya en pulpa.....	120
FOTOGRAFÍA No. 6	Pitahaya en pulpa.....	120
FOTOGRAFÍA No. 7	Expuestas a deshidratación.....	121
FOTOGRAFÍA No. 8	Expuestas a deshidratación.....	121
FOTOGRAFÍA No. 9	Pitahaya deshidratada.....	121
FOTOGRAFÍA No. 10	Pitahaya deshidratada.....	121
FOTOGRAFÍA No. 11	Pitahaya deshidratada.....	121
FOTOGRAFÍA No. 12	Lavado y retirado de brácteas.....	122
FOTOGRAFÍA No. 13	Lavado y retirado de brácteas.....	122
FOTOGRAFÍA No. 14	Lavado y retirado de brácteas.....	122
FOTOGRAFÍA No. 15	Pitahaya en pulpa y congelada.....	122
FOTOGRAFÍA No. 16	Pitahaya en pulpa y congelada.....	122
FOTOGRAFÍA No. 17	Expuestas a liofilización.....	123
FOTOGRAFÍA No. 18	Expuestas a liofilización.....	123
FOTOGRAFÍA No. 19	Expuestas a liofilización.....	123
FOTOGRAFÍA No. 20	Pitahaya liofilizada.....	123
FOTOGRAFÍA No. 21	Pitahaya liofilizada.....	123
FOTOGRAFÍA No. 22	Determinación de Humedad.....	124
FOTOGRAFÍA No. 23	Determinación de Cenizas.....	124
FOTOGRAFÍA No. 24	Determinación de Proteína.....	124
FOTOGRAFÍA No. 25	Determinación de Grasa.....	125
FOTOGRAFÍA No. 26	Determinación del % de Acidez.....	125
FOTOGRAFÍA No. 27	Determinación del pH.....	125

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO No. 1	NTE INEN 2003:2005 Frutas frescas. Pitahaya amarilla. Requisitos.....	91
ANEXO No. 2	NTE INEN 389 Determinación de pH.....	99
ANEXO No. 3	NTE INEN 382 Determinación de grados Brix.....	101
ANEXO No. 4	NTE INEN 381 Determinación de acidez.....	107
ANEXO No. 5	NTE INEN 1529-10: 1998 Determinación de la cantidad de microorganismos mohos y levaduras. Recuento en placa por siembra en profundidad.....	112
ANEXO No. 6	Cromatograma del estándar de vitamina C.....	116
ANEXO No. 7	Cromatograma de la pitahaya fresca de vitamina C.....	116
ANEXO No. 8	Cromatograma de vitamina C de la muestra liofilizada.....	117
ANEXO No. 9	Cromatograma de vitamina C de la muestra deshidratada en bandejas.....	117
ANEXO No. 10	Formato del test de degustación de los jugos de pitahaya aplicado en 20 personas.....	118
ANEXO No. 11	Fotografías del proceso de deshidratación.....	120
ANEXO No. 12	Fotografías del proceso de liofilización.....	122
ANEXO No. 13	Fotografías del análisis bromatológico de la pitahaya fresca, liofilizada y deshidratada.....	124
ANEXO No. 14	Test de degustación de los jugos de pitahaya aplicado a 20 personas.....	126
ANEXO No. 15	Resultados del análisis estadístico.....	127

INTRODUCCIÓN

Desde los tiempos inmemoriales, el hombre ha empleado como método de conservación de alimentos, la desecación o deshidratación, utilizando la exposición al aire y al sol.

En la actualidad existe una amplia tendencia mundial por la investigación y desarrollo de técnicas de conservación de alimentos que permitan obtener productos de calidad nutricional, que sean muy similares en color, aroma y sabor de los alimentos frescos y que no contengan agentes químicos conservantes.(14)

La pitahaya es una fruta exótica, de bajo valor calórico, con cualidades medicinales (tiene un efecto laxativo y tonificante).Las cosechas principales en el año son en Febrero-marzo y Julio – Agosto, en esta última hay sobreoferta, que afecta al valor económico de los productores, por otro lado los inconvenientes del producto para el ingreso al mercado Internacional la perecibilidad. Por todo lo expuesto se ve la necesidad de realizar estudios para darle valor agregado, aumentar su consumo, favorecer su producción y mantener su disponibilidad en el mercado durante todo el año diversificando su presentación y contribuyendo por un lado a dar alternativas de transformación industrial de la pitahaya a los productores de esta fruta. (50)

Por ello, el presente trabajo tiene como finalidad determinar el potencial nutricional comparativa de la pitahaya (*Hylocereus triangularis*) deshidratada en deshidratador de bandejas con la liofilizada, siendo los objetivo específicos: Determinar las características sensoriales, físicas, químicas y microbiológicas de la Pitahaya (*Hylocereus triangularis*) en fresco; Establecer las condiciones óptimas de deshidratación en deshidratador de bandejas y en liofilizador, Realizar pruebas de degustación de jugo elaborado con: pitahaya fresca, deshidratada en deshidratador de bandejas y liofilizada; Determinar las características sensoriales, físicas, químicas y microbiológicas de la Pitahaya (*Hylocereus*

triangularis) en deshidratador de bandejas y en liofilizador y compararlas con las de la fruta fresca, siendo.

Se planteó la hipótesis: La liofilización es el método de deshidratación que afecta menos al valor nutritivo y aceptabilidad de la pitahaya que el de deshidratación por deshidratador de bandejas.

Para este fin se tomó una temperatura de 55 a 60°C, se comprobó que el tiempo es 330 minutos para el deshidratado, mientras en el liofilizado se realizó a una temperatura de -40°C y una presión 539×10^{-3} Mbaren un tiempo de 66 horas.

Conjuntamente se realizó un análisis de la pitahaya liofilizada y se comparó con la pitahaya deshidratada en deshidratador de bandejas para distinguir el de menos pérdida de contenido de vitamina C. Además se realizó el análisis físico, químico y microbiológico de la fruta fresca, liofilizado y deshidratado en deshidratador de bandejas que menor pérdida de vitamina C mantuvo, es decir el en el liofilizado.

Este trabajo permitió comprobar que el liofilizado conserva sus características sensoriales como son el olor, sabor, color y que por tanto se mantiene de mejor manera los nutrientes.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 PITAHAYA (*Hylocereus triangularis*)

1.1.1 ORIGEN E HISTORIA

La pitahaya, pitay, fruta del dragón Pitajaha es una planta cactácea perenne que crece silvestre sobre árboles, troncos secos, piedras y muros. Produce una fruta exótica deliciosa. Comprende muchos géneros. Las plantas que la componen son muy distintas al aspecto exterior, pero numerosas características comunes las reúnen en un grupo botánico bastante homogéneo. (28)(57)

Comprende unas 5000 especies y constituye el mayor grupo de aquellas plantas que se denominan “suculentas”. La misma que es denominada así, aquellas de tejidos carnosos más o menos espesos y muy suculentos, siendo esta palabra como la mejor que define la especie, por denotar su riqueza en agua, mucílago.

Estas variedades se adaptan muy bien a las condiciones de la vida de las regiones desérticas, gran proporción de las especies son originarias de las regiones tropicales y subtropicales en América, especialmente de México: En estado silvestre se encuentra en Venezuela, Colombia, México, Costa Rica, Brasil y en Ecuador en la provincia de Morona Santiago cantón Palora. Las especies cultivadas de este género se encuentran, además de los países descritos en Bolivia, Curazao, Panamá, Perú, Uruguay y Vietnam. (58)

1.1.2 TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA

1.1.2.1 Descripción Botánica

Pitahaya de pulpa blanca y piel amarilla (*Hylocereus triangularis*)

- **Nombre común o vulgar:** Pitahaya, Cardo ananás, Flor del cáliz, Pitahaya amarilla, Pitaja, Pitaya, Pitayayá.
- **Nombre científico o latino:** *Hylocereus triangularis*
- **Género:** *Hylocereus triangularis*
- **Familia:** Cactaceae - cactécea
- **Tribu:** Hylocereeae
- **Categoría:** fruta

1.1.3 ORIGEN Y CONDICIONES AMBIENTALES

El cultivo de la pitahaya por lo general se localiza en zonas subtropicales y amazónicas de agricultura de transición. Es un cultivo en proceso de desarrollo y tecnificación que se lo encuentra en Ecuador en zonas con gran potencial agroecológico para la producción de esta fruta. Por tanto la localización con los datos del censo Agropecuario realizado por el INEC en el año 200, el total de la superficie sembrado exclusivamente pitahaya fue de 165.5 hectáreas, mientras que la superficie cosechada alcanzó las 110 hectáreas. En cuanto a la distribución geográfica de los cultivos, estos se localizaron principalmente en provincias de: Pichincha con un 76.8%, Morona Santiago con un 11.47%, Guayas con el 4.7% y Bolívar con un 3.9%.

Las características climáticas y edáficas constituyen una ventaja comparativa que incide en la calidad de la fruta; así se ha podido establecer que la pitahaya producida en zonas de la amazonia es de mayor contenido de grados °brix y de mayor tamaño que las cultivadas en otras zonas. De acuerdo con la zonificación del cultivo, las áreas potenciales, tanto en la amazonia como en los sub trópicos presentan características excelentes para el desarrollo de la pitahaya. (55)(28)(57)(58)

En Ecuador los productores están comprometidos en la responsabilidad y la necesidad de preservar los recursos naturales: suelos, agua, vegetación y fauna silvestre, aún no intervenidos por el hombre. Sin embargo, para evitar la depredación de dichos recursos y detener la expansión inconveniente de las fronteras agrícolas, ha sido necesario propiciar técnicas alternativas de desarrollo del sector agropecuario con nuevos enfoques que incorporen la dimensión ambiental y los cambios tecnológicos adecuados para mejorar la competitividad, generando cadenas productivas que reciclen, reutilicen y recuperen los subproductos generados en las actividades productivas. Lo anterior implica una producción intensiva de avanzada tecnología, que demanda conocimientos de las condiciones ecológicas/ambientales, la estructura de los suelos, la dinámica de los nutrientes de las plantas, los enemigos naturales de plagas y enfermedades y las formas adecuadas de manejo de estos y otros factores de la producción. (53)(27)(28)(57)

1.1.3.1 Exigencias del cultivo Agroecológicas

- **Clima:** Sub cálido, húmedo.
- **Temperatura:** 18-25 °C.
- **Humedad:** 70% - 80%.
- **Pluviosidad:** 1200 - 2500 mm.
- **Altitud:** 700 - 1800 msnm.
- **Formación ecológica:** Bosque húmedo montano bajo (bh-MB) y pre montano (PM) (53)(27)(28)(57)

1.1.4 ESPECIES

Los frutos pertenecen a las siguientes especies de cactus:

- *Hylocereus undatus*, de pulpa blanca y piel rosa
- *Hylocereus monacanthus*, de pulpa roja y piel rosa
- *Selenicereus megalanthus*, de pulpa blanca y piel amarilla
- *Stenocereus thurberi* (en el noroeste de México, especialmente en Sonora), de pulpa entre roja y guinda, y de piel rojiza. (58)(59)

1.1.5 DESCRIPCIÓN DEL FRUTO



FOTOGRAFÍA No. 1. FRUTA DE PITAHAYA.

El fruto de la pitahaya como podemos observar en la fotografía N° 1 es una baya de forma ovoide, redondeada o alargada. La cáscara tiene brácteas u orejas escamosas de consistencia carnosa y cerosa. La cantidad y tamaño de las brácteas varían según la variedad, el largo del fruto fluctúa entre 8 a 12centímetros y su peso es de 200 a 800 g.

La formación o maduración del fruto desde que se produce la polinización puede durar de 4 a 8 meses, dependiendo de la temperatura y la exposición al sol.

Los frutos de la pitahaya, con un sabor delicadamente dulce tiene forma oblonga ovalada, color rojo o amarillo intenso. Su pulpa es consistente y espumosa, blanca (variedad amarilla) y blanca rojiza (variedad roja), con pequeñas y suaves pepas comestibles, cubierta de escamas amarillas y rojas según su variedad. (37)(40)(41)(42)

La pulpa contiene una sustancia llamada captina que actúa como tonificante del corazón y como calmante de nervios. La cascara se puede utilizar como forraje para el ganado.

Las semillas sexuales se encuentran distribuidas en la pulpa del fruto. Son de colores negros, muy pequeños y abundantes. Están recubiertas por una sustancia mucilaginosa. Son muy delicadas y normalmente presentan buena germinación. La siembra con esta semilla tiene un inconveniente de que el crecimiento de la plantas es lento y el inicio de la producción es muy tardado. (55)(28)(57)(58)

1.1.6 CICLO DE CULTIVO

Es un cultivo perenne, que no requiere tecnología muy compleja y difícil de aplicar se puede cultivar los dos primeros años asociada con otros cultivos semiperennes tales como: frijol, piña, tomate: por esta razón, el cultivo de pitahaya es una buena alternativa para los pequeños y medianos productores. En el Ecuador las épocas de cosecha son dos en el año corresponden a los meses de Diciembre a Enero; y Mayo a Junio como se puede observar en la tabla No. 1. (28)(57)(58)

TABLA No. 1. CICLO DE CULTIVO DE LA PITAHAYA.

FASE	DURACIÓN – TIEMPO ÓPTIMO
Desarrollo de la plantación	Un año y Medio
Inicio de la cosecha	Un año y medio de plantas provenientes de vivero de 6-7 meses de edad
Producción optima	Al cuarto año y se estabiliza
Vida económica	Veinte años o más dependiente del tipo de manejo

FUENTE: [HTTP://EVALUACIONEXPORTPITAHAYA/2004.COM](http://EVALUACIONEXPORTPITAHAYA/2004.COM)

1.1.7 CONSERVACIÓN

La variedad amarilla está en su punto de sazón cuando el color de su piel se vuelve amarillo. En la variedad roja, la fruta está madura cuando las brácteas se tornan amarillas. Se debe conservar en lugar fresco alejados de focos de calor y sin entra en contacto directo con la luz del sol. Sólo conviene introducirla en la nevera si se quiere tomarla fresca un rato antes del consumo. (55)(28)(57)(58)

1.1.8 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA PITAHAYA

Esta fruta es rica en fibra, calcio, fósforo y vitamina C. Se trata de una fruta muy especial en cuanto a cualidades medicinales con un amplio espectro de aplicaciones, desde el alivio de problemas estomacales comunes, tales como gastritis, hasta ser una fruta

recomendada para personas con diabetes y problemas endocrínógenos. La pitahaya contiene captina, un tónico para el corazón. (48). El beneficio más conocido de esta fruta es su contenido de aceites naturales, en la pulpa y semillas, que mejora el funcionamiento del tracto digestivo (tiene un efecto laxativo). La composición nutricional de la pitahaya se detalla la tabla No. 2.

TABLA No. 2. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA PITAHAYA DE LA FRUTA FRESCA.

COMPONENTES	CONTENIDO DE 100G. DE LA PARTE COMESTIBLE
Calorías	36.00
Agua	89.4 g.
Carbohidratos	9.20 g.
Fibra	0.30 g.
Grasa total	0.10 g.
Proteínas	0.50 g.
Cenizas	0.40 g.
Ácido ascórbico	25 mg.
Calcio	6.00 mg.
Fósforo	19.00 mg.
Hierro	0.00 mg.
Niacina	0.02 mg.
Riboflavina	0.03 mg.

FUENTE: TORRES, 2007.
ELABORADO POR: ALBERTH CARRERA

1.1.9 PROPIEDADES NUTRITIVAS

La pitahaya es casi una porción de agua deliciosamente azucarada. Son frutos de muy bajo valor calórico, ya que apenas contienen hidratos de carbono. La porción comestible supone un 55% del peso total. La vitamina C interviene en la formación de colágeno, huesos y dientes, glóbulos rojos y favorece la absorción del hierro de los alimentos, la resistencia a las infecciones y tiene acción antioxidante.(28)(57)(58)

1.1.10 LA PITAHAYA EN RELACIÓN CON LA SALUD

Baja en calorías y con un escaso aporte nutritivo, se puede combinar con otras frutas que la enriquecen en matices y nutrientes, por lo que la pueden consumir los niños, los jóvenes, los adultos, los deportistas, las mujeres embarazadas o madres lactantes y las personas mayores. Por su escaso valor calórico y la roja por su aporte de vitamina C, son adecuadas para quienes tienen un mayor riesgo de sufrir carencias de dicha vitamina: personas que no toleran los cítricos, el pimiento u otros vegetales, que son fuente casi exclusiva de vitamina C en nuestra alimentación o para personas cuyas necesidades nutritivas están aumentadas. Algunas de estas situaciones son: periodos de crecimiento, embarazo y lactancia materna. Así mismo, el tabaco, el abuso del alcohol, el empleo de ciertos medicamentos, el estrés, la actividad física intensa, el cáncer y el Sida y las enfermedades inflamatorias crónicas, que disminuyen el aprovechamiento y producen mala absorción de nutrientes.

Ésta fruta se puede utilizar para preparar gelatina, helado, yogurt, jarabe, dulces, mermelada, jalea o refresco, así como también se puede disfrutar comiéndola sola.
(55)(28)(57)(58)

1.2 GENERALIDADES DE LAS FRUTAS DESHIDRATADAS

La deshidratación de frutas es considerada una forma de aprovechar un producto perecedero para que no se desperdicie y se conserve durante todo el año y no sólo por una temporada.

En los alimentos deshidratados, debido a la mínima cantidad de agua, los microorganismos no pueden proliferar y quedan detenidas la mayoría de las reacciones químicas y enzimáticas de alteración.

Los métodos modernos de deshidratación, buscan otros fines que la simple preservación: en alimentos, la reducción de peso y algunas veces de volumen, la comodidad del empleo también es una característica muy buscada.

Durante la deshidratación las pérdidas de vitamina C varían entre el 10% y 50% y las de vitamina A entre el 10% y 20%. La concentración de sólidos solubles, aumenta al punto que la fruta resiste el deterioro microbiano. (33)(36)(9)(16)

La deshidratación de los alimentos es importante en materia de conservación de los mismos, debido a que aumenta su vida comestible y no permite la proliferación de los microorganismos.

Se define a las frutas deshidratadas como el producto obtenido a partir de frutas carnosas frescas a las que se ha reducido la proporción de humedad mediante procesos apropiados y autorizados. El grado será tal que impida toda alteración posterior. (7)

1.3 UNA ALTERNATIVA SALUDABLE: FRUTAS DESHIDRATADAS

Los especialistas recomiendan consumir un mínimo de cinco porciones diarias de fruta, y las deshidratadas constituyen una manera diferente de degustarla e incluirla en la alimentación.

Aunque el proceso realizado en planchas especiales elimina el agua de las frutas, se conservan todas las vitaminas, minerales, proteínas, hidratos de carbono, sales minerales y fibra, indispensables para el organismo.

La consistencia de la fruta deshidratada la hace un alimento atractivo para todas las edades y una alternativa saludable que puede sustituir a las golosinas que no contienen aportes nutritivos. (41)(42)

Esta opción también es vital para las personas que tienen restringidos los líquidos en su dieta, como quienes padecen de insuficiencia renal. Asimismo, se incluye en los tratamientos de recuperación de trastornos alimenticios, porque las porciones, aunque pequeñas, tienen grandes beneficios para el organismo. (36)(37)(46)

1.4. ÁCIDO L-ASCORBICO (VITAMINA C)

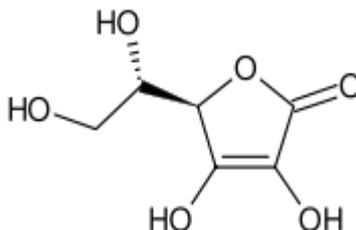


FIGURA No. 1. ESTRUCTURA DEL ÁCIDO L-ASCÓRBICO.

El ácido ascórbico es un ácido orgánico y un antioxidante, hidrosoluble sensible al calor. El ácido ascórbico tiene una estructura de lactona como se aprecia en la figura No. 1. La acidez no se debe a un grupo carboxílico, sino a la posibilidad de que se ionice el hidroxilo situado sobre el carbono 3, formando un anión que queda estabilizado por resonancia. Su pK es de 4,04. Eventualmente, puede incluso dissociarse el hidroxilo situado en el carbono 2, formando un dianión, aunque su pK es mucho más alto (11.4), debido a que no está estabilizado por resonancia, como el del carbono 3. (13) (30)

El ácido ascórbico solamente se encuentra en concentraciones significativas en los vegetales (en los que se ignoran cual puede ser posible papel biológico). En muchas frutas se encuentran en concentraciones elevadas (50mg/100g en los cítricos), pero para muchas personas el aporte principal se obtiene de verduras y hortalizas como repollo o coliflor.

El ácido ascórbico es particularmente sensible a las reacciones de oxidación, destruyéndose con gran facilidad durante el procesado de los alimentos en presencia de oxígeno. La oxidación es dependiente del pH, ya que la forma ionizada es más sensible que la forma no ionizada. El dianión es todavía más sensible, pero para que se forme en proporciones significativas es necesario un pH alcalino que no suele encontrarse en los alimentos. El ácido ascórbico es un potente agente reductor, capaz de reaccionar con el oxígeno, y utilizable por lo tanto como antioxidante. (13) (30)

1.4.1 CARACTERÍSTICAS

La vitamina C es soluble en agua, por lo que suele eliminarse en el agua de cocción. Se oxida con facilidad en solución, en especial cuando se expone al calor. La oxidación puede acelerarse por la presencia de hierro, cobre o pH alcalino.

El ácido ascórbico puede ser sintetizado a partir de glucosa y galactosa por las plantas y muchos mamíferos, pero no por el hombre.(13) (30)

Se absorbe en intestino en un 90%. Las dietas ricas en zinc o pectina pueden disminuir la absorción, en tanto que ésta puede aumentar por sustancias en extracto cítrico natural. Si la ingesta de vitamina C es muy alta (por ejemplo suplementos de 12 g), la absorción es sólo del 16%. Las cantidades ingeridas mayores del nivel de saturación de los tejidos se eliminan por orina.(13) (30)

1.4.2 FUNCIÓN

- Tiene múltiples funciones como coenzima o cofactor.
- Tiene una potente acción antioxidante
- Protege el organismo de los “radicales libres”
- Es estimulante de la absorción de hierro y bloqueante de la degradación de ferritina a hemosiderina, siendo la ferritina mejor suministro de hierro.
- Participa en la hidroxilación de la prolina para formar hidroxiprolina en la síntesis de colágeno, sustancia de la cual depende la integridad de la estructura celular en todos los tejidos fibrosos (tejido conjuntivo, cartílago, matriz ósea, dentina, piel y tendones).(13) (30)
- Participa en la cicatrización de heridas, fracturas y hemorragias, también reduce el riesgo de infecciones. Es esencial para la oxidación de ciertos aminoácidos (fenilalanina y tirosina), en el metabolismo del triptofano y en la síntesis de noradrenalina.
- Promueve la resistencia a infecciones mediante la actividad inmunológica de los leucocitos, la producción de interferón, el proceso de la reacción inflamatoria o la integridad de las mucosas. Hay estudios que plantean que altas dosis de vitamina C

pueden prevenir el resfrío, pero no hay acuerdo general sobre ello. Si tiene algún efecto es pequeño y no se recomienda la ingestión sistemática de grandes cantidades de vitamina C.

- Una alimentación rica en vitamina C ofrece una protección añadida contra todo tipo de cánceres.

1.5 MÉTODOS EMPLEADOS EN LA DESHIDRATACIÓN

- Desecación con aire caliente:El calentamiento se pone al contacto con una corriente de aire caliente. El calor se aporta al producto principalmente por convección.
- Desecación por contacto directo con una superficie caliente:El calor se aporta el producto principalmente por conducción.
- Desecación mediante el aporte de energía de una fuente radiante de microondas o dieléctricas:
- Liofilización:El agua de los alimentos se congela y seguidamente se sublima a vapor generalmente por aporte de calor en condiciones de presión muy baja.
(21)(40)(10)(16)

1.5.1 DESHIDRATACIÓN DE AIRE CALIENTE (PSICROMETRÍA)

La capacidad del aire para eliminar el agua del alimento depende de su temperatura y del agua que contiene, que se expresa como “humedad absoluta” (HA) (kilos de vapor por kilo de aire seco) o “humedad relativa” (HR) (en porcentaje), que representa la relación existente entre la presión parcial del vapor de agua en el aire y la presión de vapor de saturación a la misma temperatura multiplicado por cien. La psicrometría estudia la relación existente entre la temperatura y la humedad del aire. Esta relación se representa de forma cómoda en los denominados “diagramas psicométricos”. (5)(9)

La temperatura del aire, cuando se mide con un termómetro de bulbo, se denomina “temperatura de bulbo seco”. Si el bulbo del termómetro se envuelve con una tela húmeda, la evaporación del agua provoca su enfriamiento. La temperatura que el termómetro alcanza en estas condiciones se denomina “temperatura de bulbo húmedo”.

Conociendo la temperatura del bulbo seco y de bulbo húmedo de un aire determinado, puede hallarse, en un diagrama psicrométrico, su “humedad relativa”. Un aumento en la temperatura del aire o una reducción en su HR incrementan la velocidad de evaporación del agua en el bulbo seco del termómetro, provocando, en consecuencia, una diferencia mayor entre las temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo. El “punto de rocío”, es aquella temperatura a la que el aire ha alcanzado su humedad de saturación (HR = 100%). En estas condiciones el enfriamiento del aire provoca la condensación de parte del agua que contiene. En un diagrama psicrométrico, las líneas de enfriamiento adiabático (líneas rectas paralelas que cruzan el diagrama) muestran cómo la HA disminuye a medida que la temperatura del aire aumenta. (31)(46)

1.5.2 DESHIDRATADORES DE AIRE CALIENTE

1.5.2.1 Deshidratadores de tolva (deep-bedriers)

Los deshidratadores de tolva son unas instalaciones cilíndricas o rectangulares en las que el producto descansa sobre una malla. (16)(31)(46)

1.5.2.2 Deshidratadores de cinta sinfín

Estos deshidratadores pueden medir hasta 3 m de anchura por 20 m de longitud. En éstos el alimento se deshidrata sobre una cinta de malla en una capa de 5-15 cm de grosor. (16)(31)(46)

1.5.2.3 Deshidratadores en lecho fluidificado

En estas instalaciones el alimento se deshidrata sobre bandejas metálicas de fondo perforado o de malla, en capas de hasta 15 cm de grosor. La capa de producto es atravesado por un flujo de aire de abajo hacia arriba, que lo esponja (fluidifica) y lo agita vigorosamente. (16)(31)(46)

1.5.2.4 Deshidratadores neumáticos

En los alimentos, particulados o pulverizados, se deshidratan en proceso continuo en conductos metálicos verticales u horizontales. El producto a deshidratar (normalmente menos del 40 % de agua) se dosifica en el conducto de deshidratación, donde se suspenden en un chorro de aire caliente. (16)(31)(46)

1.5.2.5 Deshidratadores rotatorios

Estas instalaciones están constituidas por un cilindro metálico que rueda en posición ligeramente inclinada, dotado en su cara interna de una serie de repisas que en su posición inferior recogen al alimento, soltándolo en su posición superior en cascada, en un flujo de aire caliente. (25)(16)(31)

1.5.2.6 Deshidratadores por atomización

Estas instalaciones el producto, previamente concentrado, es “atomizado” en forma de pequeñas gotitas (10-200 μ m de diámetro) en una masa de aire caliente en movimiento (150-300°C), en el interior de una cámara de deshidratación de gran volumen. El flujo de producto a la entrada se controla de forma que la temperatura de aire a la salida sea de 90-100°C. Esta temperatura corresponde a una temperatura de bulbo húmedo (y temperatura del producto) de 40-50°C. Para el correcto funcionamiento del proceso es preciso que la atomización sea completa y uniforme. (16)(31)(46)

1.5.2.7 Deshidratadores de armario (bandejas)

Están constituidos por un armario perfectamente aislado en el que el alimento se deshidrata sobre bandejas perforadas de malla en capas de un grosor de 2-6 cm. Con objeto de conseguir que la deshidratación sea homogénea, estas cabinas cuentan con pantallas, deflectores y conductos para dirigir el aire sobre el producto, o a través de él, a una velocidad de 0.5 – 5 ms^{-1} . Algunos de estos deshidratadores llevan instalado en el

techo y/o a lo largo de las bandejas, algún sistema de calentamiento, para acelerar la deshidratación. (31)(46)

Es así que los secadores de bandeja son los más antiguos y aun los más utilizados. Los deshidratadores de armario se utilizan tan solo en pequeñas instalaciones (1-20 toneladas al día) o para plantas piloto. Son baratos de compra y de funcionamiento, pero se controlan con dificultad, con lo que es difícil obtener un producto de características homogéneas como podemos ver en la figura No. 2 siguiente.

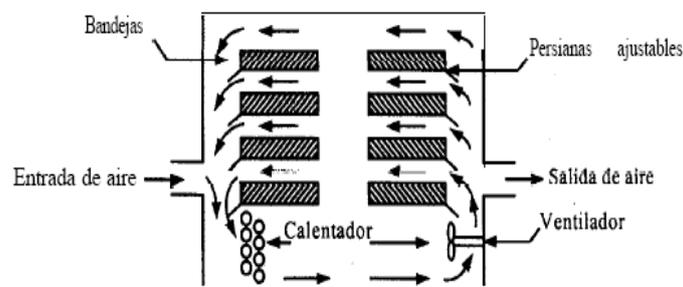


FIGURA No. 2. DESHIDRATADOR DE BANDEJA.

1.5.2.8 Ventajas

- Cada lote del material se seca separadamente.
- Se pueden tratar lotes de tamaño entre 10 a 250 Kg.
- Para el secado de materiales no necesita de aditamentos especiales
- Estos equipos tienen dos variaciones, una de secado en el cual el aire caliente es forzado a circular por las bandejas y la otra de secado indirecto, donde se utiliza el aire caliente proveniente de una fuente de calor radiante dentro de la cámara de secado y una fuente de vacío o un gas circulante para que elimine la humedad del secador. (31)(46)
- Las bandejas pueden ser de fondo liso o enrejado. En estas últimas, el material se debe colocar sobre un papel, tela o fibra sintética en especial donde la circulación del aire caliente fluye sobre el material desde arriba hacia abajo. El material de soporte debe facilitar la limpieza y prevenir la contaminación del producto. En el secador la

temperatura y el flujo deben ser muy uniformes. En general la velocidad de flujo recomendada para 100 kg del material es de 200 pies/min. (14)(31)(46)

- La fuente energética de estos secadores pueden ser de: vapor, electricidad, o hidrocarburos como carbón, petróleo, aceite y gas. Estos dos últimos calientan mucho más y son de bajo costo de funcionamiento, pero tienen el inconveniente de contaminar el producto y producir explosiones. Los secadores que funcionan con vapor son los más baratos que los eléctricos y se aconsejan para equipos grandes.

1.5.3 LIOFILIZACIÓN

Es la desecación producida al sublimar un sólido en un recipiente evacuando a una presión absoluta aproximada de un milibar. Es relativamente lenta y costosa pero ciertos casos es el único medio disponible para obtener un producto satisfactorio. Es usada para secar productos farmacéuticos y algunos colorantes de alta calidad. En mayor avance en su tecnología se ha realizado alrededor del año 1960 en su aplicación al secado de alimentos. (51)(52)(53)

1.5.3.1 Las principales ventajas de la liofilización:

- Las bajas temperaturas evitan cambios químicos en las sustancias termolábiles, incluyendo cambios de color.
- La pérdida de constituyentes volátiles, exceptuando el agua, se reduce al mínimo.
- Los productos se pueden secar sin formar “espuma”.
- Los constituyentes del material sólido permanecen dispersos, no acumulándose en la superficie.
- La coagulación de los productos es mínima y especialmente se evita la desnaturalización de las proteínas.
- La reducción de volumen es mínima (15)(51)

El proceso de liofilización comprende dos etapas básicas que son:

1. CONGELACIÓN DEL PRODUCTO FRESCO.

La etapa de congelación es de extrema importancia y gran interés. El objetivo es congelar el agua libre del producto para ello se trabaja a temperaturas de -20° y -40° C Aquí se efectúa la primera modificación en el producto y condicionan todas las etapas sucesivas. En el proceso normal de secado por evaporación, las moléculas de agua tienen solo una vía de escape, es decir por la superficie, y por lo tanto para ser removidas tienen que transportarse desde donde se hallan, hasta la superficie; en cambio en el proceso de liofilización, cada núcleo cristalino formado durante el curso de la congelación inicial se vuelve en un centro donde las moléculas de agua convergen de los alrededores. El producto está así dividido en pequeñas y numerosas áreas desde donde pueden partir las moléculas más rápidamente hasta los cristales de hielo, y el proceso de congelación es realmente un proceso de deshidratación. (39)(15)

Como consecuencia de este modo de acción, en este caso solo existe desuniformidad de concentración entre los espacios o núcleos de hielo en contraste con la acumulación de solubles en la superficie que sucede en el caso de evaporación. El número y tamaño de estos cristales de hielo dependen de la velocidad de congelación. La congelación lenta tiene a la formación de pocos cristales intercelulares de gran tamaño que le dan al producto una estructura gruesa y esponjosa, mientras que la congelación rápida forma numerosos cristales pequeños, e intracelulares, formando una estructura finamente porosa. Esto tiene particular importancia en el caso de tratar con material biológicamente pues la muerte de las células se debe en muchos casos a la coagulación del protoplasma como resultado de la remoción del agua al formarse los cristales de hielo en los espacios intercelulares.

La congelación rápida, conocida como “quick-freezing”, presenta además las ventajas de que al ser tan corto el periodo de congelación, hay menos tiempo disponible para la difusión de sales y la separación del agua en forma de hielo. Al ser el producto enfriado rápidamente bajo la temperatura en la cual ocurre el crecimiento de microorganismos durante el periodo de congelación. Natural. (1)(44) (53)

Para la optimización de este proceso es fundamental conocer y controlar:

- La temperatura en la que ocurre la máxima solidificación
- La velocidad optima de enfriamiento
- La temperatura mínima de fusión incipiente.

Con esto se busca que el producto congelado tenga la estructura sólida, sin que halle líquido concentrado, de manera que el secado ocurra únicamente por sublimación.

En los alimentos se pueden obtener mezclas de estructuras luego de la congelación, que incluyen cristales de hielo eutécticos, mezclas eutécticas y zonas vítreas amorfas. Estas últimas se forman por la presencia de azúcares, alcoholes, cetonas, aldehídos y ácidos, así mismo como por las altas concentraciones de sólidos en el producto final. (4)(46)

Con respecto a la velocidad de congelación se debe tomar en cuenta lo siguiente Tabla No. 3.

TABLA No. 3. VELOCIDAD DE CONGELACIÓN.

VELOCIDAD DE CONGELACIÓN	
CONGELACION RÁPIDA	CONGELACIÓN LENTA
La temperatura de los alimentos desciende aproximadamente unos 20°C en 30 minutos.	La temperatura deseada se alcanza en 3 y 72 horas (aparatos domésticos de congelación).
Cristales pequeños.	Cristales grandes. En su formación causan ruptura de la membrana o pared celular y estructuras internas.
Al rehidratarse conservan textura y sabor original	Al hidratarse presenta textura y sabor diferente al original
Apariencia clara del producto seco	Apariencia oscura del producto seco
Se aplica en alimentos sólidos, ya que evita la ruptura de la membrana o pared celular y estructuras internas	Se aplica líquidos, ya que la formación de cristales grandes favorece la presencia de canales para el movimiento del vapor de agua.

2. SUBLIMACIÓN DEL HIELO

El proceso de secado como tal puede ocurrir o no a bajas presiones pero en tales condiciones mucho más eficientes el proceso difusivo. El paso de hielo a vapor requiere gran cantidad de energía que suministra en alto vacío pues la interface de secado se mueve hacia el interior de la muestra y el calor tiene que atravesar capas congeladas (sistemas liofilizados en bandeja, sin granular) o secas (en granulosos), generándose un considerable riesgo de difusión del material intersticial o quemar la superficie del producto que ya está seco. Cuando se realiza el secado mediante la liofilización se distinguen tres fases o etapas que se esquematizan en la (Figura N° 3). Cuando el proceso de liofilización se comienza el calentamiento empieza a formarse una frente de sublimación o interface entre la capa seca y la capa congelada de la muestra el cual avanza progresivamente, y, para un determinado instante, a una temperatura de interface (T) le corresponde una determinada Presión de saturación (P_i).⁽⁴⁾(14)

La transferencia de masa ocurre por la migración de vapores a través de la capa seca de la muestra bajo la acción de una diferencia de presión, esta transferencia es alta cuando la diferencia de presión es grande.

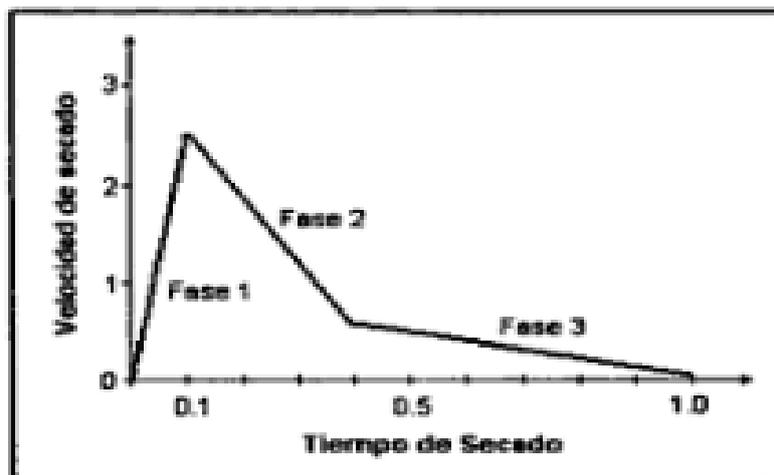


FIGURA No. 3. ETAPAS DEL PROCESO DE LIOFILIZACIÓN.

Fase 1: Llamada etapa conductiva. Inicialmente, por el calentamiento de la muestra, la velocidad de sublimación crece rápidamente hasta llegar a un máximo. El tiempo para agotar esta fase es relativamente corto; en ella se lleva a cabo la mayor parte de remoción de agua del producto (entre un 70-90%), siendo el mecanismo preponderante la transferencia de calor por conducción.

Fase 2: Primera etapa difusiva, Muestra un descenso importante de la velocidad de sublimación debido a la formación de una capa de material seco que opone resistencia creciente al flujo de calor y al vapor a medida que procede el secado.

Fase 3: Segunda etapa difusiva. La velocidad de sublimación continúa decreciendo de forma que se aproxima a cero. Esto debido a que el calor es necesario para retirar el agua ligada es más alto que el calor de sublimación. Puesto que la difusividad de los aromas disminuye sensiblemente cuando la humedad es pequeña es posible en esta etapa incrementar la temperatura de la calefacción y del producto hasta valores del orden de 50°C, dependiendo del material que se trate.

La curva de velocidad de sublimación de la figura No. 3, indica solo la transferencia de más, como todo proceso de secado, coexisten los fenómenos de transferencia de masa y calor, la curva de transferencia de calor en función del tiempo se obtiene multiplicando la cantidad de agua sublimada por su correspondiente calor de sublimación o desorción.

En la transferencia de calor y masa combinan la acción de la temperatura y los gradientes de presión como fuerzas impulsoras, que deben vencer las resistencias puestas por el espesor de la muestra y sus características físicas. El espesor es importante, mientras este es más delgada hay mayor resistencia para que flujo de calor y masa pase a través de la muestra.

La conducción del calor se hace por conversión gaseosa y radiación (o una combinación de ambos mecanismos) siendo esta última la preponderante cuando se opera a muy baja presión. (15)(60)

3. REHIDRATACIÓN DEL PRODUCTO PROCESADO

La propiedad de un producto para deshidratarse y subsecuentemente ser reconstituido con agua depende entre otras cosas, de la formación de una estructura porosa, libre de barreras, impermeables.

Frecuentemente, un producto puede ser liofilizado sin dificultad pero es de limitado valor por su inadecuada reabsorción de agua, y esto sucede por ejemplo con salchichas y hongos enteros que no han sido propiamente congelados. (32)

Existen otros obstáculos para la penetración del fluido rehidratante, como son la superficie repelente al agua, una membrana impermeable, burbujas de aire atrapadas, etc. Algo importante en el aspecto de rehidratación es el efecto que tiene la temperatura del agua sobre el grado de rehidratación, con esto se quiere mencionar que a mayor temperatura del agua de rehidratación menor será el grado de esta. (1)(3)(21)

Fenómeno de la rehidratación existen tres procesos simultáneos:

- La absorción de agua dentro del material deshidratado
- La lixiviación de solutos y
- El hinchamiento del material. (14)

Donde el cambio de volumen del producto deshidratado es proporcional a las cantidad de agua absorbida, aumentado o recuperando su tamaño y volumen inicial. 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 y la capacidad de retención de agua (, 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.

1.5.4. TIPOS DE LIOFILIZADORES

- Liofilizadores por contacto.
- Liofilizadores acelerados.
- Liofilizadores por radiación.
- Reversible, compresión.

1.5.5 PARTES GENERALES DEL EQUIPO DE LIOFILIZACIÓN

En la Figura No. 4 se ilustra un esquema de un liofilizador típico, con un condensador externo. Éste tiene tres componentes principales: (4)(22)

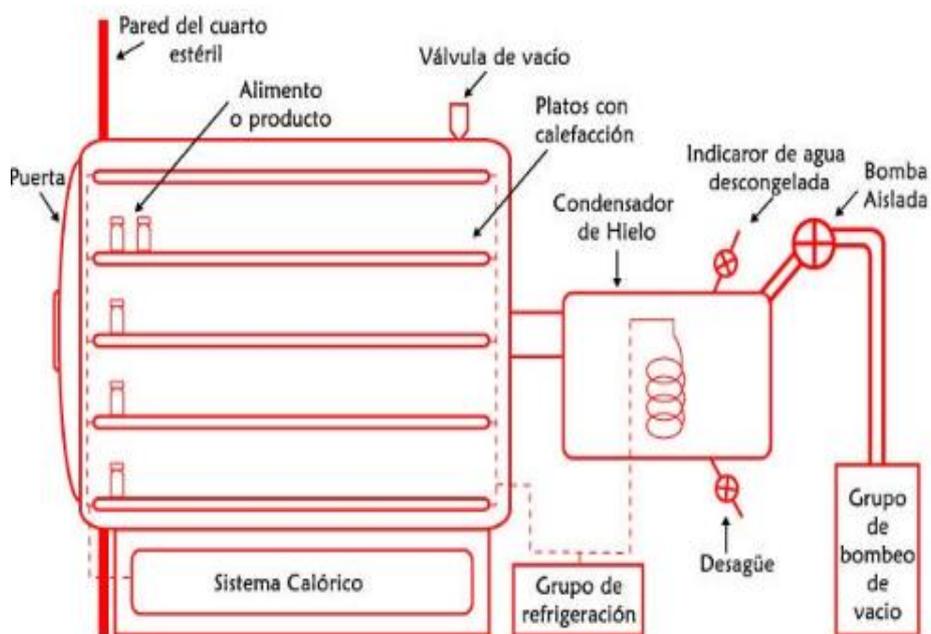


FIGURA No. 4.ESQUEMA GENERAL DE UN SISTEMA DE LIOFILIZACIÓN.

- Cámara de secado
- Condensador
- Sistema frigorífico
- Sistema de vacío
- Panel de comando e instrumentación

1.5.5.1 La cámara de secado

Es la que contiene los estantes sobre los cuales se coloca el producto (en frascos o a granel en bandejas) a liofilizar. Algunos liofilizadores poseen dentro de la misma un pistón que elevando o bajando los estantes permite el taponado de los frascos. La Puerta o Tapa generalmente es de acrílico cristal transparente, de diseño flotante, que permite un asentamiento uniforme del sello. La cámara se conecta al condensador a través de una válvula para alto vacío, lo que hace mínima la resistencia al pasaje de los vapores de la sublimación del producto.

1.5.5.2 Estantes

Dentro de la cámara de secado irán dispuestos los estantes para colocación del producto, con circuitos para calefacción y enfriamiento. Los estantes son planos y rectificadas, logrando de ésta forma un mejor contacto de la base de las bandejas con frascos o producto que se depositan sobre ellos.

1.5.5.3 Enfriamiento y calefacción de los estantes

Los mismos se producen por medio de intercambiador con fluido vector o por medio de circulación directa de freón porserpentina (expansión directa) y resistencias propias dentro de los estantes para calefacción.

1.5.5.4 Condensador

Condensador de los vapores de sublimación, independiente de la cámara. Incluye en su interior una serpentina, condensadora de los vapores, cuyo enfriamiento se obtiene por expansión directa del gas refrigerante.

1.5.5.5 Descongelamiento del condensador

El descongelamiento puede acelerarse por proyección de agua caliente sobre el hielo formado en los serpentines evaporadores, por intermedio de un distribuidor incorporado.

1.5.5.6 Sistema frigorífico

El sistema frigorífico, permite el enfriamiento de los estantes ubicados en la cámara de secado y de la serpentina evaporadora del condensador.

1.5.5.7 Sistema de vacío

El vacío principal se logra mediante una bomba de vacío con sello de aceite. Completan el sistema las válvulas de alto vacío y la cañería de interconexión.

1.5.5.8 Panel de comando e instrumentación

El equipo es de accionamiento Automático o manual, el panel de comando, posee un control eléctrico individual para cada operación del proceso, con llave, protección térmica y señalización luminosa. La operación Automática se compone de un PLC para la realización de las tareas de programación de procesos y comienzo y fin de los mismos. Para el registro de procesos de Liofilizado se cuenta con un Impresor de Registro. Para el registro digital se provee un Software de Telemetría a instalar en una PC (PC no provista) que permite tanto la visualización en tiempo real de las variables de procesos como el salvado de registros históricos para su posterior visualización o impresión. Se podrá también visualizar en forma gráfica e imprimir las curvas de todas las variables. (3)(22)

1.5.6 LAS DIFERENCIAS ENTRE UN SECADO CONVENCIONAL Y LA LIOFILIZACIÓN

1.5.6.1 Secado convencional.

- Recomendado para tener alimentos secos (verduras y granos)
- Es poco satisfactorio para carne.
- Rango de temperatura 37- 93°C.
- Presiones atmosféricas.
- Se evapora el agua de la superficie del alimento.
- Movimiento de solutos, lo que causa algunas veces endurecimiento.
- Las tensiones en alimentos sólidos causan daño estructural y encogimiento.
- Olor y sabor frecuentemente anormal.
- Color frecuentemente anormal.
- Color frecuentemente más oscuro. (22)

1.5.6.2 Liofilización

- Cambios estructurales o encogimientos mínimos.
- Rehidratación completa y rápida.
- Olor y sabor normalmente intensificado.
- Color normal.
- Nutrientes retenidos en gran porcentaje.
- Recomendado para la mayoría de los alimentos, pero se ha limitado a aquellos que son difíciles de secar a través de otros métodos.
- Recomendado para carnes crudas y cocidas.
- Temperaturas debajo del punto de congelación.
- Presiones reducidas (27-133Pa).
- Se sublima el agua del frente de congelación.(25)

1.6 CONTROL DE CALIDAD

1.6.1 COMPONENTES DE LA CALIDAD

1.6.1.1 Apariencia

La apariencia es la primera impresión que el consumidor reciba y el componente más importante para la aceptación y eventualmente la compra. La forma es uno de los subcomponentes más fácilmente perceptibles, aunque en general, no es un carácter decisivo de la calidad, a no ser que se trate de deformaciones o de defectos morfológicos. En algunos casos la forma es un indicador de la madurez y por lo tanto de su sabor.

La uniformidad es un concepto que se aplica a todos los componentes de la calidad (tamaño, forma, color, madurez, compacidad). Para el consumidor es un aspecto relevante que le indica que ya alguien que conoce el producto lo ha seleccionado y separado en categorías basadas en los estándares de la calidad oficiales. (38)(49)

La frescura y la madurez son parte de la apariencia y poseen componentes que son propios. También son indicadores del sabor y aroma que han de esperarse al de ser consumidas. Desde el punto de vista de aceptación por el consumidor son términos equivalentes. <<Frescura>> es la condición de estar fresco o lo más próximo a la cosecha posible. Por ejemplo, las frutas almacenadas en atmósferas controladas alcanzan su calidad comestible al salir las cámaras, muchos meses de haber sido cosechadas.

Dentro de los parámetros que define la frescura y madurez, el color tanto la intensidad como en uniformidad, es el aspecto externo más fácilmente evaluado por el consumidor, como se observa así en la Figura N° 5 la percepción de la calidad por el consumidor.(38)(49)



FIGURA No.5. LA PERCEPCION DE LA CALIDAD POR EL CONSUMIDOR.

La textura, conjuntamente con el sabor y aroma, constituye la calidad gustativa.

La firmeza y el color son los principales parámetros para estimar el grado de madurez de un fruto ya que la maduración inicialmente mejora y ablanda la textura del fruto, lo que asociado a los cambios en el sabor y color, hace que alcance la máxima calidad comestible.

El contenido de jugos de muchos frutos se incrementa a medida que madura en la planta.(38)(49)

1.6.1.2 Flavor

El flavor es la combinación de las sensaciones percibidas por la lengua (sabor o gusto) y por la nariz (aromas) (Wills et al., 1981). Sin bien son perfectamente separables unas de otras, por estar tan cerca los órganos receptores, simultáneamente al acto de acercar a la boca, morder, masticar y degustar, estamos percibiendo los aromas, particularmente aquellos que se liberan con la trituración de los tejidos. También es posible, sin embargo, hablar de un sabor/aroma visual, esto es, determinados aspectos externos, particularmente la madurez, permiten anticipar el sabor y/o aroma que se debe esperar al consumir el producto. El ser humano tiene almacenado en su memoria una enorme cantidad de sabores y aromas distintos y es capaz de reconocerlos sin ver al producto, si ha tenido la oportunidad de haberlo probado previamente.

En frutas y hortalizas, el sabor se expresa normalmente en términos de la combinación de principios dulces y ácidos, la que es un indicador de la madurez y de la calidad gustativa. El contenido de sólidos solubles es una buena estimación del contenido de azúcares totales y muchos frutos deben contener un contenido mínimo de sólidos para ser cosechados (Tabla No. 5). Los ácidos orgánicos (cítrico, málico, oxálico, tartárico) son el otro importante componente del sabor y tienden a disminuir a medida que el fruto madura por lo que la relación con los sólidos solubles tiende a aumentar. La acidez titulable es la forma de expresar la acidez. La relación sólidos solubles/acidez titulable se denomina ratio y es usada en cítricos fundamentalmente. Esta relación es función de la especie y variedad y en general sus valores son de 8 para mandarinas, naranjas Navel e híbridos, 7 para otro tipo de naranjas y 5,5 para pomelos (Lacey, et al., 2000).

La astringencia (sensación de pérdida de lubricación en la cavidad bucal) y los sabores amargos se deben a distintos compuestos. Son poco frecuentes y cuando existen normalmente disminuyen con la maduración. En aquellos casos en que naturalmente se

presentan y constituyen una desventaja, han sido eliminados a través de los programas de mejoramiento genético.

Existen compuestos específicos que caracterizan a una o un grupo de especies, por ejemplo, la pungencia en los pimientos denominados «hot» o picantes está determinada fundamentalmente por el contenido de capsicina y otros 4 compuestos estructuralmente similares. También existen casos en que las enzimas y substratos responsables del sabor se hallan compartimentalizados en los tejidos sanos y sólo se ponen en contacto mediante el corte, masticación o trituración. Este es el caso de la pungencia en ajo y cebolla y también del sabor del pepino crudo. La cocción de estas hortalizas enteras impide que estas reacciones ocurran y el sabor resultante es distinto.(38)(49)

Existe una correlación entre contenido de materia seca y características organolépticas usada principalmente en la industria. En general, a mayor contenido de sólidos mayor rendimiento industrial y sabor. Esto es particularmente importante en el deshidratado. En papa, un mayor contenido de materia seca (medido como gravedad específica) está asociado a una mayor calidad culinaria. Para el mercado en fresco, sin embargo, no es usado el contenido de materia seca como indicador del momento de cosecha y/o calidad organoléptica, salvo el caso de la palta, en donde existe una correlación estrecha con el contenido de aceite. Dependiendo de la variedad considerada, no puede comercializarse paltas con menos del 21-23 por ciento de materia seca (McCarthy, 2000).

El aroma de las frutas y hortalizas está dado por la percepción humana de numerosas sustancias volátiles. Es común que especies de un mismo género posean aromas similares. La palabra aroma normalmente se utiliza para olores agradables, mientras que olor se denomina al resto (Martens y Baardseth, 1987). Frutas y hortalizas refrigeradas poseen menos aroma pues la liberación de volátiles disminuye con la temperatura. Al igual que el sabor, muchos aromas son liberados cuando se pierde la integridad de los tejidos.(38)(49)

1.6.1.3 Seguridad

Las frutas no solamente deben ser atractivas en cuanto a su apariencia, frescura, presentación y valor nutritivo, sino también su consumo no debe poner en riesgo la salud. El consumidor no tiene forma de detectar la presencia de sustancias nocivas y depende enteramente de la seriedad y responsabilidad de todos los integrantes de la cadena de producción y distribución. Necesariamente debe confiar en ellos, además de las precauciones que normalmente toma tales como lavar, pelar y/o cocinar al producto antes de consumirlo. Sin embargo, esta confianza es muy volátil y cualquier sospecha sobre la seguridad de un alimento tiene un impacto tremendo a nivel de consumidor. La seguridad de los alimentos consiste en la ausencia de sustancias dañinas para la salud y tradicionalmente la presencia de plaguicidas sobre el producto ha sido la principal preocupación de la opinión pública. Sin embargo, existen muchos otros contaminantes potencialmente tan o más peligrosos, como la presencia de microorganismos patógenos, micotoxinas, metales pesados, etc.

Por ser las frutas consumidas en fresco y muchas veces con la piel o cáscara, todo organismo patógeno para el ser humano que pueda transportarse sobre su superficie constituye un peligro potencial. Bacterias como *Shigellaspp*, *Salmonella spp.*, *Aeromonasspp.*, *Escherichiacoli*, *Listeria monocytogenes* así como las toxinas producidas por *Clostridiumbotulinum* y otras han sido identificadas como responsables de enfermedades alimentarias transmitidas por la ingestión de frutas y hortalizas. El virus de la Hepatitis A ha sido detectado también en productos frescos así como parásitos como *Entomoebahistolyca* y *Giardialamblia*.(38)(49)

1.6.3.4 La obtención de un producto de calidad

La obtención de un producto de calidad se inicia mucho antes de plantarse la semilla: la elección del terreno, su fertilidad y capacidad de riego, el control de malezas y rotaciones, la preparación del suelo, la elección de la semilla y otras decisiones tienen influencia en la calidad del producto a obtenerse. De la misma manera son determinantes

las condiciones climáticas durante el cultivo, así como los riegos, fertilizaciones, control de plagas y enfermedades y otras prácticas culturales. (38)(49)

Debido a que las frutas por lo general son productos altamente perecederos, es necesario tener en cuenta que previo a la cosecha, la porción vegetal se encuentra íntimamente relacionada con la planta madre y toda demanda de agua o nutrientes es satisfecha por otras partes de la planta y todo el vegetal se comporta como una unidad. Una vez cosechado, sin embargo, depende únicamente de sus reservas. Las frutas continúan viviendo después de la cosecha: respiran, transpiran y están sujetas a continuos cambios - la mayor parte de ellos no deseables - los que determinan la declinación de la calidad interna y externa. La velocidad de este deterioro depende del tipo de producto, condiciones de cultivo y otros factores, pero principalmente de las condiciones en que es mantenido: temperatura, humedad relativa, movimiento y composición del aire, etc. Los cambios que ocurren en la postcosecha no pueden ser detenidos, sino que son demorados dentro de ciertos límites. Por estas razones, el proceso de preparación para mercado debe ser rápido y eficientemente realizado para evitar las pérdidas de calidad. (38)(49)

Además del deterioro natural y de los daños fisiológicos y mecánicos ya descritos en capítulos anteriores, las podredumbres son también responsables de la pérdida de calidad. Las pérdidas de postcosecha debido a microorganismos pueden ser severas, particularmente en climas cálidos con alta humedad relativa. Los frutos en estado de descomposición pueden contaminar al resto.

Adicionalmente, la producción de etileno se intensifica en estas condiciones y acelera el ritmo de deterioro.

Los frutos inmaduros son normalmente más resistentes al ataque de patógenos y las defensas se debilitan con la maduración. Asimismo, es posible que la infección tenga lugar cuando el fruto es inmaduro y se manifieste posteriormente, cuando las defensas se debilitan (Dennis, 1987).

Además de los tratamientos sanitarios y desinfecciones que se realizan, el control de la temperatura es la principal herramienta ya que disminuye la actividad metabólica de los

microorganismos y se mantienen altas las defensas naturales del producto. El control de la humedad relativa, particularmente para evitar la condensación de agua sobre el producto, así como las atmósferas controladas son también útiles para el control de las enfermedades de postcosecha. (38)(49)

1.7ANÁLISIS PROXIMAL

Entendemos por análisis clínicos básicos (proximal), la determinación conjunta de un grupo de sustancias estrechamente emparentadas. Comprende la determinación del contenido de agua, proteína, grasa (extracto etéreo), cenizas y fibra; las sustancias extractibles no nitrogenadas (ELN) se determinan por cálculo restando la suma de los 5 componentes de 100%, para subrayar que se trata de grupos de sustancias más o menos próximas y no de compuestos individuales, los analistas suelen usar el término bruta y/o cruda detrás de la proteína, grasa o fibra. (20)

1.7.1DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD

El contenido de humedad de los alimentos es de gran importancia por muchas razones científicas, técnicas y económicas (Comité de Normas Alimentarias, 1979), pero su determinación precisa es muy difícil. El agua se encuentra en los alimentos esencialmente en dos formas, como agua enlazada y como agua disponible o libre; el agua enlazada incluye moléculas de agua unidas en forma química, o a través de puentes de hidrógeno a grupos iónicos o polares, mientras que el agua disponible o libre es la que no está físicamente unida a la matriz del alimento y se puede congelar o perder con facilidad por evaporación o secado. Puesto que la mayoría de los alimentos son mezclas heterogéneas de sustancias, contienen proporciones variables de ambas formas. (20)

En la mayoría de las industrias alimentarias, la humedad se suele determinar a diario. Los niveles máximos de señalan frecuentemente en las especificaciones comerciales.

Existen para esto varios razones, principalmente las siguientes:

- El agua si está presente por de ciertos valores, facilita el desarrollo de microorganismos.
- El agua es el adulterante por excelencia para ciertos alimentos como leche, quesos, mantequilla, etc.
- Los materiales pulverulentos se aglomera en presencia de agua. Por ejemplo la sal, azúcar.
- La cantidad de agua puede afectar la textura. Ejemplo carnes curadas.
- La determinación del contenido de agua representa una vía sencilla para el control de la concentración en las distintas etapas de la fabricación de alimentos.

1.7.2 DETERMINACIÓN DE CENIZAS

El concepto de residuo de incineración o cenizas se refiere al residuo que queda tras la combustión (incineración) complementa de los componentes orgánicos de un alimento en condiciones determinados. Una vez que se elimina otras impurezas posibles y partículas de carbono procedentes de una combustión incompleta, este residuo se corresponde con el contenido de minerales del alimento. (20)

La determinación de cenizas es importante porque:

- Nos da el porcentaje de minerales presentes en el alimento.
- Permite establecer la calidad comercial.
- Da a conocer adulteraciones en alimentos, en donde se ha adicionada sal, talco, yeso, cal, carbonatos alcalinos, etc.
- Establece el grado de limpieza de materias primas vegetales (exceso de arena, arcilla).
- Sirve para caracterizar y evaluar la calidad de alimentos. (20)

1.7.3 DETERMINACIÓN DE FIBRA

La fibra cruda o bruta representa la parte fibrosa e indigerible de los alimentos vegetales, químicamente está constituida por compuestos poliméricos fibrosos

carbohidratados(celulosa, hemicelulosa, pectinas, gomas, mucílagos) y no carbohidratados (lignina, polímero del fenilpropano).

El organismo humano carece de sistemas enzimáticos que degraden estos polímeros y por ello aparecen inalterados en el intestino grueso (colon) y ejercen una acción reguladora del peristaltismo y facilitan la evacuación de las heces fecales. (20)

Se define a la fibra cruda como “la proporción que se pierda tras la incineración del residuo seco obtenido después de la digestión ácida-alcalina de la muestra seca y desengrasada en condiciones específicas”. La fibra contribuye a la textura rígida, dura y la sensación de fibrosidad de los alimentos de los alimentos vegetales.

1.7.4 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS

Hasta hace poco, el contenido total de proteínas en los alimentos se determinaba a partir del contenido de nitrógeno orgánico determinado por el método Kjeldahl, sigue siendo la técnica más confiable para la determinación de nitrógeno orgánico. (20)

1.7.5 EXTRACTO LIBRE NO NITROGENADO (ELnN)

El ELnN representa a la fracción de los carbohidratos solubles que se encuentran en muchos alimentos, por ejemplo almidones, glucosa, fructuosa, sacarosa, etcétera, pero no de determina por un método químico de laboratorio, si no que se calcula. (20)

1.7.6 DETERMINACIÓN DE pH

La acidez medida por el valor de pH, junto con la humedad son, probablemente, las determinaciones que se hacen con frecuencia. El pH es un buen indicador del estado general del producto ya que tiene influencia en múltiples procesos de alteración y estabilidad de los alimentos, así como en la proliferación de microorganismo.

Se puede determinar colorimétricamente mediante los indicadores adecuados, pero, para su mayor exactitud, se ha de recurrir a métodos eléctricos mediante el uso de pH-metros. (20)

1.7.6 DETERMINACIÓN DE ACIDEZ

La determinación de basa en una reacción ácido-base, para lo cual la muestra se coloca en una solución acuosa y se titula con una solución de NaOH N/10 en presencia de indicador fenoltaleína.

1.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

El conocimiento de la microbiología es la base para el manejo adecuado de los productos alimenticios. Así pues, el estudio del número y tipo de microorganismos presentes en un alimento permite: Conocer la fuente de contaminación del producto de examen. Evaluar las condiciones higiénicas de trabajo en las que se procesan o preparan alimentos.

Detectar la posible presencia de flora patógena que causa problemas de salud en el consumidor. Establecer en qué momento se producen fenómenos de alteración en los distintos alimentos, con el propósito de delimitar su periodo de conservación. Y si bien el desarrollo microbiano desenfrenado y sus productos metabólicos indeseables ocasionan problemas al dañar nuestros alimentos, los microorganismos también se usan benéficamente para producir alimentos y bebidas de alto valor gastronómico. (25)

1.8.1 LEVADURAS Y MOHOS

Las levaduras y los mohos crecen más lentamente que las bacterias en los alimentos no ácidos que conservan humedad y por ello pocas veces determinan problemas en tales alimentos. Sin embargo, en los alimentos ácidos y en los de baja de agua, actividad crecen con mayor rapidez que las bacterias, determinando por ello importantes pérdidas por la alteración de frutas frescas y juegos, vegetales, quesos, productos cerelícolas, alimentos salazonados y encurtidos, así como en alimentos congelados y en los

deshidratados, cuyo almacenamiento se realiza en condiciones inadecuadas. Además, existe el peligro de producción de micotoxinas por parte de los mohos. (25)

Las levaduras crecen más rápidamente que los mohos, pero con frecuencia junto a ellos. Mientras que los mohos son casi siempre aerobios estrictos, las levaduras generalmente crecen tanto en presencia como en ausencia de oxígeno, aunque con mayor rapidez y hasta poblaciones más elevadas en presencia de este gas. La fermentación es completamente un proceso anaeróbico. (25)

En los alimentos frescos y en los congelados, pueden encontrarse números reducidos esporas y células vegetativas de levaduras, pero por su presencia en estos alimentos es de escaso significado. Solo cuando el alimento contiene cifras elevadas en presencia de este gas. La fermentación es completamente un proceso anaeróbico.

En los alimentos frescos y en los congelados, pueden encontrarse números reducidos de esporas y células vegetativas de levaduras, pero su presencia en estos alimentos es de escaso significado. Solo cuando el alimento contiene cifras elevadas de levaduras o mohos invisibles, el consumidor se dará cuenta de la alteración. La alteración por levaduras o mohos visibles, el consumidor se dará cuenta de la alteración. La alteración por levaduras no constituye un peligro para la salud. (25)

1.9 EVALUACIÓN SENSORIAL

El análisis sensorial o evaluación sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales a través de los sentidos. Es una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de los alimentos que se perciben por los sentidos de la vista, el oído, el olfato el gusto y el tacto, por lo tanto la evaluación sensorial no se puede realizar mediante aparatos de medida, el “instrumento” utilizado por personas. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que quiere decir sentido. (18)(45)

El análisis sensorial es un auxiliar de suma importancia para el control y mejora de la calidad de los alimentos ya que a diferencia del análisis físico-químico o microbiológico, que se dan una información parcial acerca de alguna de sus propiedades, permite hacerse una idea global del producto de la forma rápida, informando llegando el caso, de un aspecto de importancia capital: su grado de aceptación o rechazo. (26)

1.9.1 PRUEBAS AFECTIVAS Ó HEDÓNICAS

Son aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o rechaza, o si lo prefiere a otro.

Por lo general se realizan con paneles inexpertos o con solamente consumidores. Entre las pruebas efectivas se encuentran las de preferencia, medición del grado de satisfacción y las de aceptación. (18)(45)

Los estudios de naturaleza hedónicas 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 información sobre el grado de aceptación o en qué momento puede producir sensación de cansancio al consumidor. El término hedónico proviene del griego *hedond*, que significa placer, y hacer referencia a la atracción subjetiva del individuo por el producto a evaluar. (18)(45)

1.9.2 PRUEBAS DE MEDICIÓN DEL GRADO DE SATISFACCIÓN

En la tabla No. 4 observamos la escala hedónica de 9 puntos.

TABLA No. 4. ESCALA HEDÓNICA DE 9 PUNTOS.

Calificación	Valor asignado
Me disgusta extremadamente	- 4
Me disgusta mucho	- 3
Me disgusta moderadamente	- 2
Me disgusta levemente	- 1
no me disgusta ni me disgusta	0
Me gusta levemente	+ 1
Me gusta moderadamente	+ 2
Me gusta mucho	+ 3
Me gusta extremadamente	+ 4

En la tabla No. 5 observamos la escala hedónica de 5 puntos para las características organolépticas.

TABLA No. 5. ESCALA HEDÓNICA DE 5 PUNTOS.

Calificación	Valor asignado
Malo	- 2
Regular	- 1
Bueno	0
Muy bueno	+ 1
Excelente	+ 2

1.9.3 ATRIBUTOS SENSORIALES

- Gusto y sabor
- Aroma y olor
- Color y apariencia

1.9.3.1 Gusto y sabor

Se entiende por gusto a la sensación percibida a través del sentido del gusto, localizado principalmente en la lengua y cavidad bucal. Se define cuatro sensaciones básicas: ácido, salado, dulce y amargo.

El resto de las sensaciones gustativas proviene de la mezcla de estas cuatro, en diferentes proporciones.

Se define por sabor como la percepción percibida a través de las determinaciones nerviosas de los sentidos del olfato y gusto principalmente, pero no debe desconocerse la estimulación simultánea de los receptores sensoriales de presión, y los cutáneos de calor, frío y dolor. (18)(45)

1.9.3.2 Aroma y olor

Olor es la sensación producida al estimular el sentido del olfato.

Aroma es la fragancia del alimento que permite la estimulación del sentido del olfato, por eso en el lenguaje común se confunden.(18)(45)

1.9.3.3 Color y apariencia

El color que percibe el ojo depende de la composición espectral de la fuente luminosa, de las características físicas químicas del objeto, la naturaleza de la iluminación base y la sensibilidad espectral del ojo. Todos estos factores determinan el color que se aprecia: longitud de onda, intensidad de luz y grado de pureza.

El sentido de la visión es estimulado por impresiones luminosas o radiantes que pueden provenir de grandes distancias, éstas pasan por los lentes de los ojos y son enfocadas como imágenes de retina.(18)(45)

La visión es de importancia fundamental para la evaluación de aspecto y color.

El color adquiere importancia como índice de madurez y/o deterioro, por lo que constituye un parámetro de calidad.

El consumidor espera un color determinado para cada alimento, cualquier desviación de este color puede producir disminución en la demanda, además es importante para la sensación gustativa y olfativa.

Se puede afirmar que la visión es el primer sentido que interviene en la evaluación de un alimento, captando los atributos que se relacionan con la apariencia: aspecto, tamaño, color forma, defectos.(18)(45)

CAPITULO II

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1 LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se llevó a cabo en

- Laboratorio de Bioquímica y Alimentos de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH
- Laboratorio de Instrumental de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH
- Laboratorio de Química Industrial de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH
- Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH
- Laboratorio del Departamento de Nutrición y Calidad del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias – INIAP – Estación Experimental Sta. Catalina (Quito).

2.2. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

2.2.1 MATERIAL VEGETAL

Pitahaya de pulpa blanca y piel amarilla (*Hylocereus triangularis*) proveniente de la Asociación de Pitajayeros de la Parroquia Sangaycantón Palora, Provincia de Morona Santiago.

2.2.2 MATERIALES

Termómetro	Pinzas para capsula	Bomba de vacío
Soporte universal	Balón de Kjendahl	Espátula de madera
Pinzas universales	Probeta de 50mL y 100mL	Coolers
Mangueras	Embudo de Buchnner	Bandejas de teflón
Reverbero	Crisoles de porcelana	Jeringuillas
Malla metálica	Kitasato	Lana de vidrio
Pinzas para bureta	Crisol de Gooch	Cajas Petri
Bureta de 25 mL y 50 mL	Mortero con pistilo	Asa de platico
Pera de succión	Guantes de manejo	Toalla absorbentes
Trípode	Mascarilla	Envases de plástico y vidrio
Embudo	Mandil calculadora	Algodón
Papel filtro	Cuaderno de apuntes	Filtro de membrana
Pizeta	Cámara fotográfica	Papel aluminio
Espátula	Esferos, lápices y borrador	Fundas trilaminadas
Pipetas volumétricas de 1ml, 5 ml y 10 ml	Vasos de precipitación de 50 mL, 100mL, 250mL, 500mL,	Balones de aforo 10mL, 25mL, 100mL, 250mL, 500mL, y 1000 mL.

2.2.3 EQUIPOS

Balanza	Autoclave	Bomba de vacio
Desecador	Balanza analítica	Computadora
Equipo de Weende	Cabina extractora de gases	DeanStark
Estufa	Centrifuga	Equipo de Kjeldahl
Incubadora	Selladora	HPLC SHIMADZU
Mufla	Digestor de fibra	Batidora
PHmetro	Refrigerador	ViscosímetroSt – digit (L)
LiofilizadorLabconcoLyphLock	Deshidratador	de

12 bandejas a gas

2.2.4 REACTIVOS

Agua destilada	Fenolftaleina	Azul de metileno
Sulfato de Sodio	Ácido Sulfúrico	Solución de Carrez I y II
Óxido de mercurio	Ácido Bórico	Hidróxido de Sodio
Indicador mixto de rojo de metilo y verde bromo cresol	Ácido clorhídrico concentrado	Solución de Fehling Ay B
Agar Saboraud	Sulfato de Cobre	Lentejas de Zinc metálico
Acetona	Alcohol n-amílico	Desinfectante

2.2.5 MEDIOS DE CULTIVO

- Agar Saboraud
- Agua Pentonada

2.3 MÉTODOS

2.3.1 FASE EXPERIMENTAL

2.3.1.1 Análisis físico de la pitahaya fresca, liofilizada y deshidratada en deshidratador de bandejas

- Evaluación sensorial (color, olor y sabor) ORGANOLÉPTICO Y NTE INEN 389 Ver Anexo No. 1.
- Determinación de pH NTE INEN 389 Ver Anexo N° 2
- Determinación de grados BRIX NTE INEN 382 Ver Anexo N° 3
- Determinación de acidez NTE INEN 381 Ver Anexo N° 4

2.3.1.2 Análisis bromatológico de la pitahaya fresca, liofilizada y deshidratada en deshidratador de bandejas

1. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

Principio

Método gravimétrico mediante la desecación en estufa de aire caliente a 105 °C durante 24 horas. (20)

Procedimiento

- Pesar 1-10 g de muestra directamente en cápsula de porcelana previamente tarada, repartir uniformemente en su base.
- Colocar en la estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ por un lapso de 2 a 3 h, hasta peso constante.
- Enfriar en desecador hasta temperatura ambiente y pesar.
- Desecar hasta peso constante
- La determinación debe realizarse por duplicado.(20)

Cálculos

$$\text{SS \%} = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} * 100$$

En donde:

SS= sustancia seca en porcentaje en masa.

W_1 = masa de la cápsula en g

W_2 = masa de la cápsula con la muestrahúmeda en g

W_3 = masa de la cápsula con la muestra después del calentamiento en g

$$\% \text{HUMEDAD} = 100 - \% \text{SS}$$

2. DETERMINACIÓN DE CENIZAS (Técnica NTE INEN 401)

Principio

Se lleva a cabo por medio de la incineración y consiste en quemar la sustancia orgánica de la muestra problema en la mufla en una temperatura de 550 ± 25 °C, con esto la sustancia orgánica se combustiona y se forma el CO₂, agua y la sustancia orgánica, se quedando la parte mineral en forma de residuos, la incineración se lleva a cabo hasta obtener una ceniza de color gris o gris claro.

Procedimiento

- Colocar la capsula en la mufla y calentarle durante 550 ± 25 °C; transferirle al de secador para enfriamiento y pesarla con aproximación al 0,1 mg (W1).
- Pesar la capsula, 10g de muestra con aproximación al 0,1 mg y colocar sobre la fuente calórica a 150 ± 25 °C para la evaporación (W2)
- Colocar la cápsula con el contenido a la mufla e incinerar a 550 ± 25 °C, hasta obtener cenizas blancas las cuales deben humedecerse con gotas de agua destilada.
- Evaporar sobre la fuente calórica y proceder a calcinar nuevamente en la mufla a 550 ± 25 °C por un tiempo de 4 horas como mínimo, hasta obtener cenizas blancas.
- Después de ese tiempo se saca al desecador por 30 minutos.
- Pesar la capsula con su contenido, con aproximación al 0,1mg.(W3)

Cálculos

Porcentaje de cenizas:

$$\%C = \frac{(W3 - W1)}{(W2 - W1)} * 100\%$$

Dónde:

%C = porcentaje de cenizas

W1 = peso de la cápsula vacía

W2 = peso de la cápsula con la muestra húmeda

W3 = peso de la cápsula con cenizas

Cenizas en base seca:

$$\%C. B. S. = \frac{100 * \%C}{\%M. S}$$

Dónde:

% C.B.S. = % cenizas en base seca.

%C = % Ceniza

%M.S. % Materia Seca

3. DETERMINACIÓN DE FIBRA (Método de fibra Weende)

Principio

Fibra cruda es la pérdida de masa que corresponde a la incineración del residuo orgánico que queda después de la digestión con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio en condiciones específicas.

Se basa en la sucesiva separación de minerales, proteína, grasa y sustancia extraída libre de nitrógeno, la separación de estas sustancias se logra mediante con una solución débil de ácido sulfúrico y álcalis, agua caliente y acetona. El ácido sulfúrico hidroliza a los carbohidratos insolubles (almidón y parte de la hemicelulosa), los álcalis transforman en estado soluble a las sustancias albuminosas, separan las grasas, disuelven parte de la hemicelulosa y lignina, el éter o acetona extraen las resinas, colorantes, residuos de grasa y eliminan el agua; los minerales que no se solubilizaron ni en ácido ni en álcali, quedan

como constituyentes de la ceniza obtenida del residuo seco insoluble en ácido y en álcali. Por diferencia estos dos últimos parámetros se obtienen fibra bruta.

Procedimiento

- Pesar un gramo de la muestra desengrasada (W3).
- En la muestra evaporada poner 20 ml de H₂SO₄, 0,13 M
- Agitar constantemente durante 45 minutos
- Muestra digestada en medio ácido, lavar con agua a 100 °C tres veces.
- Colocar 20 ml de KOH 0,23 M y realizar agitación constante ebullición a 45 minutos.
- La muestra digestada en medio básico lavar con agua con agua a 100°C tres veces prensar, desengrasar y evaporar.
- Secar en la estufa a 105 °C durante 12 horas.
- Enfriar en el desecador 30 minutos y pesar (W1).
- Incinerar en la mufla a 550 °C por 3 horas
- Enfriar en el desecador y pesar (W2).

Cálculos

$$\% \text{ F. C.} = \frac{W_1 - W_2}{W_3} * 100$$

% F.C.= % de fibra cruda

W₁ = crisol con muestra digerida

W₂ = del crisol con cenizas

W₃ = de la muestra

$$\% \text{ F. C. B. S.} = \frac{100 \times \% \text{ Fc.}}{\% \text{ de la M. S.}} * 100$$

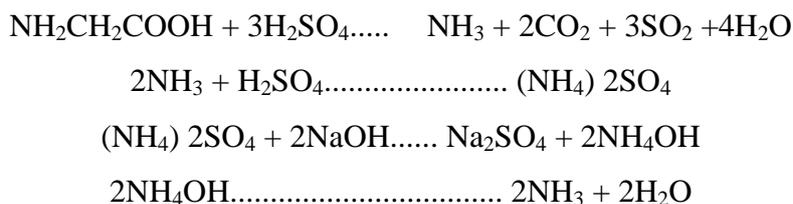
Donde

% F.C. Base Seca = % F.C. B. S

4. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA (Método de MACRO KJELDAHL)

Principio

El método se basa en la destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado y calor, los hidratos de carbono y las grasas se destruyen hasta formar anhídrido carbónico y agua, La proteína se descompone con el ácido formando sulfato de amonio que en exceso de hidróxido de sodio libera amoníaco, el que se destila recibiendo en ácido bórico formándose borato de amonio el que se valora con ácido clorhídrico 0,1 N en presencia de verde de bromo cresol. (20)



Etapa de digestión

- Introduzca la muestra de 1 g con el papel en los balones de Kjeldahl de 800ml.
- Añada en cada balón aproximadamente 9g de sulfato de sodio, 1g de sulfato de cobre y agregue 25ml. de H₂SO₄ concentrado.
- Coloque los balones en los digestores del equipo Kjeldahl, prenda el extractor de vapores y luego los calentadores individuales del equipo.
- Deje que se digiera la muestra hasta que tome un color verde esmeralda, esto conseguimos en aproximadamente 1 1/2 horas.

Etapa de destilación

- Coloque en los matraces Erlenmeyer de 500ml. 100ml. de H₃BO₃ al 2.5%.

- Traslade los matraces Erlenmeyer con el H_3BO_3 al 2.5% al equipo de destilación e introduzca los tubos de vidrio del equipo en los Erlenmeyer, teniendo cuidado que los tubos queden en contacto con el ácido bórico.
- Una vez enfriados los balones Kjeldahl con las muestras digeridas, añada a cada balón 200ml. de agua destilada. DESPACIO, y con CUIDADO debido a que se da una reacción exotérmica (producción de calor y vapores).
- Agregue a cada balón 3 pepitas de zinc granulado.
- Procedemos a añadir muy cerca del equipo Kjeldahl 100ml. de NaOH al 50% en cada balón.
- Colocamos inmediatamente y sin agitar el balón de Kjeldahl a cada tapón de hule del equipo de destilación del aparato Kjeldahl, agitamos el balón para la homogeneización de las sustancias producto de la reacción.
- Prendemos los reverberos del equipo de destilación del aparato de determinación de proteínas y regulamos la temperatura hasta que cada matraz Erlenmeyer con H_3BO_3 al 2.5% se hayan recolectado de 250 a 300ml. del destilado.
- Una vez recolectado los 250 a 300ml. del destilado, sacamos los matraces Erlenmeyer y ponemos de 2 a 3 gotas de indicador.(20)

Etapa de la titulación

- Armamos el equipo de titulación que consiste en el soporte universal con los portaburetas, el agitador magnético y la barra de agitación.
- Ponemos en la bureta, ácido clorhídrico 0.1N
- Colocamos dentro del matraz Erlenmeyer con el destilado la barra de agitación y ponemos el Erlenmeyer con el destilado y la barra de agitación encima del agitador magnético.
- Realizamos la titulación hasta el aparecimiento de un color rosa pálido.
- registramos la cantidad de H_2SO_4 0.3N gastados en la titulación.

Cálculos

Porcentaje de proteína

$$\%P = \frac{NHCL * 0,014 * 100 * 6.25 * mLHCL}{W1 - W2}$$

Dónde:

%PB= % Proteína Bruta

W 1 = Peso del papel solo

W2 = Peso del papel más muestra

0.014 = Constante

6.25 = Constante

mLHCL = mL de Ácido Clorhídrico utilizados al titular.

Proteína en Base Seca:

$$\%P.B.S = \frac{100 * \%PB}{\%M.S.}$$

Dónde:

%PB= % Proteína en Base Seca

%PB= % Proteína Bruta

%M.S.= % Materia Seca

5. DETERMINACIÓN DE AZÚCARES (MÉTODO DE FEHLING)

Principio

Los azúcares que tienen en su estructura grupos aldehídos o cetónicos libres reaccionan como agentes reductores libres y se llaman azúcares reductores. Estos incluyen a todos los monosacáridos como la maltosa, lactosa y celobiosa. Los disacáridos como la sacarosa y la rafinosa, así como los otros oligosacáridos están formados por azúcares simples unidos a través de grupos aldehídos o cetónicos y por tanto son carbohidratos no reductores (hasta que lo son hidrolizados en azúcares reductores que los forman). Estas

propiedades se usan para cuantificar por la medición del Cu (I) al Cu (II). El licor de Fehling consiste en el tartrato cúprico alcalino y se convierte en óxido cuproso insoluble al calentarse a ebullición con una solución de azúcares reductor.(20)

AZÚCARES TOTALES

Procedimiento

- Pesar 5 g de muestra previamente preparada (desmuestra).
- Colocar en balón volumétrico de 250 mL y añadir 100 mL de agua destilada.
- Adicionar 5mL de HClconc.
- Calentar a reflujo 20 minutos.
- Neutralizar con NaOH al 50% hasta pH 7.
- Aforar a 250mL con agua destilada
- Filtrar y colocar el filtrado en una bureta de 50mL.
- En un erlenmeyer de 250 mL colocar 5 mL de sol. de Fehling A y 5 mL de sol. de Fehling B, mezclar y añadir 40 mL de agua destilada, núcleos de ebullición y colocar en una fuente calorífica y calentar hasta ebullición.
- En este momento y controlando el tiempo con un cronómetro empezar a añadir lentamente cada 2 segundos y en pequeña cantidad de 0,5 mL la solución problema desde la bureta, sin dejar de hervir.
- A 1 minuto y 55 segundos de ebullición adicionar 3 gotas de sol. indicadora de azul de metileno al 1% y continuar la titulación a ritmo de 0,1 mL por segundo hasta color rojo brillante.
- Repetir la titulación adicionando de una sola vez el volumen gastado inicialmente en la titulación anterior, menos 0,5mL.
- Titular a ritmo de 0,5mL cada 10 segundos.(20)

Cálculos

EL % de azúcares totales se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$\%AT = (A \times a \times 100) / (W \times V)$$

En donde:

%AT = porcentaje de azúcares totales

A = aforo de la muestra

a = Título de Fehling

W = peso de muestra en g

V = volumen de la solución problema gastado en la titulación

NOTA: Se puede obviar el indicador para apreciar mejor el punto final de titulación.

AZÚCARES REDUCTORES

Procedimiento

- Pesar 5 g de muestra previamente preparada (desmuestra), en caso de muestras que al realizar su desmuestra desprendan líquidos o grasa es mejor pesar 5g de muestra (porción comestible) tal cual y luego realizar el desmuestra y trasvasar cuantitativamente con ayuda de agua destilada o el solvente indicado para la extracción del analito que se quiere dosificar a un balón volumétrico de 250 mL y añadir 100 mL de agua destilada.
- Adicionar 15 mL de solución de Carrez I y 15 mL de solución de Carrez II, agitando después de cada adición.
- Aforar a 250 mL con agua destilada y filtrar por filtro de pliegues.
- El filtrado colocar en una bureta de 50 mL
- En un erlenmeyer de 250 mL colocar 5 mL de sol. de Fehling A y 5 mL de sol. de Fehling B.
- Mezclar y añadir 40 mL de agua destilada, núcleos de ebullición y colocar en una fuente calorífica y calentar hasta ebullición.
- En este momento y controlando el tiempo con un cronómetro empezar a añadir lentamente cada 2 segundos y en pequeña cantidad de 0,5 mL la solución problema desde la bureta, sin dejar de hervir.

- A 1 minuto y 55 segundos de ebullición adicionar 3 gotas de solución indicadora de azul de metileno al 1% y continuar la titulación a ritmo de 0,1 mL por segundo hasta color rojo brillante.
- Repetir la titulación adicionando de una sola vez el volumen gastado inicialmente en la titulación anterior, menos 0,5mL.
- Titular a ritmo de 0,5mL cada 10 segundos.(20)

Cálculos

EL % de azúcares reductores se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$\%AR = (A \times a \times 100) / (W \times V)$$

En donde:

%AR = porcentaje de azúcares reductores

A = aforo de la muestra

a = Título de Fehling (10 cm³ de solución de Fehling es igual a 0,05 g de glucosa)

W = peso de muestra en g

V = volumen de la solución problema gastado en la titulación

AZUCARES NO REDUCTORES

Procedimiento

Se saca por cálculo, previa determinación experimental de los azúcares reductores y totales, con la siguiente fórmula

$$\%AT = \%AR + \%ANR$$

$$\%ANR \text{ (SACAROSA)} = \%AT - \%AR$$

%ANR= azúcares no reductores

2.3.1.3 Análisis del valor nutracéutico de la pitahaya fresca, liofilizada y deshidratada en bandejas.

1. DETERMINACIÓN DE VITAMINA C

Para este ensayo se utilizó el método: Cromatografía líquido de alta resolución (HPLC).

Principio

Consiste en una cromatografía de participación en fase reversa, fase móvil polar con la detección en el campo ultravioleta a una longitud de onda de 254 nm.

Condiciones: 5 µm 120 A°(4.6 *150 mm)

Columna DIONEX C18

Flujo 1mL/min

Detector UV/visible

Fase móvil H₃PO₄0.05 M

Preparación del estándar de Vitamina C

- Pesar exactamente 0.0025 g de Ácido ascórbico estándar.
- Aforar a 50mL con ácido fosfórico 0.05M grado HPLC (Solución Estándar de Vitamina C 50 ppm).
- Tomar una alícuota de 1mL y aforar a 10mL (solución de trabajo de 5 ppm)
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membranas.
- Colocar en vial de vidrio para su inyección.

Extracción del principio activo de la pitahaya fresca

- Pesar exactamente posible 0.5 g de la muestra.
- Aforar a 10mL con ácido fosfórico 0.05 M grado HPLC
- Colocar por 10 minutos en el ultrasonido.
- Filtrar mediante papel filtro.
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membranas.
- Colocar en vial de vidrio para su inyección.

Extracción del principio activo de la pitahaya liofilizada

- Pesar exactamente posible 0.5 g de la muestra.
- Aforar a 10mL con ácido fosfórico 0.05 M grado HPLC
- Colocar por 10 minutos en el ultrasonido.
- Filtrar mediante papel filtro.
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membranas.
- Colocar en vial de vidrio para su inyección.

Extracción del principio activo de la pitahaya deshidratada en bandejas

- Pesar exactamente posible 0.5 g de la muestra.
- Aforar a 10mL con ácido fosfórico 0.05 M grado HPLC
- Colocar por 10 minutos en el ultrasonido.
- Filtrar mediante papel filtro.
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membranas.
- Colocar en vial de vidrio para su inyección.

Cuantificación de Vitamina C

$$CM \frac{mg}{100g} = \frac{A.M * C.St * V.A}{A.St * M * 10}$$

Dónde:

A.M = Área de la Muestra

A.E = Área del Estándar

C.E = Concentración del Estándar

V A = Volumen aforado de la muestra (ml)

M= Peso de la muestra (gramos)

CM = Concentración de Vitamina C en la muestra

2.1.3.4 Análisis microbiológico de la pitahaya fresca y deshidratada en deshidratador de bandejas

1. DETERMINACIÓN DE HONGOS (MOHOS Y LEVADURAS)

Para este ensayo se utilizó la NTE INEN 1529-10. Ver anexo 5

2.1.3.5 Tratamiento de la muestra para determinar la aceptabilidad del jugo

Para la obtención del jugo de la pitahaya se rehidrató de la siguiente manera pesando una muestra de 100 g de cada muestra como es la liofilizada y deshidratada en bandejas, colocando en 100 ml de agua a 20 °C, agitando con un revólver de la espátula de batidora a 400 rpm en un minuto. (19)

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 DESHIDRATACIÓN POR LIOFILIZACIÓN

En el proceso de liofilización se empleó un Liofilizador Labconco LyphLock 12 con capacidad de 12 litros, y un peso de 24 Kg. Una vez que se lavaron las pitahayas, se la secó procediendo a retirar la cáscara, para obtener la pulpa y congelar, teniendo apto para proceder a liofilizar a $-44\text{ }^{\circ}\text{C}$ y una presión de $539 \times 10^{-3}\text{ Mbar}$ en un tiempo de 66 horas teniendo en este tiempo un peso constante.

Los resultados de la liofilización se representan en el siguiente cuadro No.1 y gráfico No. 1, de los mismos que se observa que existe una pérdida en un inicio una pérdida lenta de humedad para luego provocar un descenso bastante pronunciado del descenso hasta los 60 horas a partir de los 60 horas comienza como a estabilizarse logrando tener variaciones mínimas de peso a las 66 horas considerando este valor el tiempo adecuado fin de la liofilización.

CUADRO No. 1. RESULTADOS DEL TIEMPO DE PROCESO DE LIOFILIZACIÓN DE LA PITAHAYA A TEMPERATURA DE $-44\text{ }^{\circ}\text{C}$ Y UNA PRESIÓN $\times 10^{-3}\text{ Mbar}$

t (h)	P (g)
0	100,881
12	96,747
24	84,5346
48	75,8823
58	50,728
60	23,048
66	17,891
67	17,81

Dónde:

P (g) = peso de pitahaya en gramos

t(h)= tiempo en horas

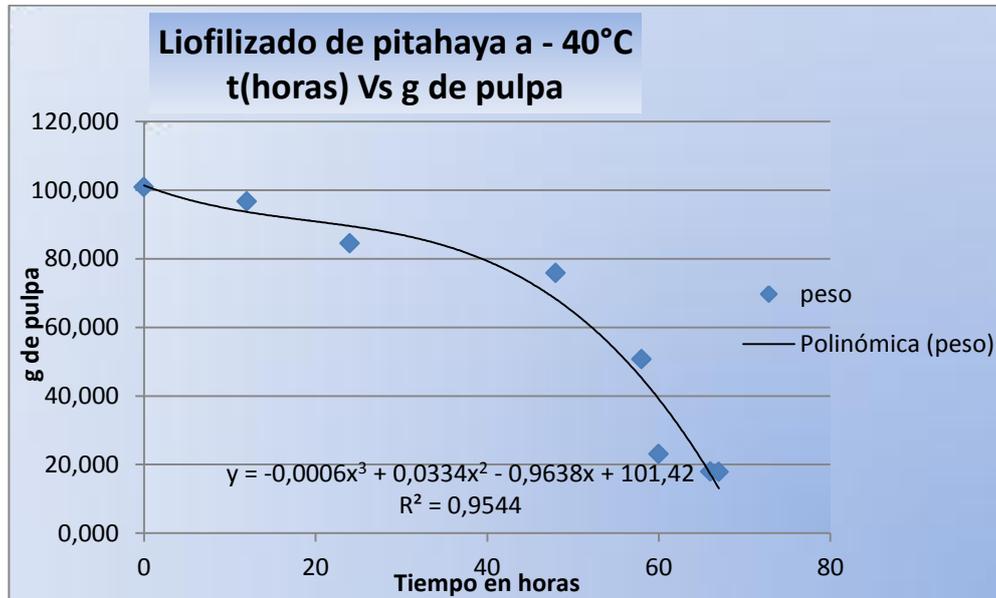


GRÁFICO N° 1. CURVA DE LIOFILIZACIÓN DE LA PITAHAYA A TEMPERATURA DE -44 °C Y UNA PRESIÓN 539×10^{-3} Mbar.

3.2 DESHIDRATACIÓN DE LA PITAHAYA EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS

En el proceso de deshidratación se empleó un deshidratador de bandejas con capacidad de 10 litros, y un peso de 22Kg. Una vez que se lavaron las pitahayas, se la secó y se les retiró la cáscara con brácteas, fueron colocados en las bandejas de teflón, sobre las bandejas con orificio y para el efecto se sometieron a temperaturas de 55 a 60 °C, para luego ser controlado el peso en intervalos de tiempo de 30 minutos, respectivamente hasta obtener peso constante, esta temperatura 55 a 60 °C se obtuvo mediante ensayos preliminares a una temperatura de 50 °C se tardaba demasiado y a una temperatura de 70 °C había la producción de caramelización teniendo así alteraciones en el color, sabor y olor desagradables.

Los resultados de la deshidratación se representan en el siguiente cuadro No.2 y gráfico No. 2, la pulpa tiene una pérdida continua hasta alcanzar los 240 minutos posterior a este

la pérdida de peso son perceptibles o las variaciones son mínimas. Lográndose establecer en los 300 minutos considerando el punto final de deshidratación ya que no existe variación de peso.

Cuadro No. 2. RESULTADOS DEL TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA PITAHAYA A TEMPERATURA DE 55 °C A 60°C.

t (min)	P (g)
30	471,5
60	430,8
90	395,3
120	355,9
150	333
180	322,8
210	310,1
240	288,1
270	288,1
300	285,6
330	285,6

Dónde:

P = peso de pitahaya en gramos

t = tiempo en minutos

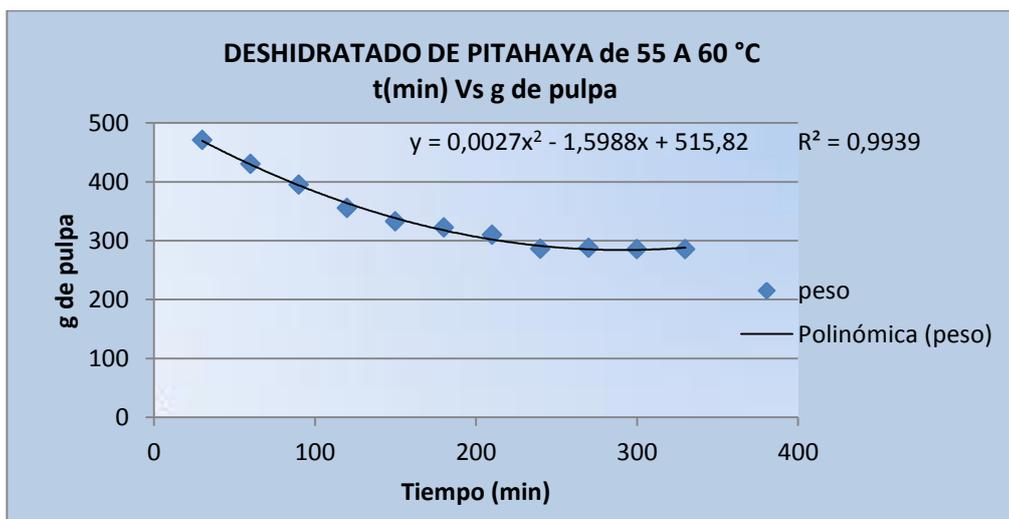


GRÁFICO No. 2. CURVA DE SECADO DE LA PITAHAYA DE 55 A 60 °C.

Para la temperatura de 55 a 60 °C como se observa en el Cuadro N° 2 que en un tiempo de 30 minutos es decir de 0,5 horas el peso de la pitahaya tiene variación, comienza a perder humedad.

3.3 EVALUACIÓN SENSORIAL

Para la evaluación sensorial se utilizó los órganos de los sentidos como son: vista, olfato, gusto, para medir las reacciones que produce la pitahaya, permitiendo un control tanto en el producto inicial como en el final.

Los resultados el análisis sensorial se observan en el Cuadro No.3 de los datos los parámetros se aprecia que los productos conservan sus características iniciales a excepción del producto de deshidratador de bandejas que sufrió un ligero pardeamiento enzimático concordante con lo manifestado por Yúfera P. (1979) respecto a la reacción de Maillard manifiesta que es un sistema de reacciones, de las que solo se conoce una parte y que, finalmente, dando lugar a polímeros de color pardo más o menos oscuro, denominados melanoidinas, tanto para la pitahaya fresca y liofilizada, son iguales a la percepción de los sentidos, es decir conserva sus características sensoriales.

CUADRO No. 3. RESULTADO DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA PITAHAYA FRESCA, LIOFILIZADA Y DESHIDRATADOR EN DESECADOR DE BANDEJAS.

PARÁMETROS	PITAHAYA FRESCA	LIOFILIZADA	DESHIDRATADOR EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS
Color	Pulpa blanca con semillas negras	Blanca con semillas negras	Blanca cremosa con semillas negras
Olor	Frutal	Frutal	Frutal
Sabor	Dulce	Dulce	Dulce

3.4 CONTENIDO DE VITAMINA C

Obtenida la pitahaya liofilizada, deshidratada en deshidratador de bandejas y la fresca se procedió al análisis bromatológico y contenido de vitamina C.

Determinándose que el contenido de Vitamina C como podemos observar en el cuadro No. 4 en base seca es de 11.15 mg/100g en pitahaya fresco, 3.71 mg/100g pitahaya liofilizada y 2.49 mg/100g pitahaya deshidratada en deshidratador de bandejas, según Torres (2007), se encuentra que existe 25mg de vitamina C/100 g de parte comestible, los resultados obtenidos de nuestros productos es inferior a los encontrados por el autor referido lo que indica que existe una pérdida en el contenido de la vitamina C en las tres muestras estudiadas, la pérdida en productos deshidratados según Badui D. (1995) se da por la inactivación de la ácido ascórbico oxidasa esta enzima actúa en productos frescos que no han sido sujetos a tratamientos térmicos que la desnaturalicen, y su acción provoca la transformación de la vitamina C en ácido deshidroascórbico mediante el consumo de $\frac{1}{2}$ O₂, y también existe una pérdida. Aunque se citan muchas excepciones, en general las proporciones más elevadas de Vitamina C se encuentran en frutos antes de la maduración completa, y luego disminuye, muy lentamente, en la sobremaduración, según Yufera P. (2007)

Mientras que en la pitahaya deshidratada en deshidratador de bandejas según el autor Yufera P. (2007), provoca pérdidas por el calor y que la vitamina C es termolábil y liofilizada debe ser por el tiempo largo de exposición en el congelador, siendo también por el proceso de obtención de pulpa, tal como se observa en el cuadro No. 4.

CUADRO No.4. CONTENIDO DE VITAMINA C EN MUESTRAS ESTUDIADAS.

PITAHAYA	VITAMINA C (mg/100g)	
	Base Seca	% Pérdidas
Fresco	11.15	
Liofilizado	3.71	66.70
Deshidratado en deshidratador de bandejas	2.49	77,66

3.5 ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DE LA PITAHAYA FRESCA, LIOFILIZADO Y DESHIDRATADA EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS

Todas las determinaciones tanto físicas como químicas se realizaron tanto en la pitahaya fresca, liofilizada y deshidratada en deshidratador de bandejas; cuyos valores se encuentran expresados en peso seco excepto la humedad.

CUADRO No. 5. CONTENIDO NUTRICIONAL PROMEDIO DE LAS MUESTRAS ESTUDIADAS.

PARAMETROS	PITAHAYA FRESCA	PITAHAYA LIOFILIZADO A - 44 °C	PITAYAHA DESHIDRATADA DE 55 A 60 °C
HUMEDAD (%)	80.62	6.69	3.83
CENIZAS (%)	1.522	1.55	1.75
AZUCARES TOTALES	22.3	19.82	20.51
AZUCARES REDUCTORES (%)	29.3	29.2	20.31
FIBRA (%)	5.25	6.87	5.62
GRASA (%)	0,53	0,29	0.46
PROTEINA (%)	9.15	6.21	8.15
pH	4.65	6.31	6.10
ACIDEZ	5.72	1.24	1.10

3.5.1 VALOR DE pH

Como se aprecia en el gráfico N° 3 se determinó un promedio de pH de 4.65 en la pitahaya fresca, 6.31 en la liofilizada y 6.10 en el deshidratado, la diferencia es concordante con los deshidratados ya que el uno está en su estado natural y los dos ya fueron sometidos a la liofilización y deshidratación, en donde el pH en productos deshidratados se aproximan a la neutralidad debido a que existe una concentración de los

solutos que originaría a que se produzca un cierto taponamiento con las sales que existe en el medio.

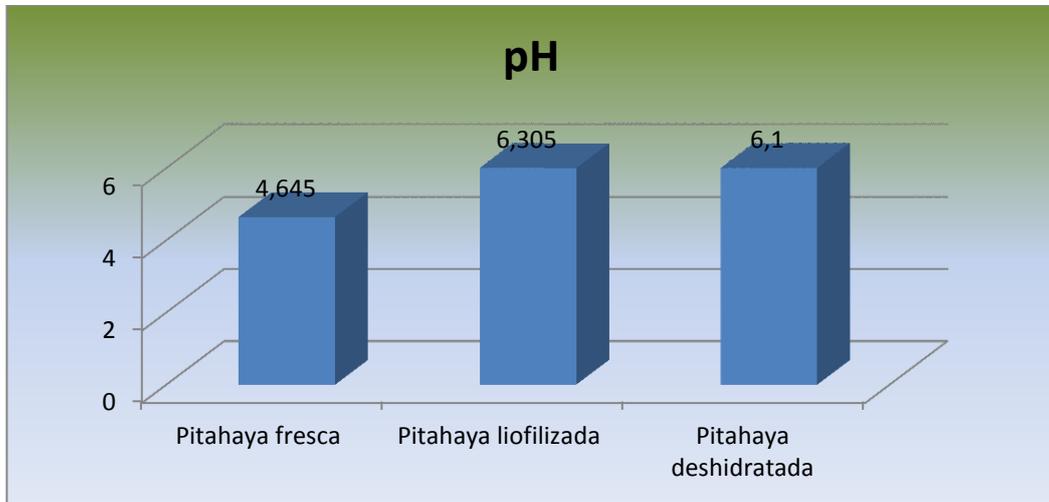


GRÁFICO No.3.RELACIÓN DEL CONTENIDO DE pH EN LA PITAHAYA FRESCA, LIOFILIZADA Y DESHIDRATADA EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS DE 55 A 60 °C.

3.5.2CONTENIDO DE ACIDEZ

Como se aprecia en el Gráfico No. 4 se determinó un promedio de acidez de 0.111% en la pitahaya fresca, 1.027% en la pitahaya liofilizada y 1.152% en el deshidratado, en el gráfico N° 5 se encuentran los valores promedios de acidez referidos a base seca siendo: 5.72% en la pitahaya fresca, 1.23% en la pitahaya liofilizada y 1.066% en el deshidratado. Las diferencias de los contenidos puede deberse posiblemente a la volatilización de ciertos compuestos orgánicos por el efecto del calentamiento utilizado.

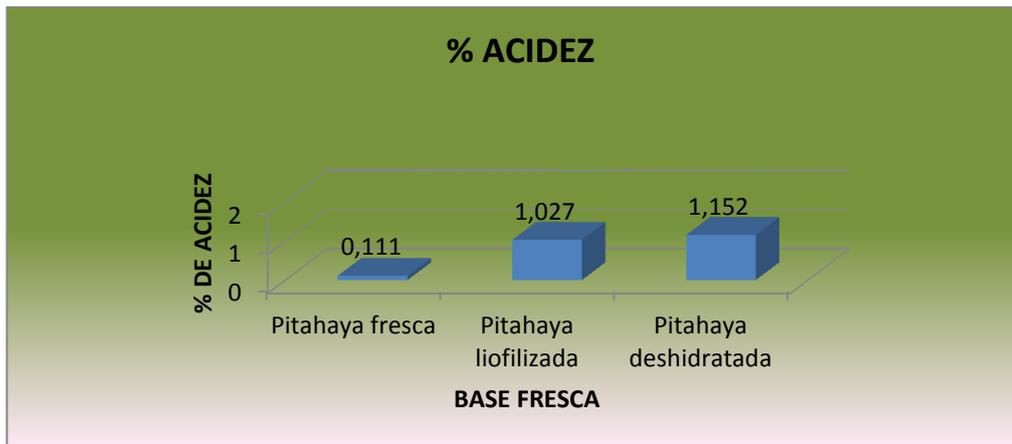


GRÁFICO No. 4. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE % ACIDEZ EN LA PITAHAYA FRESCA, LIOFILIZADA Y DESHIDRATADA EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS DE 55 A 60 °C EN BASE FRESCA.

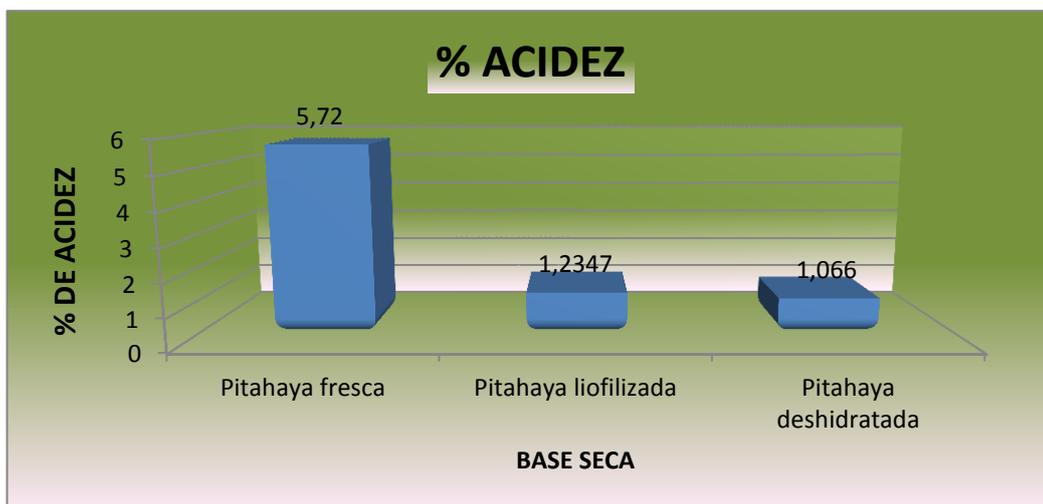


GRÁFICO No. 5. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE % ACIDEZ EN LA PITAHAYA FRESCA, LIOFILIZADA Y DESHIDRATADA EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS DE 55 A 60 °C BASE SECA.

3.5.3 CONTENIDO DE LA HUMEDAD

Como se aprecia en el Gráfico No. 6 se determinó un promedio de humedad de 80.62% en la pitahaya fresca, 6.69% en la pitahaya liofilizada y 3.83% en el deshidratado, la diferencia es concordante ya que el uno está en estado natural y el otro ya fue sometido a la deshidratación, donde ya no cuenta con un elevado porcentaje de agua libre.

Según el autor Badui D. (1995) la relación de concentraciones entre el agua “libre” y “la ligada” se incrementa la medida en que el producto contiene más agua, mientras que en los deshidratados, dicha relación se reduce considerablemente.

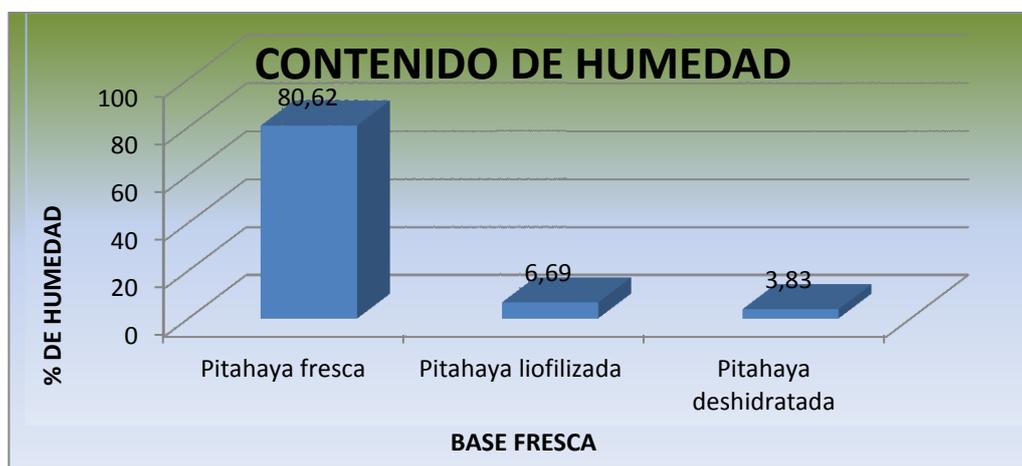


GRAFICO No. 6. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN PITAHAJA FRESCA, LIOFILIZADO Y DESHIDRATADA EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS DE 55 A 60°C.

3.5.4CONTENIDO DE CENIZAS

Los resultados obtenidos para el contenido promedio de cenizas, se aprecia en el Grafico N° 7, encontrándose que el porcentaje promedio de cenizas es menor en la pitahaya fresca (0.322%), que en la liofilizada (1.42%) y en la deshidratada en deshidratador de bandejas (1.69%), en el Gráfico N° 8 expresado en base seca el porcentaje de cenizas en la pitahaya fresca es de 1.64%, en la liofilizada es de 1.53% y en el deshidratado es de 1.75%.

Los contenidos en base seca de porcentajes de ceniza se aprecia están muy próxima entre sí, las pequeñas variaciones pueden deberse a errores de métodos analíticos, existe una referencia Torres (2007), en caso de la fruta fresca de pitahaya 2,73 g/100g de parte comestible de ceniza en base seca los valores obtenidos en nuestras muestras son ligeramente inferiores.

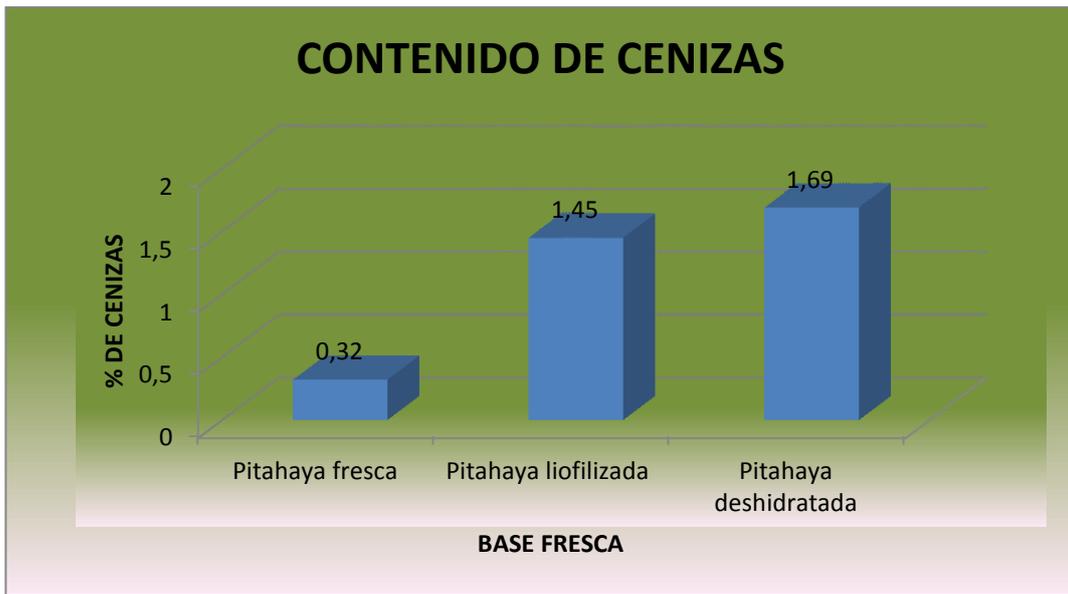


GRÁFICO No. 7. RELACIÓN DE CONTENIDO DE CENIZAS EN LA PITAHAYA EN FRESCA, LIOFILIZADO Y DESHIDRATADA EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS DE 55 A 60°C. EN BASE FRESCA.

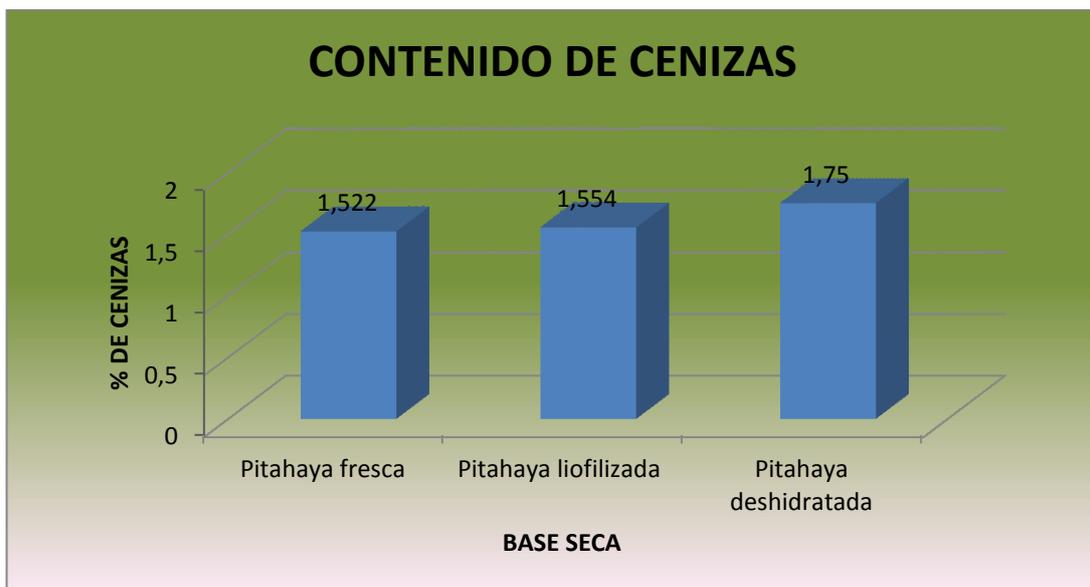


GRÁFICO No. 8. RELACIÓN DE CONTENIDO DE CENIZAS EN LA PITAHAYA EN FRESCA, LIOFILIZADO Y DESHIDRATADA EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS DE 55 A 60°C. EN BASE SECA

3.5.5 CONTENIDO DE FIBRA

De los resultados obtenidos para el contenido de fibra, se aprecia en el Grafico N° 9, encontrándose que el porcentaje promedio de la misma es mayor en la liofilizado con

6,40%, seguida de la deshidratada en deshidratador de bandejas con 5,41% que en la fresco siendo así,2.52%; en el Gráfico N° 10 se representa los contenidos en base seca, el porcentaje de fibra en la pitahaya fresca es de, 11.83% del liofilizado 6.87% y del deshidratado es de 5.62%, valores que son superiores al encontrado por Torres (2007), 2.01 g/ 100 g de la parte comestible, la diferencia puede deberse a que se utilizó para nuestro estudio la parte comestible con las semillas.

Aplicando el test Anova a los contenidos de fibra referidos a base seca referente al (Cuadro No. 6), se encuentra que no hay diferencia significativa al 95% de confiabilidad entre las muestras de pitahaya liofilizado, deshidratado y el fresca, ya que el valor de F calculado (1.6) es inferior al valor de F crítico (9.6).

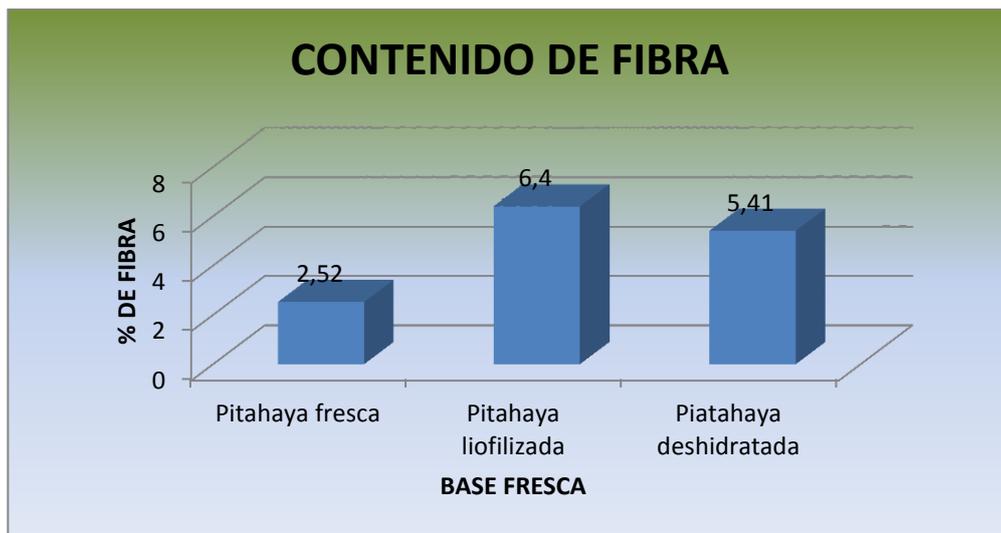


GRÁFICO No. 9. RELACIÓN DE CONTENIDO DE FIBRA EN PITAHAYA FRESCA, LIOFILIZADO Y DESHIDRATADA EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS DE 55 A 60°C. EN BASE FRESCA.

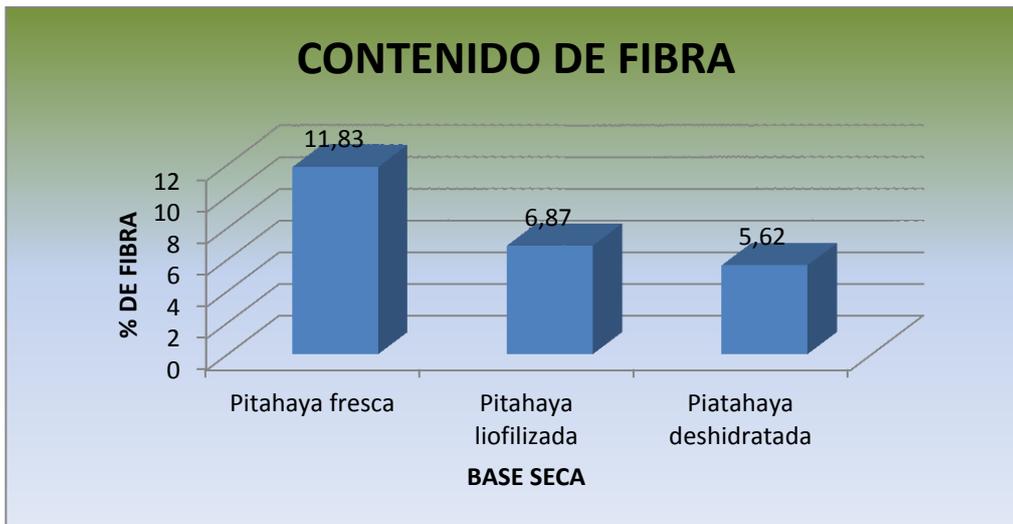


GRÁFICO No. 10. RELACIÓN DE CONTENIDO DE FIBRA EN PITAHAYA FRESCA, LIOFILIZADO Y DESHIDRATADA EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS DE 55 A 60°C. EN BASE SECA.

3.5.6CONTENIDO DE PROTEÍNA

De los resultados obtenidos para el contenido de proteína, se aprecia en el Gráfico N° 11, encontrándose que el porcentaje promedio de la misma en la pitahaya fresca es de 1,78%, en el liofilizado 5,80%, y en el deshidratado es de 7,85%; en el Gráfico N° 12, se representa los contenidos en base seca, el porcentaje de proteína en la pitahaya fresca es de 9,15%, en el liofilizado es de 6,21%, y en la pitahaya deshidratada en deshidratador es de 8,15%, valores que son superiores al encontrado por Torres (2007), 2.73 g/ 100 g de la parte comestible, la diferencia puede deberse a que se utilizó para nuestro estudio la parte comestible con las semillas la misma que aportan componentes de Nitrógeno.

Aplicando Anova y Tukey a los contenidos de proteínas referidos a base seca referente al (Cuadro No. 7 y Cuadro No. 8), encontrados al 95% de confianza existe diferencia significativa entre producto liofilizado con el deshidratado y fresco; no hay diferencia entre el deshidratado y fresco.

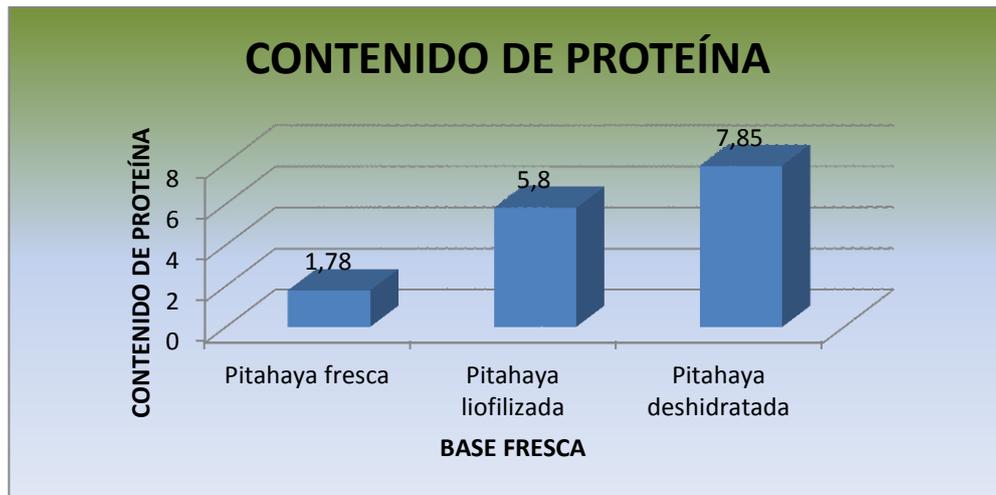


GRÁFICO No. 11. RELACIÓN DE CONTENIDO DE PROTEÍNA EN PITAHAYA FRESCA, LIOFILIZADO Y DESHIDRATADA EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS DE 55 A 60°C EN BASE FRESCA.

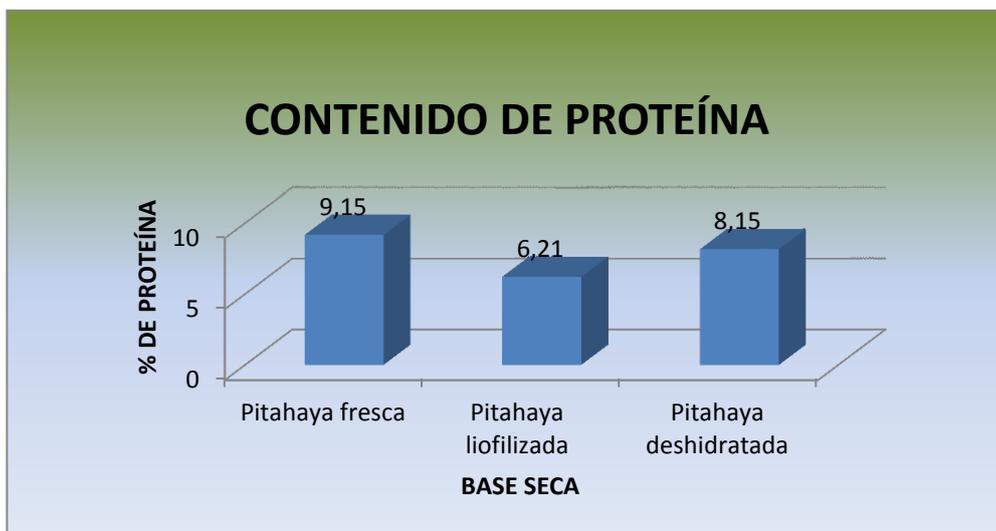


GRÁFICO No. 12. RELACIÓN DE CONTENIDO DE PROTEÍNA EN PITAHAYA FRESCA, LIOFILIZADO Y DESHIDRATADA EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS DE 55 A 60°C. EN BASE SECA.

3.5.7CONTENIDO DE AZUCARES TOTALES Y REDUCTORES

Los contenidos de azúcares totales se representan en el Grafico N° 13, siendo los porcentajes los siguientes:20% en el deshidratado, en el liofilizado es de 18.5% y en el fresco es de 21%.

Aplicando el test Anova a los contenidos de Azúcares totales referidos a base seca referente al Cuadro No.9, se encuentra que no hay diferencia significativa al 95% de

confiabilidad entre las muestras de pitahaya liofilizado, deshidratado y el fresca, ya que el valor de F calculado (2.3) es inferior al valor de F crítico (9.95).

Los contenidos de azúcares reductores se representan en el Grafico N° 14, siendo los porcentajes son los siguientes: en la pitahaya fresca es de 5.76%, en el liofilizado es de 27.24% y en el deshidratado es de 19.56%. En base seca en fruta fresca es de 29.73%, en el liofilizado es de 29.20% y en el deshidratado es de 20.31%.

Aplicando Anova y Tukey a los contenidos de Azúcares reductores referidos a base seca referentes al cuadro N° 10 y cuadro N°11, encontrados al 95% de confianza existe diferencia significativa entre producto deshidratado con liofilizado y fresco; no hay diferencia entre el liofilizado y fresco.

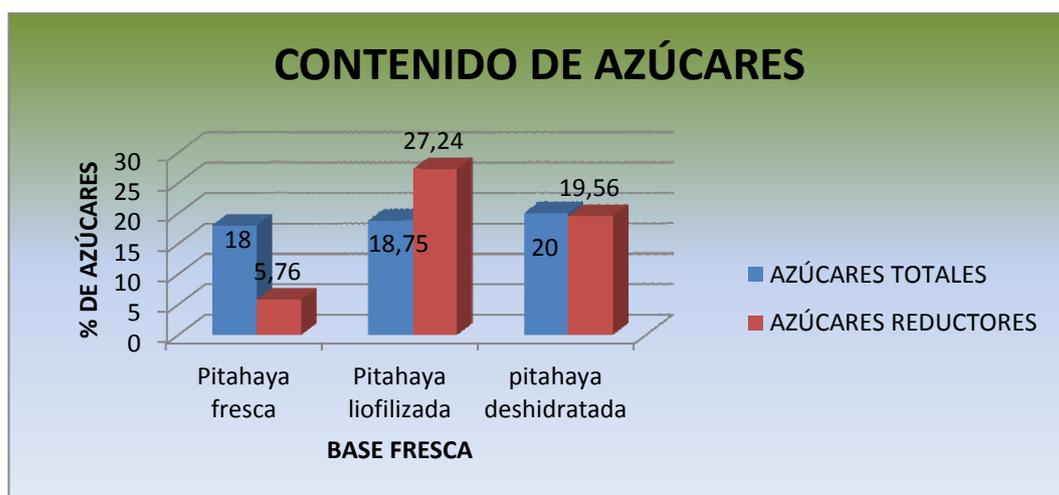


GRÁFICO No. 13. RELACION DE AZUCARES EN PITAHAYA FRESCA, LIOFILIZADO Y DESHIDRATADA EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS DE 55 A 60°C. EN BASE FRESCA.

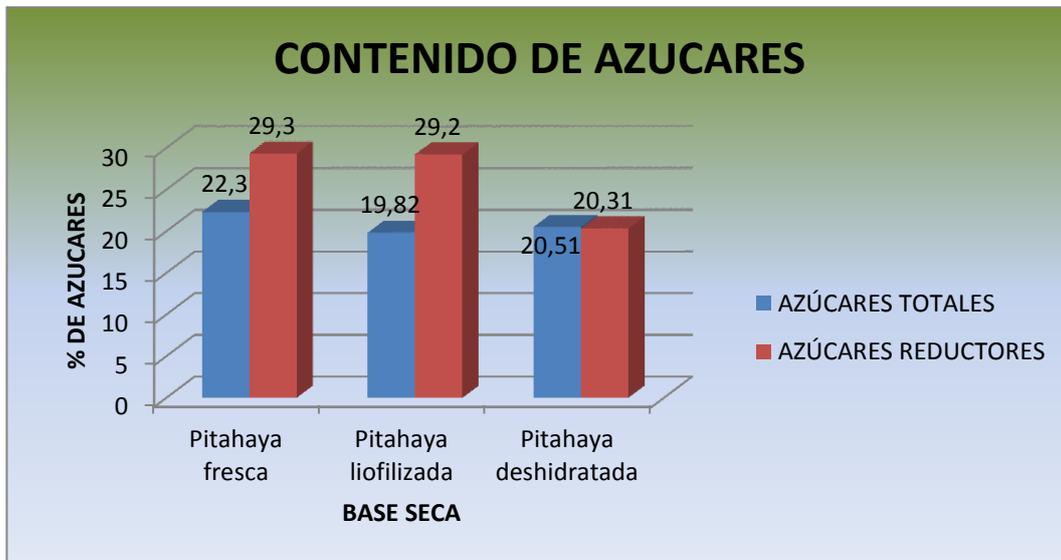


GRÁFICO No. 14. RELACIÓN DE CONTENIDO DE AZUCARES EN PITAHAYA FRESCA, LIOFILIZADO Y DESHIDRATADA EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS DE 55 A 60°C. EN BASE SECA.

3.5.8CONTENIDO DE GRASA

Los contenidos de grasa se aprecian el grafico N° 15 cuyos valores promedios son: para la pitahaya la fruta fresca es 0.17%, liofilizada 0.28%, y en la deshidratada en deshidratador de bandejas0.37%.

En el Gráfico N° 16 se representa los contenidos de grasa referidos a base seca son en la pitahaya fresca es de 0.215%, en la liofilizada es de 0.299% y en el deshidratado es de 0.3845%.

Una vez aplicado Anova a los contenidos de grasa referidos a base seca encontrados al 95% de confianza, (Cuadro No. 12)no hay diferencia, el valor obtenido de grasa en base seca es inferior al reportado por Torres (2007), esto puede deberse a la magnitud del error del método analítico utilizado.

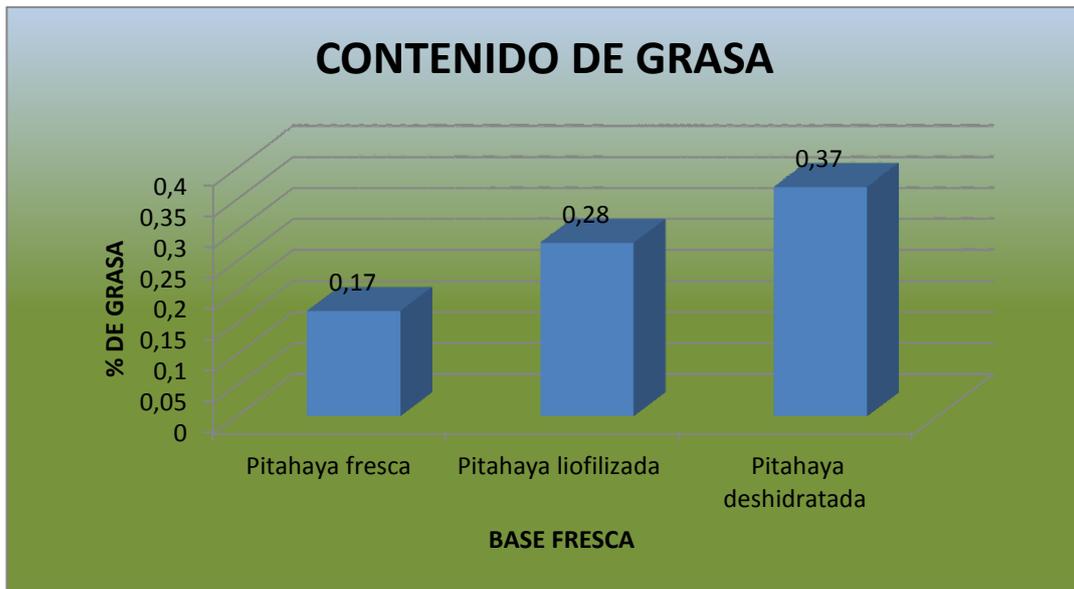


GRÁFICO No. 15. RELACIÓN DE CONTENIDO DE GRASA EN PITAHAYA FRESCA, LIOFILIZADO Y DESHIDRATADA EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS DE 55 A 60°C (BASE FRESCA).

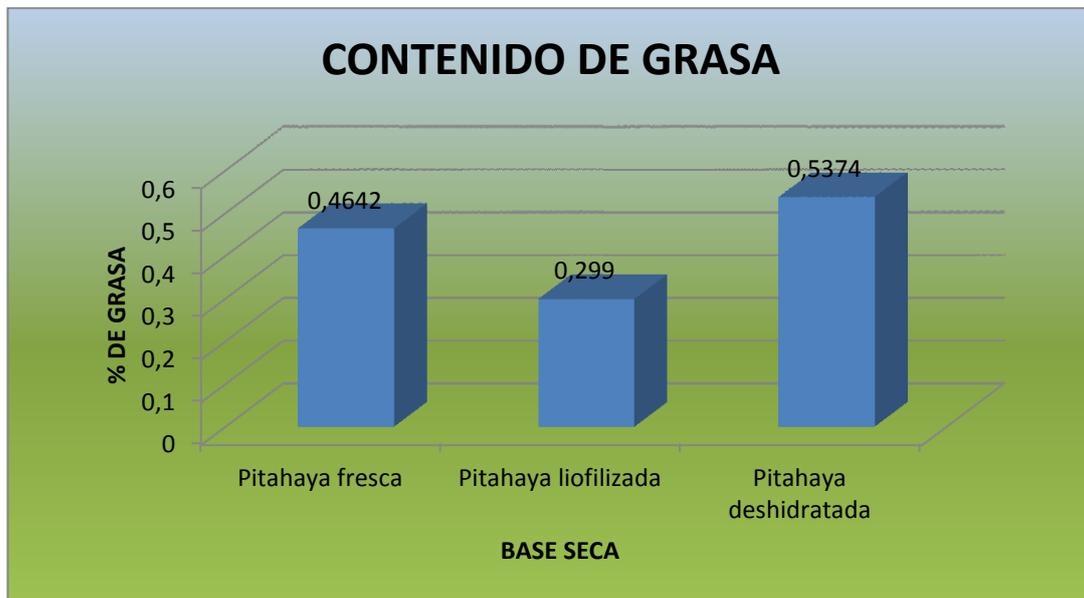


GRÁFICO No. 16. RELACIÓN DE CONTENIDO DE FIBRA EN PITAHAYA FRESCA, LIOFILIZADO Y DESHIDRATADA EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS DE 55 A 60°C. EN BASE SECA.

3.6 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

En este análisis se efectuó por duplicado tanto en la pitahaya fresca como la deshidratada en deshidratador de bandejas y liofilizada como se puede observar en el siguiente cuadro No. 13 y grafico No. 17.

CUADRO No. 6. CONTENIDO PROMEDIO DE HONGOS (MOHOS Y LEVADURAS) EN MUESTRAS ESTUDIADAS.

HONGOS Y LEVADURAS		
MUESTRAS	MOHOS UPC/gramo	LEVADURAS UPC/gramo
Pitahaya fresca	-	-
Pitahaya liofilizada	-	-
Pitahaya deshidratada	20	20

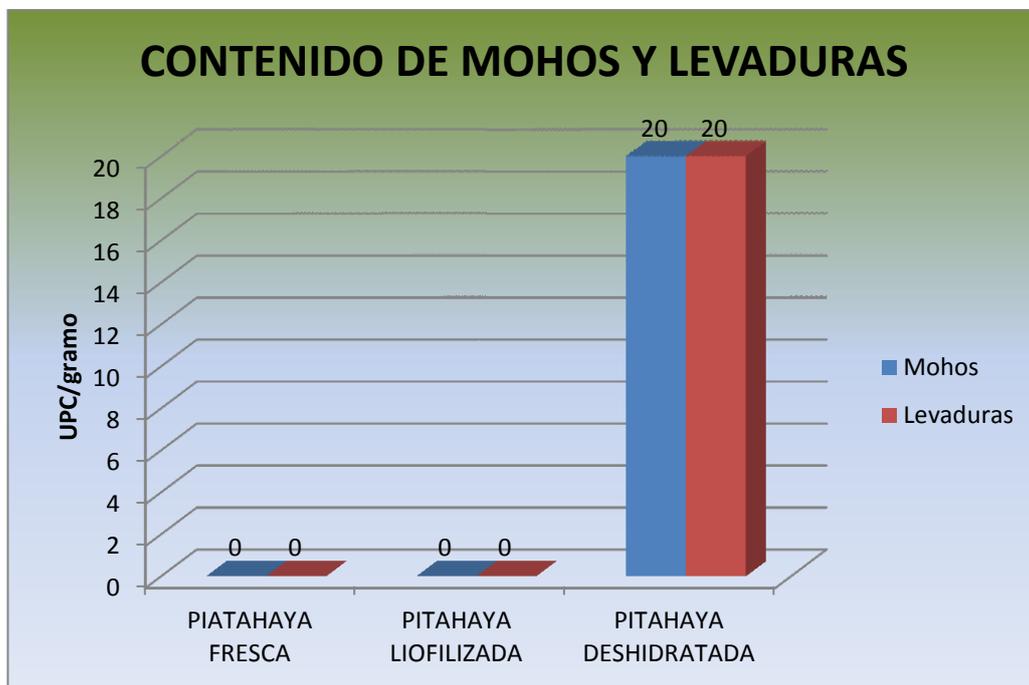


GRÁFICO No. 17. RELACIÓN DE CONTENIDO DE LEVADURAS EN PITAHAYA FRESCA, LIOFILIZADO Y DESHIDRATADA EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS DE 55 A 60°C.

En la pitahaya liofilizada y fresca no indica presencia de mohos y levaduras mientras que en la pitahaya deshidratada en deshidratador de bandejas se encuentra mohos y levaduras, puede indicar que existen indicios por la atmosfera abierta utilizada en la deshidratación del producto.

3.7 DETERMINACIÓN DEL GRADO DE ACEPTABILIDAD DEL JUGO DE LA PITHAYA FRESCA FRENTE A LOS JUGOS DE LA PITHAYA LIOFILIZADA Y DESHIDRATADA EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS.

Para la evaluación de la aceptabilidad del jugo de la pitahaya fresca frente a los jugos de la pitahaya liofilizada y deshidratada en deshidratador de bandejas, se utilizó el formato que se presenta en el anexo No. 10, esta evaluación se realizó en una población de 20 alumnos de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH específicamente a la Escuela de Bioquímica y Farmacia, para este efecto se aplicó la escala hedónica la cual abarco tres parámetros principales como son: color, aroma, sabor, fluidez y viscosidad de los jugos de pitahaya liofilizado, deshidratada en deshidratador de bandejas y fresca obteniendo los siguientes resultados:

3.7.1 ANÁLISIS DE LA ESCALA HEDÓNICA A NUEVE PUNTOS

Tomando en consideración los valores asignados para las calificaciones de aceptabilidad los jugos (tabla No. 4), se tiene los siguientes resultados generales: + 25 del jugo de pitahaya fresca, + 20 del jugo de pitahaya liofilizada y + 11 de pitahaya deshidratada en deshidratador de bandejas, todos obtuvieron valores positivos indicando la aceptación favorable del producto, tal como se observa en el gráfico No. 18.

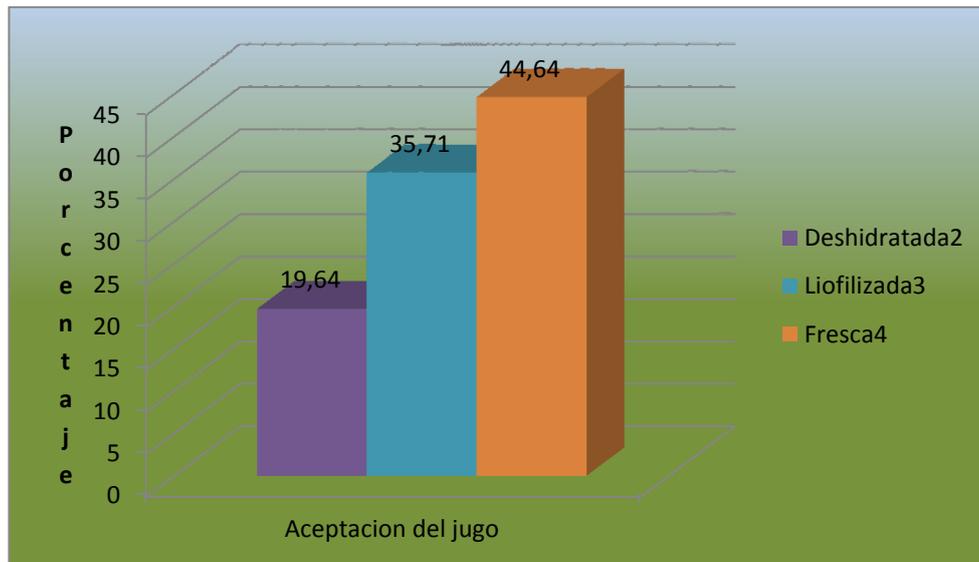


GRÁFICO No. 18. RESULTADO GENERAL DEL GRADO DE ACEPTABILIDAD DEL JUGO DE LA PITAHAYA FRESCA FRENTE A LOS JUGOS DE LA PITAHAYA LIOFILIZADA Y DESHIDRATADA EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS.

3.7.2 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Para esto se tomó escala hedónica de cinco puntos de calificación a los que se asignaron los siguientes valores (Tabla No. 5): La sumatoria total de esos valores se estableció para cada característica. De esta forma la fluidez tiene una aceptación de + 13 del jugo de pitahaya liofilizada, + 11 del jugo de pitahaya deshidratada en deshidratador de bandejas y + 2 de pitahaya fresca. Por consiguiente el jugo de pitahaya liofilizada tiene mayor aceptación en fluidez.

Para el color los valores de aceptación encontrados son: + 10 para el jugo de pitahaya de fresco, + 7 del jugo de pitahaya liofilizada y + 4 de jugo de pitahaya deshidratada en deshidratador de bandejas. Por consiguiente el de mayor aceptación para el color es el jugo de pitahaya de fresca.

En lo referente al aroma los valores de aceptación encontrados son: + 9 del jugo de pitahaya fresca, + 5 de jugo de pitahaya deshidratada en deshidratador de bandejas y + 2 de jugo de pitahaya de liofilizada. Por consiguiente el de mayor aceptación para el aroma es el jugo de pitahaya fresca.

Para el sabor los valores de aceptación son: + 8 del jugo de pitahaya liofilizada, + 5 de jugo de pitahaya fresca y 0 de jugo de pitahaya deshidratada en deshidratador de bandejas. Por consiguiente el de mayor aceptación para el sabores el jugo de pitahaya liofilizada.

CUADRO No. 7. VALORES DE ACEPTABILIDAD PARA LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LOS JUGOS DE PITAHAYA.

CARACTERÍSTICA ORGANOLÉPTICA	DESHIDRATADA	LIOFILIZADA	FRESCO
FLUIDEZ	+ 13	+ 11	+ 2
COLOR	+ 4	+ 7	+ 10
AROMA	+ 5	+ 2	+ 9
SABOR	0	+ 8	+ 5
SUMATORIA	+ 22	+ 27	+ 26

De los resultados totales del Cuadro No. 14. Se desprende que los valores encontrados para liofilizado es de + 27 y + 26 para fresco son los valores superiores encontrados, mientras que para la muestra deshidratada en deshidratador de bandejas es de + 22, no existiendo mucha diferencia entre la muestra liofilizada y la fresca.

Se puede observar en el grafico N° 19 los valores de cada característica organoléptica de los jugos siendo el valor más alto de fluidez para el jugo de la pitahaya deshidratada en deshidratador de bandejas, en el color el mayor valor es para el jugo de pitahaya fresca, en aroma se destaca con mayor valor el jugo de la pitahaya liofilizado y en sabor el valor mayor es para el jugo de la pitahaya fresca.

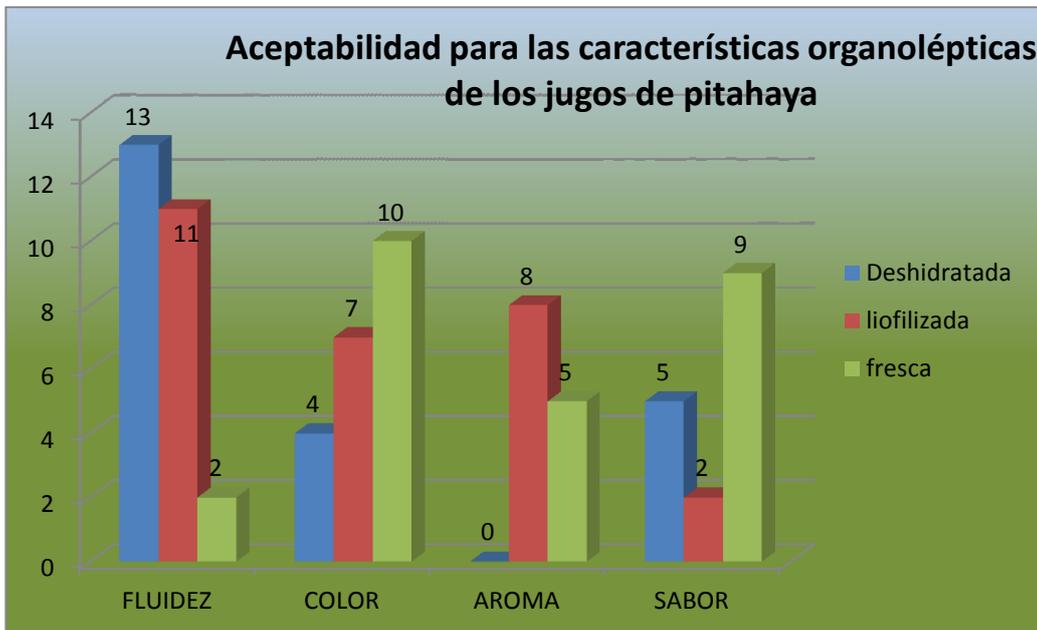


GRAFICO NO. 19. VALORES DE ACEPTABILIDAD PARA LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LOS JUGOS DE PITAHAYA.

3.8. EVALUACIÓN DE LA VISCOCIDAD

Los valores de viscosidad de los jugos preparados tanto para muestras liofilizada, deshidrata y fresca se muestran en el CuadroNo. 15, datos tomados con viscosímetro rotacional ST-DIGIT(L), con numero de usillo L3.

CUADRO No. 8. RESULTADOS DE EVALUACION DE LA VISCOCIDAD DE LOS JUGOS DE PITAHAYA (Cpoise).

	Fresco	Liofilizado	Bandejas
	286,4	21.4	18
	282	22.2	18.9
	266	20.9	18.7
	252	21.9	19.4
	264	22.4	18.3
	270	20.5	20.1
	280	21.9	18
	264	22.7	19.3
	205.6	20.6	17.5
PROMEDIO	263.33	21.61	18.69

De los valores promedios de viscosidad (cuadro No. 15) se encuentra que la mayor viscosidad es para el producto fresco con valores relativamente bajos para muestras liofilizada y deshidratada en deshidratador de bandejas esta diferencia puede atribuirse a la presencia apreciable de cantidad de mucilagos en la muestra fresca.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES

1. Se caracterizó mediante un análisis proximal tanto la pitahaya fresca, liofilizada y deshidratada en deshidratador de bandejas, existiendo variaciones en los valores nutricionales debido a deshidratación de la muestra.
2. Luego de realizar el respectivo análisis nutricional, tanto en fresco, liofilizado como en deshidratado se deduce que el tiempo de liofilización más eficiente es de 66 horas a una temperatura de -40°C y una presión 539.10^{-3} Mbar con un tiempo de 66 horas, en deshidratado se deduce en tiempo de 330 minutos dado que ha esta temperatura se conserva de mejor manera la vitamina C utilizados como referencia en nuestro trabajo de investigación.
3. Del análisis de vitamina C del producto fresco, liofilizado como deshidratado se demuestra que existen variaciones entre los tres productos, existiendo menor pérdida en el producto liofilizado.
4. La vitamina C en la pitahaya deshidratada en deshidratador de bandejas de 55 a 60°C sufrió una pérdida del 77.66% debido a que el proceso de deshidratación este indicador es bastante sensible al calor, además se comparó con el liofilizado el cual existe una pérdida del 66.70% de vitamina C lo que indico que conserva de mejor manera el valor nutricional.
5. Los productos deshidratados mantienen sus características sensoriales a excepción del color en el producto deshidratado por bandejas.

6. El producto fresco liofilizado no manifiestan crecimiento de mohos y levaduras, mientras que el deshidratado en contenido alcanzo a 20 UPC/g.

7. El orden de aceptabilidad de los jugos preparados a base de los productos es; fresco, liofilizado y deshidratado en bandejas mientras que en forma general tomándose en consideración las características organolépticas el orden de aceptabilidad es; liofilizado, fresco y deshidratada en deshidratador de bandejas.

CAPÍTULO V

5. RECOMENDACIONES

1. Se debe tomar en cuenta la cantidad de pulpa a deshidratar y liofilizar que sea uniforme, puesto que al momento de someterles a la deshidratación no es completamente uniforme.
2. Se debe tener en cuenta el grado de maduración de la pitahaya al momento de la deshidratación en deshidratador de bandejas ya que hay mayor producción de mucilagos y mayor concentración de azúcares y hay producción de melanoidinas.
3. Se debe realizar un estudio de la vida de anaquel del producto liofilizado y deshidratado.
4. Producto terminado debería ser envasado al vacío para no permitir la humectación del producto final.

CAPÍTULO VI

6. RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se realizó en la Escuela de Bioquímica y Farmacia Evaluación nutricional comparativa de pitahaya (*Hylocereus triangularis*) deshidratada en deshidratador de bandejas con la liofilizada, a partir de la determinación de vitamina C como indicador de eficiencia del proceso de deshidratación con la finalidad de obtener el mínimo de pérdidas.

Se utilizó pitahaya fresca, deshidratador de bandejas, liofilizador, HPLC para la investigación, empleando el método científico, inductivo – deductivo, analítico – sintético y experimental, en el cual se aplicó diferentes técnicas como son: determinaciones físicas, composición bromatológica y determinaciones microbiológicas, obteniendo como resultado la pitahaya deshidratada en deshidratador de bandejas a temperatura de 55 a 60 °C presentó una concentración de 2.49 mg/100 g de Vitamina C, mientras que a temperatura de – 40 °C y presión de 539×10^{-3} Mbar la pitahaya liofilizada tuvo una concentración 3.71 mg/100 g de Vitamina C, reportando menor pérdida en la pitahaya liofilizada. Además se realizó la evaluación de mohos y levaduras presentando crecimiento en el producto deshidratado en deshidratador de bandejas, en el liofilizado existe ausencia de mohos y levaduras.

También se realizó pruebas de degustación en los jugos, la aceptación de +25 en jugo de pitahaya fresca, +20 en jugo de pitahaya liofilizada y +11 en jugo pitahaya deshidratada en bandejas, el producto liofilizado conserva de mejor manera las características sensoriales. La viscosidad en jugo de pitahaya fresca es 263.33 cP, 21.61cP en el jugo de pitahaya liofilizada y 18,68 cP en jugo de pitahaya deshidratada en bandejas.

Recomiendo el uso de este producto para la alimentación humana previo a un estudio de estabilidad.

SUMMARY

The present research was in Biochemistry and Pharmacy school about the comparative nutritional assessment pitahaya (*Hilocereus triangularis*) dehydrator trays dried in the freeze-dried from the determination of vitamin C as an indicator of efficiency dehydration process in order to get minimum loss.

For the study we used fresh pitahaya, dehydrator trays, freeze, HPLC, using the following methods: scientific, inductive, analytic – synthetic and experimental, in which different techniques were applied such as: physical determinations, bromatological determinations and, microbiological compositions, getting as result dehydration pitahaya in dragon fruit trays dehydrator with temperature from 55 to °C, it presented a concentration of 2.49 mg/ g de vitamin C, while with a temperature of – 40 °C and idle 539×10^{-3} Mbar the lyophilized pitahaya had a 3.71mg/100g concentration of vitamin C, reporting lower pitahaya loss in lyophilized and fresh product.

Also we made assessing mold and yeast growth in the product of dehydrator trays dried, in the lyophilized there are absence of molds and yeasts.

We besides performed test on the juice tasting, +25 acceptance is fresh pitahaya juice, +20 in lyophilized pitahaya juice and 11 pitahaya juice in trays, lyophilized product preserves the sensory characteristic in the best way.

The viscosity of fresh pitahaya fruit juice is 263.33 cP, 21.62 Cp in lyophilized pitahya juice and 18.68 cPpiatahayajuce in trays.

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA

1. **ANZALDÚA, A.**, Conservación química de los Alimentos., 1ra ed., Zaragoza - España., Editorial Acribia., 1990., P.p. 25–30.
2. **BADVI, S.**, Química de los Alimentos., 4ta ed., Guadalajara -México., Editorial Alhambra Mexicana., 1995., P.p. 11-15, 21.
3. **BARRETO, H.**, Liofilización un método de secado de alimentos., 1ra ed., Lima - Perú., Editorial Lima., 1996., P.p. 2-5.
4. **BELITZ, G.**, Química de los Alimentos., 2da ed., Zaragoza – España., Editorial Acribia., 1997., P.p. 29.
5. **BOATELLA, J., Y OTROS.**, Química y Bioquímica de los Alimentos II., 1ra ed., Madrid- España., Editorial Barcelona., 2004., P.p. 13.

6. **BRAVERMAN, J.**, La bioquímica de los alimentos., 1ra ed., México D.F.-México., Editorial El Manual Moderno., P.p. 56,57-269.
7. **DE LA RUA, A.**, La Fruta seca., 1ra ed., Bogotá - Colombia., Editorial Printer Latinoamérica., 2003., P.p.387.
8. **FEELLOWS P.**, Tecnología del Procesado de Alimentos Principios y Practicas., 1ra ed., Zaragoza-España., Editorial Acribia., 1994., P.p. 316-322.
9. **GIANOLA, C.**, La Industria de la Fruta seca en Almíbar y Confitada., 1ra ed., Madrid-España., Editorial Acribia., 1973., P.p. 59.
10. **HERRERA, C., Y OTROS.**, Química de los Alimentos Manual de Laboratorio., Guanacasta -Costa Rica., 1ra ed., Editorial de la Universidad de Costa Rica., 2003., P.p. 10.
11. **IBARZ, A, Y OTROS.**, Operaciones unitarias en la Ingeniería de Alimentos., 1ra ed., Madrid -España., Ediciones Mundi Prensa Libros., 2005., P.p. 624.
12. **PETER, N.**,Preelaboración y Conservación de Alimentos., 1ra ed., Madrid -España Editorial Síntesis., 2002., P.p., 233-234.
13. **PRIMO, Y.**, Productos para el campo y propiedades de los alimentos., 1ra ed., Madrid-España., Editorial Sintesis., 1997., P.p. 280-283.

14. **TOLEDO, R.**, Dhydration. Fundamentals of Food Process Engineering., 1ra ed., New York -EEUU., Editorial Champman., 1994., P.p. 4556-506.
15. **BARREIRO, J.**, Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas., 1ra ed., Caracas -Venezuela., Editorial Equinoccio., 2006., P.p. 55.
16. **BISWAL, R. Y OTROS.**, Intermédiate Moisture Frozen Vegetables Through Osmotic Dehydration. Technological Innovations in Freezing Refrigeration of fruit and vegetables. 1ra ed., Califormis-USA., Editorial Board., 2008., P.p. 259-265.
17. **DATTA, A. Y OTROS.**, TRATAMIENTO DE ALIMENTOS CON MICROONDAS. Microwave and radio frequency processing. Journal of Food Science, Suplement Kinetics of microbial inactivation for alternative food processing technologies., 1ra ed., Califormis – USA., 2001., P.p. 32-41.
18. **WITTIG, E.**, Evaluación Sensorial., 1ra ed., Santiago de Chile - Chile., Editorial Witting., Universidad Chile., 2001., P.p. 5-18
19. **CIBIA VI.**, Alimentos Ciencia e Ingeniería vol 16 (2)., Ecuador., Universidad Técnica de Ambato., 2007., P.p. 138.

20. **LUCERO, O.**, Técnicas de Laboratorio de Bromatología y Análisis de Alimentos., Facultad de Ciencias., Escuela de Bioquímica y Farmacia., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Riobamba- Ecuador., 2009., P.p. 1-74.

21. **AYALA, A. Y OTROS.**, Efecto de la agitación sobre la deshidratación osmótica de pitahaya amarilla (*Selenicereusmegalanthus*) empleando soluciones de sacarosa., Escuela de Ingeniería de Alimentos., Universidad del Valle., Valle-Colombia., TESIS., 2001., P.p.492-496.

22. **CAMARGO, A. Y OTROS.**, Estudio preliminar de la influencia del choque térmico en la inhibición de daños por frío en la pitahaya amarilla (*Acanthocereuspitaya*).,Facultad de Ciencias., Universidad Nacional de Colombia., Bogotá -Colombia., TESIS., 1995., P.p. 26.

23. **CAMACHO, A. Y OTROS.**,Producto deshidratado a base de pitahaya (*Cereustriangularis*)., Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria., Escuela de Ingeniería Agroindustrial., Escuela Politécnica Nacional., Quito- Ecuador., TESIS., 2008., P.p. 6-7,89-91.

24. **CABEZAS M.**,Evaluación nutritiva y nutraceutica de la mora de castilla (*Rubusglaucus*.) deshidratada a tres temperaturas por el método de secado en bandejas., Facultad de Ciencias., Escuela de Bioquímica y Farmacia., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Riobamba- Ecuador., TESIS., 2008., P.p. 5-23

25. **CAIZA, K.**, Determinación del potencial nutritivo y nutraceutico de ají (*capsicumchimenseJacq*) deshidratado., Facultad de Ciencias., Escuela de

Bioquímica y Farmacia., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.,
Riobamba- Ecuador., TESIS., 2011., P.p. 65-66.

26. **MACAS, M.,** EVALUACION NUTRICIONAL DEL TOMATE
(*Lycopersicon esculentum L.*) Deshidratado., Facultad de Ciencias.,
Escuela de Bioquímica y Farmacia., Escuela Superior Politécnica de
Chimborazo., Riobamba- Ecuador., TESIS., 2007., P.p.

27. **MOLINA, J.,** Producción y Exportación de la Fruta Pitahaya hacia el mercado
Europeo., Facultad de Economía y Negocios., Escuela de Economía y
Negocios., Escuela Superior Politécnica de Litoral., Guayaquil- Ecuador.,
TESIS., 2009., P.p. 1-7.

28. **PARRA M.,** Tamizaje fitoquímico y determinación de la actividad laxante de tallos
y semillas de pitahaya., Facultad de Ciencias., Escuela de Bioquímica y
Farmacia., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Riobamba-
Ecuador., TESIS 2010., P.p. 65-66.

29. **SAGÑAY R.,** Control de calidad de frutilla (fragaria vesca) deshidratada por método
de microondas a tres potencias., Facultad de Ciencias., Escuela de
Bioquímica y Farmacia., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.,
Riobamba- Ecuador., 2009., P.p. 45 - 56

30. **ÁCIDO ASCÓRBICO**

<http://www.efn.uncor.edu/Biologia/Celula/Componentes/vitc.ht2013/09/24>
2013/01/19

. BROMATOLOGÍA

<http://webcache.googleusercontent.com/doc/4971182>

2013/01/19

31. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE UN LIOFILIZADOR

<http://www.biocidi.com.ar/liofilizador.html>;

2013/01/21

32. CENSO AGROPECUARIO realizado por el INEC, en el año 2000; Ecuador

<http://www.inec.gov.ec>

2013/01/19

33. CÓMO SE EMPIEZAN A CONSERVAR LOS ALIMENTOS

http://www.saludalia.com/nutricion/doc/doc_proceso_conservac

2013/01/14

34. COMPOSICION NUTRICIONAL DE LA PITAHAYA DE LA FRUTA FRESCA.

<http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/3101/sequen>

2013/09/22

35. CORPORACIÓN PROYECTO DE EXPORTACIONES NO TRADICIONALES (PROEXANT)

proexant@porta.net

2013/01/19

36. CONSERVACION DE ALIMENTOS

<http://www.alimentacionsana.com.ar/novedades/>

2013/01/19

37. CONTROL DE CALIDAD

<http://www.fao.org/docrep/006/y4893s/y4893s08.htm>

2013/09/20

38. CCI. CORPORACIÓN COLOMBIA INTERNACIONAL. MANUAL DEL EXPORTADOR DE FRUTAS, HORTALIZAS Y TUBÉRCULOS EN COLOMBIA.

<http://interletras.com/manualCCI/Frutas/Pitaya/pitaya03.htm>

2013/01/19

39. DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN LOS ALIMENTOS

http://depa.pquim.unam.mx/amyd/archivero/AwBadui_3608.pdf

20130126

40. INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP).

<http://www.iniap.gob.ec>

20130111

41. INDUSTRIA ALIMENTARIA. ALIMENTOS DESHIDRATADOS UN RENTABLE NEGOCIO.

<http://www.industriaalimenticia.com/articles/alimentos>

2013/01/19

42. ESTADÍSTICA DE COMERCIO EXTERIOR (EUROSTAT)

<http://fd.comext.eurostat.cec.int>

2013/01/19

43. ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN DE LA FAO

<http://faostat.fao.org>

2013/01/19

44. EVALUACION SENSORIAL

<http://www.slideshare.net/evytaguevara/gua-para-la-evaluacin>

2013/09/27

45. DESHIDRATACIÓN

<http://www.conasi.eu/content/pdfs/articulos/deshidratar.pdf>

2013/01/14

46. DESHIDRATAR ALIMENTOS

http://www.prama.com.ar/sugerencias_saludables/deshidratar_ali

2013/01/16

47. DESHIDRATADO SECADO Y LIOFILIZACIÓN

<http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r468>

2013/01/19

48. FLAVOR

<http://www.slideshare.net/imilanesi/presentacion-as>

2013/01/19

49. FISIOLÓGÍA DE FRUTAS Y HORTALIZAS FAO

<http://www.fao.org/docrep/x5055s/x5055s02.htm>

2013/07/13

**50. HERBOTECNIA TECNOLOGÍA EN PRODUCCIÓN DE PLANTAS
MEDICINALES AROMÁTICAS Y TINTURAS.**

http://www.herbotecnia.com.ar/c_public_010.html

2013/01/19

51. LIOFILIZACIÓN

<http://www.uv.es/~mbermejo/Freeze-drying98.pdf>

2013/01/17

52. LIOFILIZACIÓN

<http://www.uv.es/~mbermejo/Freeze-Drying.pdf>

2013/01/19

53. LOCALIZACION DE CONDICIONES AMBIENTALES

<http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/pitahaya-quiere-mayor>

2013/01/17

54. MANUAL BASICO PARA LIOFILIZACION

http://personal.us.es/mfarevalo/recursos/tec_far/liofilizacion.pdf

2013/01/19

55. METABOLITOS PIYAHAYA

[http://www.respyn.uanl.mx/especiales/ee-1-2004/07.htm\(2009\)](http://www.respyn.uanl.mx/especiales/ee-1-2004/07.htm(2009))

2013/01/19

56. PITAHAYA

<http://www.ecofinsa.com/pitahaya.html>

2013/30/19

57. PITAHAYA

<http://pitayaitc.blogspot.com/>

2013/30/19

58. PITAHAYA QUIERE MAYOR MERCADO EN EL EXTERIOR

<http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/pitahaya-quiere-mayor->

2013/01/19

59. PRODUCTOS LIOFILIZADOS

<http://www.fdfila.com/prod02.htm>

2013/01/19

60. PAZANESE, M. TECNOLOGÍA DE ALIMENTO

http://64.76.123.199/contenido/sectores/Ficha_03_Liofilizados.

2013/01/19

61. UNA ALTERNATIVA SALUDABLE: FRUTAS DESHIDRATADAS

<http://www.vivir-sano.net/salud-y-alimentacion/frutas-deshi>

2013/01/19

CAPÍTULO VIII

8. ANEXOS

**ANEXO No. 1. NTE INEN 2003:2005 FRUTAS FRESCAS.
PITAJAYA AMARILLA. REQUISITOS.**

Norma Técnica
Ecuatoriana
Voluntaria

FRUTAS FRESCAS.
PITAJAYA AMARILLA.
REQUISITOS.

NTE INEN
2 003:2005
2005-10

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el fruto de la pitajaya amarilla, destinada para consumo en estado fresco o como materia prima para el procesamiento industrial.

2. DEFINICIONES

2.1 Para los efectos de esta norma, se adoptan las definiciones contempladas en la NTE INEN 1 751 y las que a continuación se detallan:

2.1.1 *Pitajaya*. La pitajaya es un cactus suculento de tallos triangulares, la flor es tubular, hermafrodita, de color blanco o rosado, mide aproximadamente 20 cm de largo y se abre solo durante la noche. El fruto es una baya de forma ovoide, está cubierto con escamas de color amarillo o rojo, la pulpa es carmosa de color crema o rojo pálido, con gran cantidad de semillas, de sabor agradable; es consumido en fresco o preparado (ver figura 1). Es diurética y laxante. El nombre científico para la pitajaya amarilla es *Cereus triangularis* Haw, pertenece a la familia de las Cactaceae, género *cereus*, especie *cereus pitajaya* D.C.

2.1.2 *Mamiñas*. Partes externas del fruto que presentan forma de mama o teta.

2.1.3 *Fruto fuera de norma*. Es aquel que no cumple con los requisitos establecidos en esta norma.

2.1.4 *Masa*. Es una magnitud básica del Sistema Internacional de Unidades cuya unidad es el kilogramo (kg).

2.1.5 *Turgencia*. Estado en que el fruto presenta sus tejidos saturados de agua de constitución.

FIGURA 1: Pitajaya



DESCRIPTORES: Frutas, pitajaya, requisitos.

3. CLASIFICACIÓN

3.1 Independientemente del calibre y del color, los frutos de la pitajaya amarilla se clasifican en tres categorías que se definen a continuación:

3.1.1 *Categoría extra.* Los frutos clasificados en esta categoría deben cumplir todos los requisitos definidos en 5.1.1 y estar exentos de todo defecto; solamente se aceptan ligeras alteraciones superficiales de la cáscara, siempre y cuando no afecten la apariencia general del producto.

3.1.2 *Categoría I.* Los frutos clasificados en esta categoría deben cumplir todos los requisitos definidos en 5.1.1. Para cada fruta se admiten los defectos que se indican a continuación:

- a) Deformaciones del fruto, como alargamiento poco pronunciado del ápice.
- b) Rozaduras cicatrizadas, que no excedan 1 cm² con respecto al área total del fruto.
- c) El pedúnculo no debe tener una longitud mayor a 25 mm.

3.1.3 *Categoría II.* Esta categoría comprende los frutos que no pueden clasificarse en las categorías anteriores, pero cumplen con los requisitos definidos en 5.1.1.

3.1.3.1 El fruto debe conservar sus características esenciales de calidad y no debe alterar el aspecto general del producto, ni su presentación en el empaque. Para cada fruto, se admiten los defectos que se indican a continuación:

- a) Manchas superficiales y/o raspaduras cicatrizadas que no excedan a 2 cm² con respecto al área total del fruto.
- b) Pérdida de la forma ovoidal del fruto.

3.1.4 *Tolerancia de calidad.* Se admiten tolerancias de calidad en cada empaque para los frutos que no cumplan con los requisitos de la categoría indicada.

3.1.4.1 *Categoría extra.* Se admite hasta el 5% en número o en peso de los frutos que no correspondan a las características de la categoría extra pero que cumplan los requisitos de la categoría I.

3.1.4.2 *Categoría I.* Se admite hasta el 10% en número o en peso de frutos que no cumplen los requisitos de la categoría I pero que corresponden a las características de la categoría II.

3.1.4.3 *Categoría II.* Con excepción de los frutos visiblemente atacados por podredumbre, con magulladuras severas o con heridas no cicatrizadas que las hagan impropias para el consumo, se admite hasta el 10% en número o en peso de los frutos que no correspondan a los requisitos de la categoría II ni a los requisitos exigidos en 5.1.1.

3.2 *Calibre.* El calibre se determina por la masa unitaria del fruto, de acuerdo con la siguiente escala:

(Continúa)

TABLA 1. Calibres de los frutos de acuerdo con la masa unitaria

Masa unitaria, g	Calibre
≥ 381 (*)	8
281 - 380 (*)	9
201 - 280 (*)	12
151 - 200	14
111 - 150	16
≤ 110	20

NOTA: En el mercado interno el calibre se utiliza para identificar el intervalo de masa y en el mercado de exportación el calibre corresponde al número de frutos por unidad de empaque.
(*) Considerado para exportación

3.2.1 Tolerancias de calibre

3.2.1.1 Para todas las categorías se acepta hasta el 10% en número o en masa de los frutos que correspondan al calibre inmediatamente inferior o superior al señalado en el empaque.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Los frutos, en cualquiera de las categorías seleccionadas, deben estar bien presentados, deben ser similares en forma, tamaño y color; con la pulpa consistente al tacto, sin cuerpos extraños, y que puedan soportar el manejo, transporte y conservación en buenas condiciones. El contenido de cada envase debe ser homogéneo, compuesto por frutos del mismo origen, variedad y calidad.

4.2 La comercialización de este producto debe realizarse cuando el fruto haya alcanzado su madurez fisiológica.

4.3 El proveedor debe garantizar que la muestra inspeccionada cumpla con la categoría declarada en el rótulo o etiqueta del envase o embalaje.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos

5.1.1 *Requisitos físicos.* Todas las categorías de los frutos de la pitajaya amarilla deben cumplir con las siguientes características mínimas:

- Los frutos deben estar enteros y sin heridas.
- Deben tener la forma ovoidal característica de la especie.
- Deben presentar un aspecto fresco y de consistencia firme.
- El pedúnculo o tallo debe medir de 15 mm a 20 mm de longitud.
- Deben estar sanos (libres de ataques de insectos y/o enfermedades que demeriten la calidad interna del fruto).
- Deben estar limpios (sin espinas); exentos de materia extraña visible principalmente en el orificio apical (tierra, polvo, residuos de aplicaciones de agroquímicos).

(Continúa)

- g) Deben estar libres de humedad externa anormal producida por mal manejo en las etapas de poscosecha (recolección, acopio, selección, clasificación, adecuación, empaque, almacenamiento y transporte).
- h) Deben estar exentos de olores y/o sabores extraños (provenientes de otros productos, empaques o recipientes y/o agroquímicos, con los cuales haya estado en contacto).

5.1.2 Requisitos de madurez. La madurez del fruto se aprecia visualmente por su color externo y puede confirmarse su estado por medio de la determinación del contenido de sólidos solubles y acidez titulable.

5.1.2.1 Tabla de color. La siguiente descripción relaciona los cambios de color con los diferentes estados de madurez del fruto:

COLOR 0 (verde): Fruto de color verde con visos amarillos que van del 5% al 20% en toda la superficie.

COLOR 1 (pintón): Fruto de color verde-amarillo, que van del 21% al 40%. Inicia el llenado de las mamilas y la separación entre ellas.

COLOR 2 (maduro): Fruto de color amarillo, que van del 41% al 80%, con la punta de las mamilas de color verde y aumenta la separación entre las mismas.

5.1.2.2 Sólidos solubles totales. Los rangos de sólidos solubles totales, expresados en grados brix, determinados como se indica en 7.2, que presenta cada uno de los estados dados en la tabla de color, son los siguientes:

TABLA 2. Contenido de sólidos solubles totales

COLOR	0 (verde)	1 (pintón)	2 (maduro)
Jugo, °Bx	16 - 18	19 - 21	> 21
Pulpa, °Bx	16 - 18	19 - 21	> 21

5.1.2.3 pH. Los rangos de pH, determinados como se indica en 7.3, que presenta cada uno de los estados dados en la tabla de color, son los siguientes:

TABLA 3. pH

COLOR	0 (verde)	1 (pintón)	2 (maduro)
Jugo	4,10 - 4,25	4,26 - 4,40	> 4,40
Pulpa	4,10 - 4,25	4,26 - 4,40	> 4,40

5.1.2.4 Acidez titulable. Los valores de la acidez titulable expresada como porcentaje de ácido cítrico, determinado como se indica en el numeral 7.4, que presenta cada uno de los estados dados en la tabla de color, son los siguientes:

TABLA 4. Acidez titulable expresada como ácido cítrico

COLOR	0 (verde)	1 (pintón)	2 (maduro)
Jugo	> 6	6 - 5	< 5
Pulpa	> 6	6 - 5	< 5

5.1.2.5 Densidad de la fruta entera. Los valores de densidad de la fruta, expresada en kg/m³, determinado como se indica en el numeral 7.5, que presenta cada uno de los estados dados en la tabla de color, son los siguientes:

(Continúa)

TABLA 5. Densidad fruta entera

COLOR	0 (verde) ⁽¹⁾	1 (pintón) ⁽²⁾	2 (maduro) ⁽²⁾
Fruta entera, kg/m ³	< 1000	1000 - 1050	> 1050

NOTAS:
⁽¹⁾ Se determina en benceno
⁽²⁾ Se determina en agua destilada

5.1.2.6 *Densidad del jugo y de la pulpa.* Los valores de la densidad del jugo y de la fruta a 20°C, expresado en kg/m³, determinado como se indica en el numeral 7.6, que presenta cada uno de los estados dados en la tabla de color, son los siguientes:

TABLA 6. Densidad a 20°C

COLOR	0 (verde)	1 (pintón)	2 (maduro)
Jugo, kg/m ³	> 1080	1080 - 1050	< 1050
Pulpa, kg/m ³	> 1080	1080 - 1050	< 1050

5.1.2.7 *Contenido de pulpa.* Los valores del contenido de pulpa, expresado en porcentaje, determinado como se indica en el numeral 7.7, que debe presentar cada uno de los estados identificados en la tabla de color son los siguientes:

TABLA 7. Porcentaje del contenido de pulpa

COLOR	0 (verde)	1 (pintón)	2 (maduro)
Porcentaje, %	< 30	30 - 50	> 50

5.1.2.8 *Relación masa-pulpa.* Los valores de la relación masa expresada en kg, versus contenido de pulpa, expresada en porcentaje, determinado como se indica en el numeral 7.8, que presenta cada uno de los estados dados en la tabla de color, son los siguientes:

TABLA 8. Relación Masa versus Pulpa

COLOR	0 (verde)	1 (pintón)	2 (maduro)
Masa, kg	< 0,15	0,15 - 0,20	> 0,20
Pulpa, %	< 30	30 - 50	> 50

5.1.2.9 *Materia seca.* Los valores de materia seca, expresada en %, determinado como se indica en el numeral 7.9, que presenta cada uno de los estados dados en la tabla de color, son los siguientes:

TABLA 9. Materia seca

COLOR	0 (verde)	1 (pintón)	2 (maduro)
Materia seca, %	> 20	20 - 18	< 18

5.1.3 *Residuos de plaguicidas.* Hasta que se expidan las NTE INEN correspondientes, para los límites máximos de residuos de plaguicidas y productos afines en alimentos, se adoptarán las recomendaciones del Codex Alimentarius o los establecidos por el país de destino.

(Continúa)

5.2 Requisitos complementarios

5.2.1 Recomendaciones para el almacenamiento y transporte refrigerado de la fruta correspondiente al mercado externo. (Exportación)

Temperatura	3°C a 8°C
Humedad relativa	85% a 90%
Tiempo máximo:	25 días

6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo

6.1.1 El muestreo del fruto se efectuará de acuerdo con la NTE INEN 1 750, tabla 3. Los análisis físicos y químicos se realizan a la pulpa obtenida de cinco frutos por cada color, seleccionados al azar dentro del lote.

6.2 Aceptación y rechazo

6.2.1 Si la muestra inspeccionada no cumple con uno o más de los requisitos establecidos en esta norma, se considera rechazada. En caso de discrepancia, se repetirán los ensayos sobre la muestra reservada para tal fin. Cualquier resultado no satisfactorio, en este segundo caso, será motivo para considerar el lote fuera de norma.

7. MÉTODOS DE ENSAYO

7.1 Determinación de la masa

7.1.1 Se pesan los frutos de manera unitaria en una balanza con una sensibilidad de 1,0 g y se registra la masa.

7.1.2 Los frutos deben separarse según su categoría, y registrar el número de cada una.

7.2 Determinación de sólidos solubles

7.2.1 Se realiza de acuerdo con la NTE INEN 380.

7.3 Determinación del pH

7.3.1 Se realiza de acuerdo con la NTE INEN 381.

7.4 Determinación de la acidez titulable

7.4.1 Se realiza de acuerdo con la NTE INEN 381.

7.5 Determinación de la densidad de la fruta entera

7.5.1 Fundamento: Este método de ensayo se fundamenta en el Principio de Arquímedes

7.5.2 Equipos

7.5.2.1 Balanza analítica, con sensibilidad de 0,01 g.

7.5.2.2 Recipiente de una capacidad de 800 a 1000 cm³.

7.5.3 Reactivos

7.5.3.1 Benceno.

7.5.3.2 Agua destilada.

(Continúa)

7.5.4 Procedimiento

7.5.4.1 Pesar la fruta.

7.5.4.2 Llenar el recipiente con el benceno o el agua destilada en una cantidad de 800 cm³ a 1000 cm³, dependiendo del tamaño del fruto. Tomar en consideración que para el fruto verde se hace esta prueba en benceno.

7.5.4.3 Introducir el fruto de la pitajaya, en el recipiente con líquido.

7.5.4.4 Medir la cantidad de líquido que se desplaza con la introducción del fruto.

7.5.4.5 Para calcular la densidad de la fruta, aplicar la siguiente ecuación:

$$d = \frac{m}{v}$$

En donde:

- d = densidad de la fruta entera, en kg/m³;
- m = masa del fruto entero, en kg; y
- v = volumen desplazado de líquido, en m³.

7.5.4.6 Informe de resultados: Expresar como resultado final el promedio del total de muestras ensayadas.

7.6 Determinación de la densidad del jugo y de la pulpa

7.6.1 Se realiza de acuerdo con la NTE INEN 391.

7.7 Determinación del contenido de pulpa

7.7.1 Mediante la extracción manual (separa la pulpa de la cáscara) y establecer la relación de la masa de la pulpa con la masa total de la fruta.

7.8 Determinación de la relación masa-pulpa

7.8.1 Se realiza de acuerdo a lo establecido en el numeral anterior.

7.9 Determinación del contenido de materia seca

7.9.1 Se realiza de acuerdo con la NTE INEN 382.

8. EMBALAJE

8.1 Los frutos deben acondicionarse y comercializarse en cajas de madera, cartón corrugado, plástico u otro material adecuado que reúna las condiciones de higiene, limpieza, ventilación, resistencia a la humedad, manipulación y transporte, de modo que garantice una adecuada conservación del producto.

8.2 El contenido del empaque debe ser homogéneo, compuesto únicamente por frutos del mismo origen, especie, categoría, color y calibre. La parte visible del contenido del empaque debe ser representativa del conjunto.

8.3 Los materiales utilizados en el interior del empaque deben ser nuevos, limpios, de manera que no puedan causar a los frutos alteraciones externas o internas. Se acepta el uso de papeles o etiquetas con indicaciones comerciales, siempre que se utilicen materiales no tóxicos y que permitan ser posteriormente reciclados. Los empaques deben estar exentos de cualquier cuerpo extraño.

(Continúa)

8.4 Las características del embalaje de madera se encuentran establecidas en la NTE INEN 1 735, y para los productos de exportación deberán satisfacer las disposiciones que exigieren los países de destino.

8.5 La comercialización de este producto debe sujetarse con lo dispuesto en la Ley de Pesas y Medidas y las Regulaciones correspondientes.

9. ROTULADO

9.1 Los envases deben llevar etiquetas o impresiones con caracteres legibles, en español (y en otro idioma, si las necesidades de comercialización así lo dispusieren), y colocadas en tal forma que no desaparezcan bajo condiciones normales de almacenamiento y transporte; (si se usan impresiones litografiadas, éstas no deben estar en contacto con el producto). Cada empaque debe llevar la siguiente información con caracteres visibles:

- a) Identificación del productor, exportador, empacador y/o distribuidor (marca comercial, nombre, dirección o código).
- b) Nombre y variedad del producto: PITAJAYA AMARILLA.
- c) Características comerciales: categoría, calibre, contenido neto expresado en unidades del Sistema Internacional y coloración al empacarse.
- d) País de origen y región productora.
- e) Fecha de empaque.
- f) Impresión con la simbología que indique el manejo adecuado del producto.

(Continúa)

ANEXO NO. 2. NTE INEN 389 DETERMINACIÓN DE pH

Norma Ecuatoriana	CONSERVAS VEGETALES DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACION DEL ION HIDRÓGENO (pH)	INEN 389 Primera Revisión 1985-12
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método potenciométrico para determinar la concentración del Ion hidrógeno (pH) en conservas vegetales.</p> <p style="text-align: center;">2. INSTRUMENTAL</p> <p>2.1 Potenciómetro, con electrodos de vidrio.</p> <p>2.2 Vaso de precipitación de 250 cm³.</p> <p>2.3 Agitador.</p> <p style="text-align: center;">3. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA</p> <p>3.1 Si la muestra es líquida, homogeneizarla convenientemente mediante agitación.</p> <p>3.2 Si la muestra corresponde a productos densos o heterogéneos, homogeneizarla con ayuda de una pequeña cantidad de agua (recientemente hervida y enfriada) y mediante agitación.</p> <p style="text-align: center;">4. PROCEDIMIENTO</p> <p>4.1 Efectuar la determinación por duplicado sobre la misma muestra preparada.</p> <p>4.2 Comprobar el correcto funcionamiento del potenciómetro.</p> <p>4.3 Colocar en el vaso de precipitación aproximadamente 10 g ó 10 cm³ de la muestra preparada, añadir 100 cm³ de agua destilada (recientemente hervida y enfriada) y agitar suavemente.</p> <p>4.4 Si existen partículas en suspensión, dejar en reposo el recipiente para que el líquido se decante.</p> <p>4.5 Determinar el pH introduciendo los electrodos del potenciómetro en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que éstos no toquen las paredes del recipiente ni las partículas sólidas, en caso de que existan.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		

Instituto Ecuatoriano de Normatización, INEN, Casilla 3999 - Baquerizo 454 - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

INEN 389

5. ERRORES DE METODO

5.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder de 0,1 unidades de pH; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

6. INFORME DE RESULTADOS

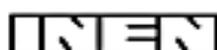
6.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación.

6.2 En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse además cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

6.3 Deben incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

(Continúa)

ANEXO NO. 3. NTE INEN 382 DETERMINACIÓN DE GRADOS BRIX



CDU: 664.8

AL 02.01-302

**Norma Técnica
Ecuatoriana**

**CONSERVASS VEGETALES.
DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES.
METODO REFRACTOMETRICO.**

**NTE INEN 380
Primera revisión
1985-12**

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece el método para determinar el contenido de sólidos solubles en conservas vegetales, mediante lectura refractométrica a 20°C.

2. ALCANCE

2.1 Este método es aplicable particularmente a productos espesos, ricos en azúcares o que contienen material suspendido. Si los productos contienen otras sustancias disueltas, los resultados serán aproximados; sin embargo, por conveniencia, se puede considerar el resultado obtenido por este método como el contenido de sólidos solubles.

3. DEFINICIONES

3.1 Contenido de sólidos solubles determinado por el método refractométrico: concentración de sacarosa (en porcentaje de masa), en una solución acuosa, que tiene el mismo índice de refracción que el producto analizado, en condiciones de concentración y temperatura especificadas.

4. EQUIPOS Y MATERIALES

4.1 Refractómetro con regulador de temperatura. Se puede usar en cualquiera de las modalidades siguientes:

4.1.1 Refractómetro con escala para índice de refracción graduada en 0,001, de modo que permita estimar lecturas de hasta 0,0002. Este refractómetro será calibrado de tal manera que a 20°C registre un índice de refracción de 1,3330 para el agua destilada.

4.1.2 Refractómetro con escala para porcentaje en masa de sacarosa, graduada en 0,50%, de modo que permita estimar lecturas de hasta 0,25%. Este refractómetro será calibrado de modo que a 20°C registre un contenido de sólidos solubles (sacarosa) de cero para el agua destilada.

4.2 Vaso de precipitación de 250 cm³

4.3 Embudo de Buchner para filtración.

(Continúa)

5. PREPARACION DE LA MUESTRA

5.1 Productos líquidos claros. Mezclar bien la muestra y usarla directamente para la determinación.

5.2 Productos semiespesos (purés, pastas, salsas, etc). Mezclar bien la muestra y prensarla a través de una gaza doblada en cuatro partes, rechazando las primeras gotas de líquido y reservando el resto de éste para la determinación.

5.3 Productos espesos (jaleas, etc). Pesar en el vaso de precipitación tarado, hasta 40 g de la muestra con aproximación al 0,1 g. Añadir de 100 a 150 ml de agua destilada y calentar la mezcla hasta ebullición; mantenerla en ebullición por 2 a 3 minutos, agitando con varilla de vidrio. Enfriar y mezclar bien. Dejar en reposo por 20 minutos, pesar con aproximación al 0,01 g y filtrar en embudo de Buchner. Recoger el filtrado en un recipiente seco y reservarlo para la determinación.

5.4 Productos congelados. Descongelar la muestra y retirar, si es necesario, las semillas, pepitas o partes duras; mezclar el producto con el líquido formado durante el proceso de descongelación y proceder según se describe en 5.2 o 5.3, según sea el caso.

5.5 Productos secos. Cortar la muestra en trozos pequeños retirando, de ser necesario, semillas, pepitas o partes duras; mezclar bien y pesar en el vaso de precipitación tarado, de 10 a 20 g de muestra, con aproximación al 0,01 g. Añadir agua destilada en cantidad equivalente a 5 o 10 veces la masa de la muestra, y colocar en un baño de agua hirviendo por 30 minutos, agitando ocasionalmente con varilla de vidrio. Si no se ha obtenido una mezcla homogénea, prolongar el tiempo de calentamiento hasta obtenerla. Enfriar el contenido del vaso y mezclar bien. Dejar reposar por 20 minutos, pesar con aproximación al 0,01 g y filtrar en un recipiente seco, reservando el filtrado para la determinación.

6. PROCEDIMIENTO

6.1 La determinación debe hacerse por duplicado sobre la misma muestra de laboratorio.

6.2 Ajustar la circulación de agua del refractómetro para operar a la temperatura requerida (entre 15 y 25°C).

6.3 Colocar 2 o 3 gotas de la muestra preparada según el numeral 5 en el prisma fijo del refractómetro y ajustar inmediatamente el prisma móvil. Continuar la circulación de agua durante el tiempo necesario para que tanto los prismas como la solución de ensayo alcancen la temperatura requerida, que debe permanecer constante, dentro del rango de $\pm 0,5^\circ\text{C}$ durante toda la determinación.

6.4 Leer el valor del índice de refracción o el porcentaje en masa de sacarosa, según el instrumento que se haya usado (4.1.1 o 4.1.2).

(Continúa)

6.5 Se recomienda el uso de una lámpara de vapor de sodio, que permite la obtención de resultados más precisos, especialmente en el caso de productos coloreados u oscuros.

7. CALCULOS

El contenido de sólidos solubles expresado como porcentaje de masa se obtiene de la siguiente manera:

7.1 Correcciones

7.1.1 Si la lectura se efectuó a una temperatura diferente de $20 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, se aplicará la corrección siguiente:

7.1.1.1 Refractómetro con escala para índice de refracción:

$$N_D^{20} = N_D^t + 0,00013(t - 20)$$

N_D^{20} = índice de refracción a 20°C

N_D^t = índice de refracción a la temperatura a la que se efectuó el ensayo

t = temperatura a la que se realizó el ensayo (en grados C)

7.1.1.2 Refractómetro con escala para porcentaje en masa de sacarosa. Corregir la lectura usando la Tabla 1 del apéndice X.

7.1.2 Cuando el producto lo requiera, realizar la corrección por acidez según la Tabla 3 del apéndice X.

7.2 Métodos y fórmulas de cálculo. El contenido de sólidos solubles, expresado como porcentaje de masa, se obtiene de la siguiente manera:

7.2.1 *Refractómetro con escala para índice de refracción.* Obtener de la Tabla 2 del apéndice X, el porcentaje en masa de sacarosa correspondiente al índice de refracción determinado según 6.4 y corregido, de ser necesario, según 7.1.1.1 y 7.1.2. En el caso de productos líquidos o semi-espesos (5.1 o 5.2), el valor encontrado en la Tabla 3 del Apéndice X, es el contenido de sólidos solubles. En el caso de los productos espesos, congelados o secos, el contenido de sólidos solubles se obtiene aplicando la fórmula siguiente:

$$\frac{P \times M_1}{M_0}$$

Siendo:

P = % (m/m) de sólidos solubles en la solución diluida

M_0 = masa, en gramos, de la muestra antes de la dilución

M_1 = masa, en gramos, de la muestra después de la dilución

7.2.2 Refractómetro con escala para porcentaje en masa de sacarosa. Para productos líquidos o semi espesos, el contenido de sólidos solubles (% de sacarosa m/m) es el valor determinado según 6.4 y corregido, de ser necesario, según 7.1.1.2 y 7.1.2. Para productos espesos, congelados o secos, calcular el contenido de sólidos solubles mediante la fórmula indicada en 7.2.1.

8. ERRORES DE METODO

8.1 La diferencia entre los resultados de dos determinaciones sucesivas realizadas por el mismo analista no excederá de 0,5 g de sólidos solubles por 100 g de producto.

9. INFORME DE RESULTADOS

9.1 Reportar como resultado final la media aritmética de dos determinaciones que cumplan con lo indicado en 8.1.

9.2 Expresar el resultado con una cifra decimal

9.3 En el informe de resultados debe indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma, o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

9.4 Deben incluirse todos los detalles necesarios para la completa identificación de las muestras.

APENDICE X
TABLA 1. Corrección de las lecturas del refractómetro con escala para sacarosa a una temperatura diferente de 20 ± 0,5°C

Temperatura (°C)	Lecturas de la Escala para contenido de sólidos solubles (% m/m)									
	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70
	Sustraer del porcentaje de sólidos solubles									
15	0,29	0,31	0,33	0,34	0,34	0,35	0,37	0,38	0,39	0,40
16	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,28	0,30	0,30	0,31	0,32
17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22	0,23	0,23	0,24
18	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16
19	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08
	Añadir al porcentaje de sólidos solubles									
21	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
22	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16
23	0,20	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24
24	0,27	0,28	0,29	0,30	0,30	0,31	0,31	0,31	0,32	0,32
25	0,35	0,36	0,37	0,38	0,38	0,39	0,40	0,40	0,40	0,40

TABLA 2. Índice de refracción y porcentaje en masa de sólidos solubles (sacarosa) correspondiente

Índice de Refracción	Contenido de sólidos solub. (Sacarosa)	Índice de Refracción	Contenido de sólidos solub. (Sacarosa)	Índice de Refracción	Contenido de sólidos solub. (sacarosa)	Índice de Refracción	Contenido de sólidos solub. (Sacarosa)
n_D^{20}	% (m/m)						
1,333 0	0	1,367 2	22	1,407 6	44	1,455 8	66
1,334 4	1	1,368 9	23	1,409 6	45	1,458 2	67
1,335 9	2	1,370 6	24			1,460 6	68
1,337 3	3	1,372 3	25	1,411 7	46	1,463 0	69
1,338 8	4			1,413 7	47	1,465 4	70
1,340 3	5	1,374 0	26	1,415 8	48		
		1,375 8	27	1,417 9	49	1,467 9	71
1,341 8	6	1,377 5	28	1,420 1	50	1,470 3	72
1,343 3	7	1,379 3	29			1,472 8	73
1,344 8	8	1,381 1	30	1,422 2	51	1,475 3	74
1,346 3	9			1,424 3	52	1,477 8	75
1,347 8	10	1,382 9	31	1,426 5	53		
		1,384 7	32	1,428 6	54	1,480 3	76
1,349 4	11	1,386 5	33	1,430 8	55	1,482 9	77
1,350 9	12	1,388 3	34			1,485 4	78
1,352 5	13	1,390 2	35	1,433 0	56	1,488 0	79
1,354 1	14			1,435 2	57	1,490 6	80
1,355 7	15	1,392 0	36	1,437 4	58		
		1,393 9	37	1,439 7	59	1,493 3	81
1,357 3	16	1,395 8	38	1,441 9	60	1,495 9	82
1,358 9	17	1,397 8	39			1,498 5	83
1,360 5	18	1,399 7	40	1,444 2	61	1,501 2	84
1,362 2	19			1,446 5	62	1,503 9	85
1,363 8	20	1,401 6	41	1,448 8	63		
		1,403 6	42	1,451 1	64		
1,365 5	21	1,405 6	43	1,453 5	65		

(Continúa)

**TABLA 3. Correcciones por acidez para obtener °Brix a partir de lecturas refractométricas
(Basadas en contenido de ácido cítrico de jugos cítricos u otras soluciones que contienen apear)
Añadir al valor obtenido para porcentaje de sólidos solubles (m/m)**

Ojo Acido Corro		% Acido Corro							
0,0	0,00	7,0	1,34	14,0	2,64	21,0	3,88	28,0	5,10
0,2	0,04	7,2	1,38	14,2	2,69	21,2	3,91	28,2	5,14
0,4	0,08	7,4	1,42	14,4	2,72	21,4	3,95	28,4	5,18
0,6	0,12	7,6	1,46	14,6	2,75	21,6	3,99	28,6	5,22
0,8	0,16	7,8	1,50	14,8	2,78	21,8	4,02	28,8	5,25
1,0	0,20	8,0	1,54	15,0	2,81	22,0	4,05	29,0	5,28
1,2	0,24	8,2	1,58	15,2	2,85	22,2	4,09	29,2	5,31
1,4	0,28	8,4	1,62	15,4	2,89	22,4	4,13	29,4	5,35
1,6	0,32	8,6	1,66	15,6	2,93	22,6	4,17	29,6	5,39
1,8	0,36	8,8	1,69	15,8	2,97	22,8	4,20	29,8	5,42
2,0	0,39	9,0	1,72	16,0	3,00	23,0	4,24	30,0	5,46
2,2	0,43	9,2	1,76	16,2	3,03	23,2	4,27	30,2	5,49
2,4	0,47	9,4	1,80	16,4	3,06	23,4	4,30		
2,6	0,51	9,6	1,83	16,6	3,09	23,6	4,34		
2,8	0,54	9,8	1,87	16,8	3,13	23,8	4,38		
3,0	0,58	10,0	1,91	17,0	3,17	24,0	4,41		
3,2	0,62	10,2	1,95	17,2	3,21	24,2	4,44		
3,4	0,66	10,4	1,99	17,4	3,24	24,4	4,48		
3,6	0,70	10,6	2,03	17,6	3,27	24,6	4,51		
3,8	0,72	10,8	2,06	17,8	3,31	24,8	4,54		
4,0	0,78	11,0	2,10	18,0	3,35	25,0	4,58		
4,2	0,81	11,2	2,14	18,2	3,38	25,2	4,62		
4,4	0,85	11,4	2,18	18,4	3,42	25,4	4,66		
4,6	0,89	11,6	2,21	18,6	3,46	25,6	4,69		
4,8	0,93	11,8	2,24	18,8	3,49	25,8	4,73		
5,0	0,97	12,0	2,27	19,0	3,53	26,0	4,76		
5,2	1,01	12,2	2,31	19,2	3,56	26,2	4,79		
5,4	1,04	12,4	2,35	19,4	3,59	26,4	4,83		
5,6	1,07	12,6	2,39	19,6	3,63	26,6	4,86		
5,8	1,11	12,8	2,42	19,8	3,68	26,8	4,90		
6,0	1,15	13,0	2,46	20,0	3,70	27,0	4,94		
6,2	1,19	13,2	2,50	20,2	3,73	27,2	4,97		
6,4	1,23	13,4	2,54	20,4	3,77	27,4	5,00		
6,6	1,27	13,6	2,57	20,6	3,80	27,6	5,03		
6,8	1,30	13,8	2,61	20,8	3,84	27,8	5,06		

(Continúa)

ANEXO NO. 4. NTE INEN 381 DETERMINACIÓN DE ACIDEZ



CDU: 664.8

AL 03.02-303

Norma Técnica
Ecuatoriana

**CONSERVAS VEGETALES
DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE
METODO POTENCIOMETRICO DE REFERENCIA**

INEN 381
Primera revisión
1985-12

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece el método potenciométrico para determinar la acidez titulable en conservas vegetales y Jugos de frutas.

2. RESUMEN

2.1 Determinar la acidez titulable mediante un potenciómetro y utilizando hidróxido de sodio.

3. INSTRUMENTAL

3.1 Balanza analítica, sensible al 0,1 mg.

3.2 Potenciómetro, con electrodos de vidrio.

3.3 Agitador mecánico o electromagnético.

3.4 Mortero.

3.5 Matraz Erlenmeyer de 250 cm³.

3.6 Condensador de reflujo.

3.7 Matraz volumétrico de 250cm³.

3.8 Baño de agua.

3.9 Embudo; para filtración.

4. REACTIVOS

4.1 Solución 0,1 N de hidróxido de sodio.

4.2 Solución reguladora, de pH conocido. Se recomienda pH = 9.

(Continúa)

5. PREPARACION DE LA MUESTRA

5.1 Productos líquidos o fácilmente filtrables (jugos, jarabes, líquidos de encurtido y productos fermentados).

5.1.1 Mezclar convenientemente la muestra y filtrar utilizando algodón o papel filtro.

5.1.2 Colocar 25 cm³ del líquido filtrado en un matraz volumétrico de 250 cm³ y diluir a volumen con agua destilada previamente hervida y enfriada, mezclando luego perfectamente la solución.

5.2 Productos densos o difíciles de filtrar, (salsas en conserva, mermeladas, jaleas).

5.2.1 Mezclar y ablandar la muestra en un mortero.

5.2.2 Pesar 25 g de muestra, con aproximación al 0,01 g, y transferir a un matraz Erlenmeyer, añadiendo luego 50 cm³ de agua destilada caliente; mezclar convenientemente hasta obtener un líquido de aspecto uniforme.

5.2.3 Acoplar el condensador de reflujo en el matraz Erlenmeyer y calentar en el baño de agua hirviente durante 30 min; enfriar y transferir el contenido a un matraz volumétrico de 250 cm³, diluyendo a volumen con agua destilada previamente hervida y enfriada.

5.2.4 Mezclar perfectamente y filtrar.

5.3 Productos sólidos, secos y congelados.

5.3.1 Fraccionar en partes pequeñas la muestra que previamente deberá descongelarse, si es necesario; limpiar la muestra de tallos, semillas y otros cuerpos extraños.

5.3.2 Triturar la muestra en el mortero y pesar, con aproximación al 0,01 g, aproximadamente 25 g de la misma, continuando luego como se indica en 5.2.2.

6. PROCEDIMIENTO

6.1 La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

6.2 Comprobar el funcionamiento correcto del potenciómetro utilizando la solución reguladora de pH conocido.

6.3 Lavar el electrodo de vidrio varias veces con agua destilada hasta que la lectura del pH sea de aproximadamente 6.

(Continúa)

6.4 Colocar en un matraz volumétrico de 25 a 100 cm³ de la muestra preparada, según la acidez esperada, y sumergir los electrodos en la muestra.

6.5 Añadir rápidamente de 10 a 50 cm³ de la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, agitando hasta alcanzar pH 6, determinado con el potenciómetro.

6.6 Continuar añadiendo lentamente solución 0,1 N de hidróxido de sodio hasta obtener pH 7; luego, adicionar la solución 0,1 N de hidróxido de sodio en cuatro gotas por vez, registrando el volumen de la misma y el pH obtenido después de cada adición, hasta alcanzar pH 8,3 aproximadamente.

6.7 Por interpolación, establecer el volumen exacto de solución 0,1 N de hidróxido de sodio añadido, correspondiente al pH 8,1.

7. CALCULOS

7.1 La acidez titulable se determina mediante la ecuación siguiente:

7.1.1 Para productos líquidos:

$$A = \frac{(V_1 N_1 M) 10}{V_2}$$

Siendo:

A = g de ácido en 1 000 cm³ de producto.

V₁ = cm³ de NaOH usados para la titulación de la alícuota.

N₁ = normalidad de la solución de NaOH.

M = peso molecular del ácido considerado como referencia.

V₂ = volumen de la alícuota tomada para el análisis en 6.4.

7.1.2 Para productos sólidos:

$$A = \frac{V_1 N_1 M}{V_2}$$

Siendo:

A = g de ácido por 100 g de producto.

V₁ = cm³ de NaOH usados para la titulación de la alícuota.

N₁ = normalidad de la solución de NaOH.

M = peso molecular del ácido considerado como referencia.

V₂ = volumen de la alícuota tomada para el análisis en 6.4.

(Continúa)

8. ERRORES DE METODO

8.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder del 2% del promedio aritmético de los resultados; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

9. INFORME DE RESULTADOS

9.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación, con una cifra decimal.

9.2 La acidez titulable se expresa en gramos del ácido predominante en el producto analizado por 100 g ó 1 000 cm³ de la muestra. En este caso, debe considerarse lo indicado en el Anexo A.

9.3 En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

9.4 Deben incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

(Continua)

ANEXO A
ACIDOS PRESENTES EN CONSERVAS VEGETALES

ACIDOS	PRODUCTOS	GRAMOS POR MILIEQUIVALENTE
Málico	Derivados de frutas con semilla o huesillos	0,067
Cítrico anhidro	Derivados de bayas y frutas cítricas	0,064
Cítrico monohidratado	Derivados de bayas y frutas cítricas	0,070
Tartárico	Derivados de la vid	0,075
Oxálico	Derivados de espinacas y tallos	0,045
Acético	Productos encurtidos y adobados	0,060

(Continua)

**ANEXO NO. 5. NTE INEN 1529-10: 1998 DETERMINACIÓN DE LA
CANTIDAD DE MICROORGANISMOS MOHOS Y LEVADURAS.
RECUENTO EN PLACA POR SIEMBRA EN PROFUNDIDAD.**

Norma Técnica Ecuatoriana Opcional	CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS. MOHOS Y LEVADURAS VIABLES. RECUENTO EN PLACA POR SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	NTE INEN 1 529-10:98 1998-01
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma describe el método para cuantificar el número de unidades propagadoras de mohos y levaduras en un gramo ó centímetro cúbico de muestra.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma especifica el método de recuento, en placa, por siembra en profundidad, para el recuento de mohos y levaduras.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Mohos. Son ciertos hongos multicelulares, filamentosos, cuyo crecimiento en los alimentos se conoce fácilmente por su aspecto aterciopelado o algodonoso. Están constituidos por filamentos ramificados y entrecruzados, llamados "hifas", cuyo conjunto forma el llamado "micelio" que puede ser coloreado o no. Los mohos pueden formar, sobre ciertos alimentos, toxinas, llamadas micotoxinas. Provocan la alteración de productos alimenticios, especialmente los ácidos: yogur, jugos, frutas, etc., o los de presión osmótica elevada: productos deshidratados, jarabes, algunos productos salados, etc.</p> <p>3.2 Levaduras. Son hongos cuya forma de crecimiento habitual y predominante es unicelular. Poseen una morfología muy variable: esférica, ovóidea, piriforme, cilíndrica, triangular o, incluso, alargada, en forma de micelio verdadero o falso. Su tamaño supera al de las bacterias. Al igual que los mohos, causan alteraciones de los productos alimenticios, especialmente los ácidos y presión osmótica elevada.</p> <p>3.3 Recuento de mohos y levaduras viables. Es la determinación del número de colonias típicas de levaduras y mohos que se desarrollan a partir de un gramo o centímetro cúbico de muestra, en un medio adecuado e incubado entre 22°C y 25°C.</p> <p style="text-align: center;">4. RESUMEN</p> <p>4.1 Este método se basa en el cultivo entre 22°C y 25°C de las unidades propagadoras de mohos y levaduras, utilizando la técnica de recuento en placa por siembra en profundidad y un medio que contenga extracto de levadura, glucosa y sales minerales.</p> <p style="text-align: center;">5. MATERIAL Y MEDIOS DE CULTIVO</p> <p>5.1 Materiales. La vidriería debe resistir esterilizaciones repetidas y todo el material debe estar perfectamente limpio y estéril.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		
<p>DESCRIPTORES: Productos alimenticios. Análisis microbiológico, conteo, mohos y levaduras</p>		

5.1.1 Placas Petri

5.1.2 Pipetas serológicas de boca ancha de 1; 5 y 10 cm³ graduadas en 1/10 de unidad.

5.2 Medio de cultivo

5.2.1 Agar sal-levadura de Davis o similar. Ver NTE INEN 1 529-1.

6. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

6.1 Preparar la muestra según su naturaleza, utilizando uno de los procedimientos indicados en la NTE INEN 1 529-2.

7. PROCEDIMIENTO

7.1 Utilizando una sola pipeta estéril, pipetear, por duplicado, alícuotas de 1 cm³ de cada una de las diluciones decimales en placas Petri adecuadamente identificadas. Iniciar por la dilución de menor concentración.

7.2 Inmediatamente, verter en cada una de las placas inoculadas, aproximadamente 20 cm³ de agar sal-levadura de Davis (SLD) fundido y templado a $45 \pm 2^\circ\text{C}$. La adición del medio de cultivo no debe pasar más de 15 minutos, a partir de la preparación de la primera dilución.

7.3 Delicadamente, mezclar el inóculo de siembra con el medio de cultivo, imprimiendo a la placa movimientos de vaivén, 5 veces en una dirección; hacerla girar cinco 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 cinco veces en sentido contrario a las agujas de reloj.

7.4 Utilizar una placa para el control de la carga microbiana del ambiente, la cual no debe exceder de 15 colonias/placa, durante 15 minutos de exposición. Este límite es mantenido mediante prácticas adecuadas de limpieza y desinfección.

7.5 Como prueba de esterilidad del medio, en una placa sin inóculo verter aproximadamente 20 cm³ del agar.

7.6 Dejar las placas en reposo hasta que se solidifique el agar.

7.7 Invertir las placas e incubarlas entre 22°C y 25°C , por cinco días.

7.8 Examinarlas a los dos días de incubación y comprobar si se ha formado micelio aéreo. Las primeras colonias que se desarrollan son las de levaduras, que suelen ser redondas, cóncavas, estrelladas. La mayoría de las colonias jóvenes de levaduras son húmedas y algo mucosas, también pueden ser harinosas, blanquecinas y algunas cremosas y rosadas. En ciertos casos, apenas cambian al envejecer, otras veces se desecan y encogen. Las colonias de mohos tienen un aspecto algodónoso característico.

7.9 Cuando el micelio aéreo de los mohos amenace cubrir la superficie de la placa, dificultando las lecturas posteriores; pasados dos días, realizar recuentos preliminares en cualquier placa que se pueda distinguir las colonias.

(Continua)

7.10 A los cinco días, seleccionar las placas que presenten entre 10 y 150 colonias y contarlas sin el auxilio de lupas. A veces pueden desarrollarse colonias pequeñas, éstas son de bacterias acidófilas y, por tanto, deben excluirse del recuento. Las colonias de levaduras deben ser comprobadas por examen microscópico

7.11 Contar las colonias de mohos y levaduras en conjunto o separadamente. Si las placas de todas las diluciones contienen más de 150 colonias, contar en las placas inoculadas con la menor cantidad de muestra.

7.12 Cálculos

7.12.1 Cálculo del número (N) de unidades propagadoras (UP) de mohos y/o levaduras por centímetro cúbico ó gramo de muestra. Calcular según la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\text{número total de colonias contadas o calculadas}}{\text{cantidad total de muestra sembrada}}$$

$$N = \frac{\sum C}{V(n_1 + 0,1m_2)d}$$

Donde:

$\sum C$ = suma de las colonias contadas o calculadas en todas las placas elegidas;

n_1 = número de placas contadas de la primera dilución seleccionada;

n_2 = número de placas contadas de la segunda dilución seleccionada;

d = dilución de la cual se obtuvieron los primeros recuentos, por ejemplo 10^{-2} ;

V = volumen del inóculo sembrado en cada placa.

Ejemplo:

Volumen sembrado	= 1 cm ³
Dilución 10 ⁻²	= 83 y 97 colonias
Dilución 10 ⁻³	= 33 y 28 colonias
Número	= $\frac{83 + 97 + 33 + 28}{1(2 + 0,1 \times 2)10^{-2}}$
	= $\frac{241}{0,022}$
	= 10 954 expresado como 1,1 x 10 ⁴

7.12.2 Redondeo. El valor obtenido redondear a dos cifras significativas de la siguiente manera (NTE INEN 52):

7.12.2.1 Si el tercer dígito, empezando por la izquierda es menor de cinco, mantener inalterado el segundo dígito y reemplazar por ceros los restantes. Por ejemplo, si el valor calculado fuere 553 000, redondeado a 550 000 y expresar como 5,5 x 10⁵. Si el tercer dígito, empezando por la izquierda es superior a cinco, añadir una unidad al segundo dígito; por ejemplo, si el valor obtenido fue 10 954, redondearlo a 11 000 y expresar 1,1 x 10⁴.

(Continúa)

7.12.2.2 Si el tercer dígito empezando por la izquierda es cinco y es seguido de, por lo menos, un dígito, añadir una unidad al segundo dígito y reemplazar por ceros a los restantes. Por ejemplo, si el valor obtenido fue 31 554, redondearlo a 32 000 y expresar como $3,2 \times 10^4$. Si el tercer dígito es cinco y no es seguido de otro (s) dígito (s) ó lo es únicamente por ceros, añadir una unidad al segundo dígito, si éste es impar; si es par ó cero conservarlo inalterado, ejemplo: 235 redondear a 240 y expresar como $2,4 \times 10^2$, 24 500 redondear a 24 000 y expresar como $2,4 \times 10^4$.

7.12.3 Presentación de resultados

7.12.3.1 Presentar el resultado como número, N, de unidades propagadoras UP de mohos y/o levaduras /cm³ ó g de muestra utilizando solo dos cifras significativas multiplicadas por 10^x (x es la respectiva potencia de 10). Las cifras significativas corresponden al primero y segundo dígitos (empezando por la izquierda) del número de las colonias calculadas (7.12.1).

7.12.3.2 Si no hay desarrollo de colonias en las placas de la suspensión 10⁻¹, presentar como número estimado (N_e), de la siguiente forma:

N_e de UP de mohos y/o levaduras/cm³ ó g = < 1,0 x 10¹

7.12.3.3 Si no hay desarrollo de colonias en las placas sembradas con 1 cm³ de muestra no diluida (producto original líquido), expresar el resultado de la siguiente manera:

N_e de UP de mohos y/o levaduras/cm³ = < 1,0 x 10⁰

7.12.3.4 Si todas las placas sembradas presentan más de 150 colonias, calcular el resultado a partir de las placas sembradas con la dilución más alta y expresar de la siguiente manera:

N_e de UP de mohos y/o levaduras/cm³ o g = > al valor obtenido x fⁿ
f = factor de dilución (valor inverso de la dilución de la muestra).

Indicar entre paréntesis la dilución utilizada. Este resultado sirve como guía para decidir el número de diluciones que se han de realizar en ensayos posteriores y, la decisión de aceptación o rechazo de una partida de alimentos debe basarse solo en valores N.

8. PRECISIÓN DEL MÉTODO

8.1 Repetibilidad del recuento de colonias y error personal.

8.1.1 Los resultados obtenidos por la misma persona al contar por segunda vez las colonias de una misma placa, no deben variar en más del 5% y del 10% cuando es realizado por otra persona.

8.1.2 Por razones estadísticas, el intervalo de confianza para este método varía, en el 95% de los casos, desde ± 16% a ± 52%. En la práctica, es posible observar variaciones mayores, especialmente entre resultados obtenidos por diferentes analistas.

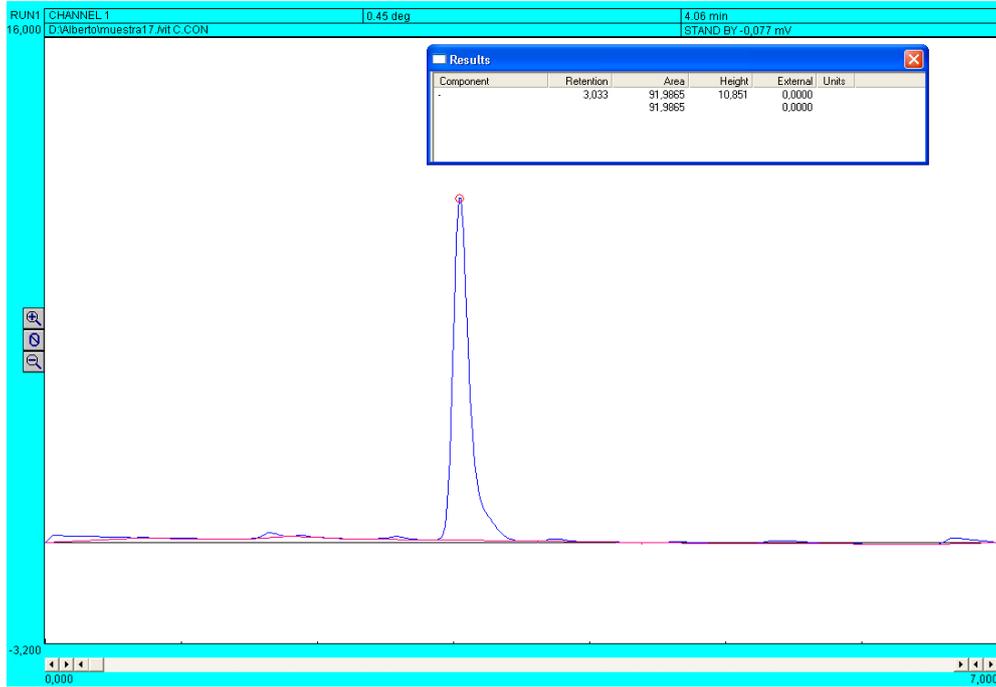
(Continúa)

9. INFORME DEL ENSAYO

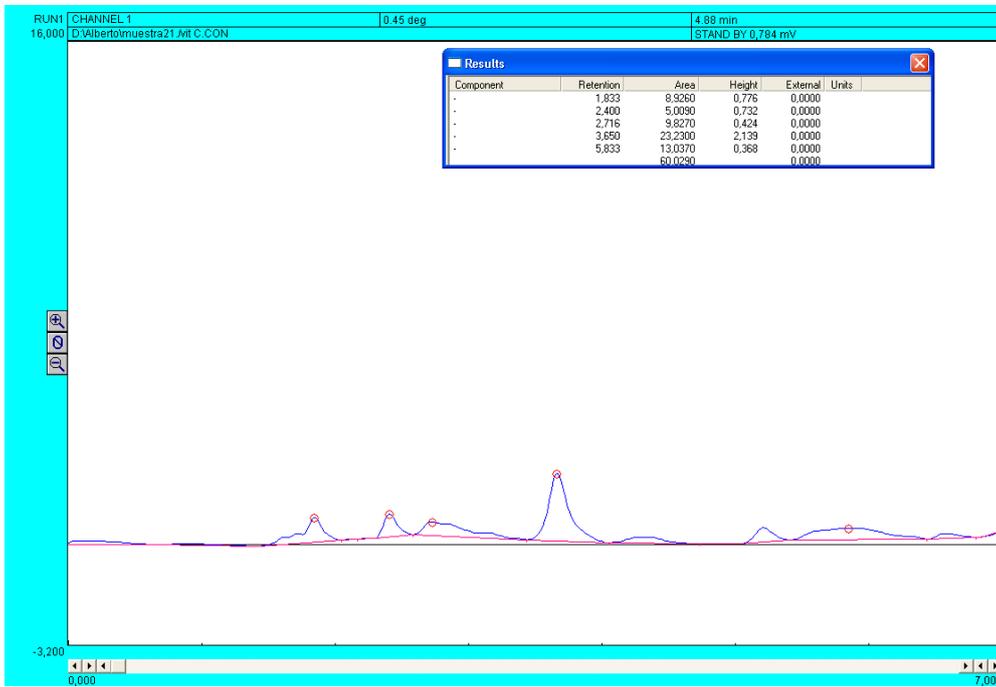
9.1 En el Informe del ensayo indicar la norma de referencia, la temperatura de incubación, los resultados obtenidos, todas las condiciones operativas no especificadas en esta norma o aquellas consideradas como opcionales y los incidentes que puedan haber influenciado en el resultado. Además, se debe incluir toda la información necesaria para la completa identificación de la muestra

(Continua)

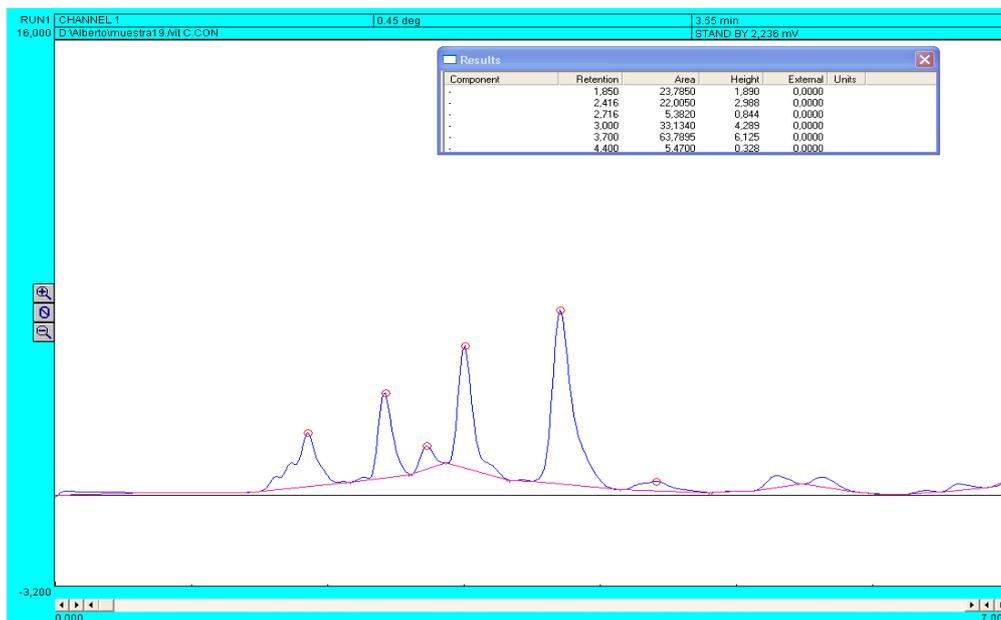
ANEXO No. 6. CROMATOGRAMA DEL ESTÁNDAR DE VITAMINA C.



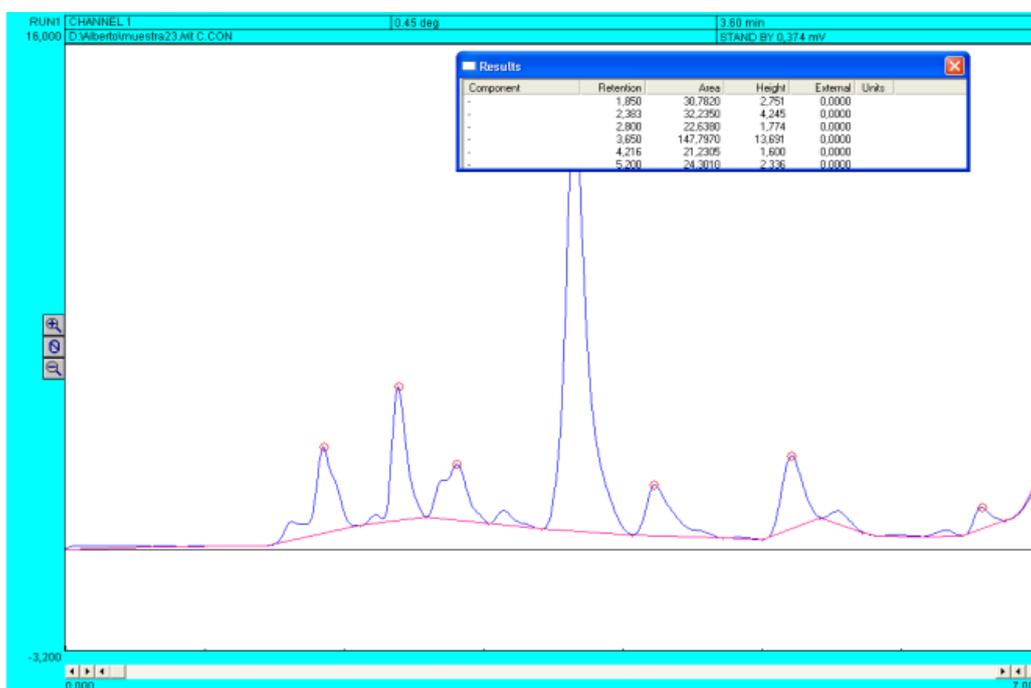
ANEXO No. 7. CROMATOGRAMA DE LA PITAHAYA FRESCA DE VITAMINA C.



ANEXO No.8. CROMATOGRAMA DE VITAMINA C DE LA MUESTRA LIOFILIZADA.



ANEXO No. 9. CROMATOGRAMA DE VITAMINA C DE LA MUESTRA DESHIDRATADA EN BANDEJAS.



**ANEXO No. 10. FORMATO DEL TEST DE DEGUSTACIÓN DE LOS JUGOS DE PITAHAYA
APLICADO EN 20 PERSONAS.**

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

Estamos desarrollando un proyecto de investigación en la aceptabilidad de un jugo de pitahaya fresca, deshidratada en bandejas y liofilizada, por ello solicitamos su colaboración sincera y ética para establecer la mejor formulación.

TIPO: Valoración **FECHA:** _____

MÉTODO: Escala hedónica **HORA:** _____

PRODUCTO: Jugos de pitahaya deshidratada en bandejas, liofilizada y fresca.

Sírvase degustar las muestras que se presentan y califíquelas de acuerdo a la siguiente escala hedónica:

MUESTRAS	ESCALA HEDÓNICA								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
									
									
									

EQUIVALENCIA:

1= me disgusta extremadamente

5=no me gusta ni me disgusta

2= me disgusta mucho

6=me gusta levemente

3= me disgusta moderadamente

7=me gusta moderadamente

4= me disgusta levemente

8=me gusta mucho

9= me gusta extremadamente

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

Estamos desarrollando un proyecto de investigación en la aceptabilidad de un jugo de pitahaya fresca, deshidratada en bandejas y liofilizada, por ello solicitamos su colaboración sincera y ética para establecer la mejor formulación.

TIPO: Valoración **FECHA:** _____

MÉTODO: Descriptivo **HORA:** _____

PRODUCTO: jugo de pitahaya fresca, liofilizada y deshidrata en bandeja

Sírvase degustar las muestras que se presentan y califique sus factores o atributos de calidad de acuerdo a la siguiente escala:

ATRIBUTOS DE CALIDAD	ESCALA DE VALORACIÓN			
				
Fluidez	1 a 5			
Color	1 a 5			
Aroma	1 a 5			
Sabor	1 a 5			
Textura	1 a 5			
CALIFICACIÓN TOTAL				

EQUIVALENCIA:

1= malo

3= bueno

2= regular

4= muy bueno

5=excelente

¡GRACIAS POR SU AYUDA!

ANEXO No. 11.FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN.



FOTOGRAFÍA No. 2. SELECCIÓN DE LA MATERIA PRIMA.



FOTOGRAFÍAS No. 3 Y 4. LAVADO Y RETIRADO DE BRACTEAS.



FOTOGRAFÍAS No. 5 Y 6. PITAHAYA EN PULPA.



FOTOGRAFÍAS No. 7 Y 8. EXPUESTAS A DESHIDRATACION.



FOTOGRAFÍAS No. 9, 10 Y 11. PITAHAYA DESHIDRATADA.

ANEXO No. 12. FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE LIOFILIZACIÓN.



FOTOGRAFÍAS No. 12, 13 Y 14. LAVADO Y RETIRADO DE BRACTEAS.



FOTOGRAFÍAS No. 15 Y 16. PITAHAYA EN PULPA Y CONGELADA.



FOTOGRAFÍAS No. 17, 18 Y 19. EXPUESTAS A LIOFILIZACIÓN.



FOTOGRAFÍAS No. 20 Y 21. PITAHAYA LIOFILIZADA.

ANEXO No. 13.FOTOGRAFÁS DEL ANÁLISIS BROMATÓLOGICO DE LA PIATAHAYA FRESCA, LIOFILIZADA Y DESHIDRATADA.



FOTOGRAFÍA No. 22. DETERMINACION DE HUMEDAD.



FOTOGRAFÍA No. 23. DETERMINACION DE CENIZAS.



FOTOGRAFÍA No. 24. DETERMINACION DE PROTEÍNA.



FOTOGRAFÍA No. 25. DETERMINACION DE GRASA.



FOTOGRAFÍA No. 26. DETERMINACION DE % ACIDEZ.



FOTOGRAFÍA No. 27. DETERMINACION DE pH.

ANEXO No. 14. TEST DE DEGUSTACION DE LOS JUGOS DE PITAHAYA APLICADO A 20 PERSONAS.



ANEXO No.15.RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

CUADRO No. 9. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADISTICO DE VARIANZA DE UN FACTOR PARA EL PARAMETRO DE FIBRA DE LA PIYAHAYA FRESCA, LIOFILIZADA Y DESHIDRATADA EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS.

ANOVA						
Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
P. Deshidratada	2	11,23	5,615	0,02645		
P. liofilizada	2	13,74	6,87	1,9602		
P. fresca	2	11,082	5,541	0,116162		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2,23116133	2	1,11558067	5	0,33796468	9,552094
Dentro de los grupos	2,102812	3	0,70093733			
Total	4,33397333	5				

CUADRO No. 10 y No. 11. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA DE UN FACTOR PARA EL PARAMETRO DE PROTEÍNA DE LA PIYAHAYA FRESCA, LIOFILIZADA Y DESHIDRATADA EN BANDEJAS.

Descriptivos

Proteína

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1.00	2	8.1465	.20294	.14350	6.3232	9.9698
2.00	2	6.2150	.27577	.19500	3.7373	8.6927
3.00	2	9.1400	.38184	.27000	5.7093	12.5707
Total	6	7.8338	1.34996	.55112	6.4171	9.2505

Descriptivos

Proteína

	Mínimo	Máximo
1.00	8.00	8.29
2.00	6.02	6.41
3.00	8.87	9.41
Total	6.02	9.41

ANOVA

Proteína

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	8.849	2	4.424	50.462	.005
Intra-grupos	.263	3	.088		
Total	9.112	5			

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Proteína

HSD de Tukey

(I) deshidratado	(J) deshidratado	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	
dimension2	1.00	2.00	1.93150*	.29610	.015
		n3 3.00	-.99350	.29610	.087
	2.00	1.00	-1.93150*	.29610	.015
		n3 3.00	-2.92500*	.29610	.005
	3.00	1.00	.99350	.29610	.087
		n3 2.00	2.92500*	.29610	.005

Comparaciones múltiples

Proteína

HSD de Tukey

(I) deshidratado	(J) deshidratado	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	
dimension2	1.00	dimensio 2.00	1.93150*	.29610	.015
		n3 3.00	-.99350	.29610	.087
	2.00	dimensio 1.00	-1.93150*	.29610	.015
		n3 3.00	-2.92500*	.29610	.005
	3.00	dimensio 1.00	.99350	.29610	.087
		n3 2.00	2.92500*	.29610	.005

*. LA DIFERENCIA DE MEDIAS ES SIGNIFICATIVA AL NIVEL 0.05.

Comparaciones múltiples

Proteína

HSD de Tukey

(I) deshidratado	(J) deshidratado	Intervalo de confianza al 95%		
		Límite inferior	Límite superior	
dimension2	1.00	dimensio 2.00	.6942	3.1688
		n3 3.00	-2.2308	.2438
	2.00	dimensio 1.00	-3.1688	-.6942
		n3 3.00	-4.1623	-1.6877
	3.00	dimensio 1.00	-.2438	2.2308
		n3 2.00	1.6877	4.1623

Comparaciones múltiples

Proteína HSD de Tukey

(I) deshidratado	(J) deshidratado	Intervalo de confianza al 95%			
		Límite inferior	Límite superior		
dimension2	1.00	dimensio	2.00	.6942	3.1688
		n3	3.00	-2.2308	.2438
	2.00	dimensio	1.00	-3.1688	-.6942
		n3	3.00	-4.1623	-1.6877
	3.00	dimensio	1.00	-.2438	2.2308
		n3	2.00	1.6877	4.1623

Subconjuntos homogéneos

Proteína

HSD de Tukey^a

deshidratado	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
2.00	2	6.2150	
dimen	2		8.1465
sion1	2		9.1400
Sig.		1.000	.087

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Proteína

HSD de Tukey^a

deshidratado	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
2.00	2	6.2150	
dimen 1.00	2		8.1465
sion1 3.00	2		9.1400
Sig.		1.000	.087

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

CUADRO No. 12. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA DE UN FACTOR PARA EL PARAMETRO DE AZUCARES TOTALES DE LA PITAHAYA FRESCA, LIOFILIZADA Y DESHIDRATADA EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS.

ANOVA

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
P. Deshidratada	2	40	20	0
P. liofilizado	2	37	18,5	0
P. fresco	2	40	20	2

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad		Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
		de	de				
Entre grupos	3	2		1,5	2,25	0,25298221	9,552094
Dentro de los grupos	2	3		0,66666667			
Total	5	5					

CUADRO No. 13 Y No. 14. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA DE UN FACTOR PARA EL PARAMETRO DE AZUCARES TOTALES DE LA PITAHAYA FRESCA, LIOFILIZADA Y DESHIDRATADA EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS.

Descriptivos

Azucares Reductores

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1.00	2	20.3050	.24749	.17500	18.0814	22.5286
2.00	2	29.1850	.48790	.34500	24.8014	33.5686
3.00	2	29.7300	1.11723	.79000	19.6921	39.7679
Total	6	26.4067	4.76520	1.94538	21.4059	31.4074

Descriptivos

Azucares Reductores

	Mínimo	Máximo
1.00	20.13	20.48
2.00	28.84	29.53
3.00	28.94	30.52
Total	20.13	30.52

ANOVA

Azúcares Reductores

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	111.988	2	55.994	108.551	.002
Intra-grupos	1.547	3	.516		
Total	113.536	5			

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Azúcares Reductores
HSD de Tukey

(I) deshidratado	(J) deshidratado	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	
dimension2	1.00	dimensio 2.00	-8.88000*	.71822	.002
		n3 3.00	-9.42500*	.71822	.002
	2.00	dimensio 1.00	8.88000*	.71822	.002
		n3 3.00	-.54500	.71822	.750
	3.00	dimensio 1.00	9.42500*	.71822	.002
		n3 2.00	.54500	.71822	.750

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Comparaciones múltiples

Azúcares Reductores

HSD de Tukey

(I) deshidratado	(J) deshidratado	Intervalo de confianza al 95%		
		Límite inferior	Límite superior	
dimension2	1.00	2.00	-11.8812	-5.8788
	dimensio	3.00	-12.4262	-6.4238
	n3			
	2.00	1.00	5.8788	11.8812
	dimensio	3.00	-3.5462	2.4562
	n3			
	3.00	1.00	6.4238	12.4262
	dimensio	2.00	-2.4562	3.5462
	n3			

Subconjuntos homogéneos

Azúcares Reductores

HSD de Tukey^a

deshidratado	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1.00	2	20.3050	
2.00	2		29.1850
3.00	2		29.7300
Sig.		1.000	.750

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 2.000.

CUADRO No. 15. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIANZA DE UN FACTOR PARA EL PARAMETRO DE GRASA DE LA PITAHAYA FRESCA, LIOFILIZADA Y DESHIDRATADA EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS.

Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
P. Deshidratada	2	0,769	0,3845	0,0002205		
P. liofilizado	2	0,597	0,2985	0,0001805		
P. fresco	2	0,43	0,215	0,00045		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,02873233	2	0,01436617	50,6445358	0,00487892	9,5520945
Dentro de los grupos	0,000851	3	0,00028367			
Total	0,02958333	5				