

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**ELABORACIÓN DE ENCONFITADO DE SÁBILA (Aloe Barbadencis)
POR EL MÉTODO DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DIRECTA**

Tesis previa a la obtención del Título de
Ingeniero Agroindustrial

AUTORES: Aguaisa Carrera Oscar Xavier
Carlosama Mora Wilson Andrés

DIRECTOR

Ing. Walter Quezada.Msc.

IBARRA ECUADOR

2007

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

Escuela de Ingeniería Agroindustrial

ELABORACIÓN DE ENCONFITADO DE SÁBILA (Aloe Barbadencis) POR
EL MÉTODO DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DIRECTA

APROBACIÓN DEL DIRECTOR

En calidad de Director de la Tesis presentada por los señores Aguisa Carrera Oscar Xavier y Carlosama Mora Wilson Andrés, como requisito previo para optar por el Título de Ingeniero Agroindustrial, luego de haber revisado minuciosamente, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos para ser sometido a publicación y ser evaluado por parte del Tribunal Calificador, siendo responsable de la dirección del trabajo de investigación contenido en el presente documento.

Ibarra, 16 de octubre de 2007

Ing. Walter Quezada.Msc.

DIRECTOR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

Escuela de Ingeniería Agroindustrial

**ELABORACIÓN DE ENCONFITADO DE SÁBILA (Aloe Barbadencis)
POR EL MÉTODO DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DIRECTA**

AUTORES: Aguaisa Carrera Oscar Xavier

Carlosama Mora Wilson Andrés

En calidad de Asesor de la Tesis presentada por los señores Aguaisa Carrera Oscar Xavier y Carlosama Mora Wilson Andrés, como requisito previo para optar por el Título de Ingeniero Agroindustrial, luego de haber revisado minuciosamente, doy fe de que las observaciones y sugerencias emitidas con anterioridad han sido incorporadas satisfactoriamente al presente documento.

Dra. Lucía Toromoreno

ASESOR

Firma

Fecha

Ing. Jenny Quiroz

ASESOR

Firma

Fecha

Ing. Raúl Arévalo

ASESOR

Firma

Fecha

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que colaboraron y guiaron en la elaboración del presente trabajo de investigación.

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte. A todos y cada uno de señores profesores y personal administrativo.

De manera especial al Ingeniero Walter Quezada, Director de tesis quien con sus conocimientos nos guió para la ejecución del presente trabajo.

Agradecemos a la Dra. Lucía Toromoreno, Ing. Jenny Quiroz, Ing. Raúl Arévalo y al Ing. Marco Cahueñas quienes guiaron y asesoraron de manera desinteresada y oportuna.

DEDICATORIA

A Dios, a mi madre Olga, que esta en el cielo que fue y será un ejemplo de amor, sacrificio y superación.

A mi padre Gavino, por inculcar en mí a ser una persona de bien ante la sociedad, gracias por apoyarme a cumplir con las metas propuestas.

A mis hermanos: Yolanda, Orlando, Yesenia. A mi cuñado José, a toda mi familia por su apoyo incondicional y darme la fortaleza para seguir adelante en los momentos más difíciles de mi vida, gracias por confiar y creer en mí....

Oscar Xavier A.

A Dios por sobre todas las cosas.

A mi madre Clara por todo su amor y comprensión, quien ha luchado incansablemente por sacar a sus hijos adelante y a quien le debo todo lo que soy.

A mi padre Wilson por todo su apoyo, sus consejos y su ejemplo para hacer de mí un hombre de bien.

Este trabajo lo dedicado a todas aquellas personas que a pesar de las adversidades, luchan día a día por conquistar sus sueños, en especial a mis queridos hermanos Edwin, Janeth, Jaime y Maribel.

Wilson Andrés Carlosama Mora.

Las ideas, conceptos, cuadros
figuras y más que se presentan
en esta investigación son
responsabilidad de los autores

Oscar Aguaisa.....

Andrés Carlosama.....

ÍNDICE

PRESENTACIÓN

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

CAPÍTULOS	Pág.
1. GENERALIDADES	
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. OBJETIVOS.....	3
1.2.1. Objetivo General.	3
1.2.2. Objetivos Específicos.	3
1.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.	4
2. CAPÍTULO II: MARCO TEORICO	
2.1. SÁBILA.....	5
2.1.1. Origen y distribución geográfica.	5
2.1.2. Clasificación botánica.	6
2.1.3. Descripción Morfológica.....	6
2.1.4. Variedades	7
2.1.5. Condiciones de cultivo	7
2.1.6. Composición química.....	8
2.1.7. Beneficios del consumo de sábila en la salud.....	9
2.1.8. Propiedades nutricionales del Aloe Vera	10
2.1.9. Aloe vera como componente de un alimento funcional.	10
2.2. DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DIRECTA	10
2.2.1. Fundamentos de la deshidratación osmótica directa.....	11
2.3. EL AZÚCAR EN LA TEGNOLOGÍA DE ALIMENTOS	12
2.4. CONFITADO	12
2.5. FRUTAS DESHIDRATADAS OSMÓTICAMENTE.....	13

2.5.1.	Proceso de elaboración de frutas deshidratadas osmóticamente.....	14
	Materia prima	14
2.5.2.	Descripción del proceso de elaboración de frutas deshidratadas osmóticamente.	15
3.	MATERIALES Y METODOS	
3.1.	MATERIALES.....	18
3.1.1.	Materia prima e insumos.....	18
3.1.2.	Materiales y equipos de proceso.	18
3.2.	METODOS	20
3.2.1.	Localización	20
3.2.2.	Factores en estudio	20
3.2.3.	Tratamientos.....	21
3.2.4.	Diseño Experimental.....	22
3.2.4.1.	Características del experimento	22
3.2.4.2.	Esquema del análisis de varianza.....	23
3.2.5.	Análisis Funcional	23
3.2.6.	Variables evaluadas	24
3.2.6.1.	Variables Cuantitativas.....	24
3.2.6.2.	Variables Cualitativas	26
3.3.	MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO	27
3.3.1.	Descripción del proceso	30
3.3.1.1.	Obtención de enconfitado de sábila.	30
4.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	
4.1.	SÓLIDOS SOLUBLES EN EL JARABE EN LA ETAPA MEDIA DE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA.....	38

4.2.	SÓLIDOS SOLUBLES DEL JARABE AL FINALIZAR LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA.	42
4.3.	Ph DEL JARABE EN EL PERIODO INTERMEDIO DE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA.	46
4.4.	DISMINUCION pH AL FINAL DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA	51
4.5.	VARIABLE PESO DE LOS TROZOS DE SABILA EN LA FASE INTERMEDIA DE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA	55
4.6.	PÉRDIDA DE PESO DE LOS TROZOS DE SABILA AL FINAL DE LA DESHIDRATACION OSMOTICA.	60
4.7.	ANALISIS ESTADISTICO DE LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES EN EL PRODUCTO TERMINADO	64
4.8.	ANÁLISIS ESTADISTICO DE LA VARIABLE RENDIMIENTO DEL ENCONFITADO DE SÁBILA	68
4.9.	ANÁLISIS SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO	73
4.9.1.	Color	73
4.9.2.	Olor	74
4.9.3.	Sabor	75
4.9.4.	Textura	75
4.10.	ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICOS DEL ENCONFITADO DE SÁBILA	77
4.11.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	78
4.12.	BALANCE DE MATERIALES PARA OBTENER ENCONFITADO DE SÁBILA	78
4.12.1.	Balance de materiales para la obtención de enconfitado de sábila para T7 (17 horas, 75° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm)	80
4.12.2.	Balance de materiales para la obtención de enconfitado de sábila para T11 (20 horas, 75° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm)	81
4.12.3.	Balance de materiales para la obtención de enconfitado de sábila para T5 (14 horas, 65° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm)	82
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	

5.1	CONCLUSIONES.....	83
5.1.	RECOMENDACIONES.....	86
6.	RESUMEN.....	87
7.	SUMMARY	89
8.	BIBLIOGRAFIA.....	91
9.	ANEXOS.....	93

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1:	Composición química de la sábila.....	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 2:	Osmosidad de algunos solutos	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 3:	Tratamientos en estudio	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 4:	Análisis de Varianza.....	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 5:	Disminución de sólidos solubles en la fase intermedia.....	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 6:	Análisis de varianza	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 7:	Prueba de Tukey al 5% para tratamientos.....	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 8:	Prueba DMS para el factor A (Tiempo de deshidratación).....	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 9:	Prueba DMS para el factor B (Sólidos solubles del jarabe).....	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 10:	Prueba DMS para el factor C (Tamaño de los trozos de sábila)	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 11:	Disminución de los grados brix del jarabe al final de la	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 12:	Análisis de varianza	¡Error! Marcador no definido.

- Cuadro13: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 14: Prueba DMS para el factor A **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 15: Prueba DMS para el factor B (Sólidos solubles del jarabe)..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 16: Prueba DMS para el factor C (Tamaño de los trozos) **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 17: Disminución de pH en el jarabe en la fase intermedia **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 18: Análisis de varianza **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 19: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 20: Prueba DMS para el factor A **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 21: Prueba DMS para el factor B **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 22: Prueba DMS para el factor C **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 23: Disminución pH del jarabe al final de la deshidratación **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 24: Análisis de varianza **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 25: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 26: Prueba DMS para el factor A **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 27: Prueba DMS para el factor B **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 28: Prueba DMS para el factor C **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 29: Pérdida de peso de la sábila en la fase intermedia .. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 30: Análisis de varianza **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 31: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 32: Prueba DMS para el factor A **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 33: Prueba DMS para el factor B **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 34: Prueba DMS para el factor C **¡Error! Marcador no definido.**

- Cuadro 35: Pérdida de peso de la sábila al final de la deshidratación ;**Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 36: Análisis de varianza ;**Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 37: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos. ;**Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 38: Prueba DMS para el factor A ;**Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 39: Prueba DMS para el factor B ;**Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 40: Prueba DMS para el factor C ;**Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 41: Sólidos solubles presentes en el producto terminado..... ;**Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 42: Análisis de varianza ;**Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 43: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos. ;**Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 44: Prueba DMS para el factor A ;**Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 45: Prueba DMS para el factor B ;**Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 46: Prueba DMS para el factor C ;**Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 47: Rendimiento del enconfitado de sábila. ;**Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 48: Análisis de varianza ;**Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 49: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos. ;**Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 50: Prueba DMS para el factor A ;**Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 51: Prueba DMS para el factor B ;**Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 52: Prueba DMS para el factor C ;**Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 53: Análisis de Fredman para las variables ;**Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 54: Resultados del análisis físico-químico ;**Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 55: Resultados del análisis microbiológico. ;**Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 58: Rendimiento de materiales y producto terminado... ;**Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE GRÁFICOS

- Gráfico 1: Disminución de los sólidos solubles del jarabe en la fase .intermedia de la deshidratación osmótica..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 2: Disminución de los sólidos solubles del jarabe al finalizar el periodo de deshidratación osmótica..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 3: Diferencia del ph del jarabe en la fase intermedia de la deshidratación osmótica **¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 4: Disminución de pH del jarabe al final de la deshidratación osmótica **¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 5: Pérdida de peso de la sábila en la fase intermedia de la deshidratación osmótica **¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 6: Pérdida de peso de la sábila al final de la deshidratación osmótica. **¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 7: Sólidos solubles presentes en el producto terminado. **¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 8: Rendimiento del enconfitado de sábila **¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 9: Caracterización del color del enconfitado de sábila. **¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 10: Caracterización del olor del enconfitado de sábila. **¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 11: Caracterización del sabor del enconfitado de sábila;**¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 12: Caracterización de la textura del enconfitado de sábila..... **¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Sábila (Aloe vera).....	¡Error! Marcador no definido.
Fotografía 2: Refractómetro.....	¡Error! Marcador no definido.
Fotografía 3: Potenciómetro.....	¡Error! Marcador no definido.
Fotografía 4: Balanza gramera eléctrica	¡Error! Marcador no definido.
Fotografía 5: Hojas de sábila	¡Error! Marcador no definido.
Fotografía 6: Lavado de la sábila.....	¡Error! Marcador no definido.
Fotografía 7: Desinfección de la sábila.....	¡Error! Marcador no definido.
Fotografía 8: Despuntado y separación de filos....	¡Error! Marcador no definido.
Fotografía 9: Fileteado de la sábila	¡Error! Marcador no definido.
Fotografía 10: Troceado de la sábila.....	¡Error! Marcador no definido.
Fotografía 11: Pesado de los trozos de sábila	¡Error! Marcador no definido.
Fotografía 12: Jarabe.....	¡Error! Marcador no definido.
Fotografía 13: Mezclado de la sábila con el jarabe;	¡Error! Marcador no definido.
Fotografía 14: Deshidratación osmótica de los trozos de sábila	¡Error! Marcador no definido.
Fotografía 15: Lavado de la sábila deshidratada osmóticamente;	¡Error! Marcador no definido.
Fotografía 16: Secado de la sábila deshidratada osmóticamente.....	¡Error! Marcador no definido.
Fotografía 17: Almacenamiento del confitado.....	¡Error! Marcador no definido.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

3.1.INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una tendencia global por la investigación y desarrollo de técnicas de conservación de alimentos que permitan obtener productos de alta calidad nutricional y farmacológica, que sean similares en color, aroma y sabor a los alimentos frescos y que no contengan agentes químicos conservantes.

La mayor parte de las frutas se consumen en estado fresco, pero estos pueden ser transformados mediante métodos de deshidratación, como la osmosis directa con jarabes de sacarosa en productos de mayor durabilidad y mejor calidad organoléptica.

Actualmente la tecnología de los alimentos busca conjugar en sus productos cualidades nutritivas y medicinales. De allí la importancia de investigar y crear productos que contengan estos dos beneficios, que van enfocados a un mercado más creciente de consumidores. Tal es el caso del estudio que, busca incorporar al mercado un producto energético, nutritivo y con propiedades curativas como el enconfitado de sábila.

Extensas documentaciones e investigaciones relacionadas con el uso de la sábila, demuestra su alto poder curativo a bajo costo, además detallan su elevado valor nutricional. La sábila es una importante planta utilizada en la cura de enfermedades de la piel, los daños por irradiación, afecciones de los ojos, los desordenes intestinales y enfermedades antivirales.

La industrialización de la sábila en el Ecuador es reducida, esto se debe a la falta de investigaciones en el campo alimenticio. Esta planta se la ha utilizado principalmente enfocada a productos medicinales y cosméticos como jabones,

champú, ungüentos, pastillas, entre otros más y se ha dejado de lado su aplicación en la elaboración de productos alimenticios.

La sábila es utilizada como materia prima en bajos porcentajes en la elaboración de alimentos funcionales, por sus características fitoquímicas. Los alimentos funcionales interactúan con la fisiología humana, en algunos casos la acción se debe a la presencia de una sustancia química que se encuentra en sus estructuras. Por lo que tienen un impacto directo sobre la actividad fisiológica.

La presente investigación permitió dar a la sábila valor agregado mediante un método sencillo aplicable para cualquier persona. Con lo que los conocimientos adquiridos en la Universidad fueron puestos en práctica elaborando un producto novedoso, cabe señalar que en mercado no existen confitados de sábila

En el presente trabajo titulado “Elaboración de enconfitado de sábila por el método de deshidratación osmótica directa” consta de cinco partes. En la primera parte, se hace una introducción del tema, en donde se explica el contenido del documento y la importancia del mismo. En la segunda parte, se hace referencia al marco teórico donde se detalla los aspectos más importantes de la sábila y del proceso de deshidratación osmótica directa.

En la tercera parte se detalla, la metodología del proceso, partiendo con una descripción de los materiales y métodos, como también el diseño experimental, aquí también se indica el diagrama de proceso y su descripción.

La cuarta parte indica los resultados y discusiones, en donde se analizan estadísticamente las variables evaluadas, cuantitativas y cualitativas respectivamente con el fin de probar la hipótesis planteada, también se indica el análisis físico-químico y microbiológico.

Al final basándose en los resultados se concluye y se pone las recomendaciones de toda la investigación. El documento esta sustentado por la bibliografía.

3.2.OBJETIVOS

3.2.1. Objetivo General.

- Elaborar enconfitado de sábila utilizando el método deshidratación osmótica directa.

3.2.2. Objetivos Específicos.

- Determinar la concentración de sólidos solubles en el producto terminado que estarán influenciados por la concentración de jarabes de sacarosa.
- Establecer la influencia del tamaño de los trozos de sábila durante el proceso de deshidratación.
- Evaluar el tiempo adecuado de deshidratación osmótica.
- Determinar la calidad del producto, mediante un análisis físico-químico y sensorial del producto elaborado.

3.3.FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.

La utilización de la deshidratación osmótica directa con jarabes de sacarosa altamente concentrados, el tamaño de los trozos de sábila y el tiempo de deshidratación osmótica, influyen en la elaboración de enconfitado de sábila.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

4.1.SÁBILA

La sábila es una planta con virtudes curativas, las que han sido utilizadas por un gran número de civilizaciones antiguas de algunas partes de Europa, la India y el continente Africano desde hace más de 3000 años, técnicamente conocida como Aloe vera. Su nombre común sábila, procede de la voz árabe “sabaira” que significa amargo y el genero científico Aloe proviene de otra palabra árabe “Alloeh” que significa sustancia brillante amarga.



Sábila (Aloe vera)

4.1.1. Origen y distribución geográfica.

Originaria De África oriental y Meridional, esta planta, se usó en forma prominente en las civilizaciones de Mesopotamia y el Antiguo Egipto. Su uso data hacia el año 2.200 AC en escritos cuneiformes en la tabla de Arsubanipal, en la ciudad de Nippur, también se cita en diversos papiros y documentos egipcios hacia el año 1550 AC. Aún cuando ya se usaba con mucha anterioridad, con fines medicinales y en técnicas de embalsamiento, aparece descrita en los primeros tratados de farmacología griega y en textos bíblicos, es citado como el acíbar (sustancia resinosa medicinal) de la flor roja

del aloe de Socotora, empleada con mirra por Nicodemo, para preservar el cuerpo de Cristo.(Sánchez, J. 2006 s.p.).

4.1.2. Clasificación botánica.

La sábila tiene la siguiente clasificación taxonómica, esto según (Barahona, E. 2006 p.25)

Reino:	Vegetal
Tipo:	Fanerógama
Subtipo:	Angiosperma
Clase:	Monocotiledóneas
Orden:	Lilifloras
Familia:	Liliáceas
Subfamilia:	Liliodeas o Asfodeloideas
Género:	Aloe
Especie:	Vera
Nombre científico:	Aloe vera.
Nombre Vulgar:	Sábila.

4.1.3. Descripción Morfológica

La sábila es una planta que forma aparte del género Aloe y se caracteriza por tener hojas erectas y rígidas largas de constitución carnosas, rectinervadas y acanaladas. Es de ambiente xerofítico teniendo la facultad de cerrar sus poros para retener mejor en su interior el agua. (Guzmán, J. 1999 p.9)

El Tallo es corto y grueso, alrededor de el van creciendo las hojas en forma de rosetón hasta alcanzar la altura de un metro. Puede vivir hasta dos años de edad.

Las Hojas son grandes, gruesas, suculentas o carnudas, cortas, anchas, con dientes doblados hacia arriba, con puntas agudas y espinadas en los bordes. Estas

contienen una gelatina que es llamado acíbar, y es lo que se explota comercialmente.

Las Flores son largas en forma de tubo y de color rojizo-anaranjado. La inflorescencia está sobre un eje cilíndrico, escamoso, que lleva flores anaranjadas, amarillas, en corimbos espigados. El cáliz es tubulosos, casi cilíndrico, de seis divisiones verdosas en limbo, mientras que el resto es rojizo anaranjado. Los estambres salen fuera del cáliz.

El Fruto es una cápsula oblonga, marcada con tres ranuras, de tres celdas, con granos aplanados y angulosos.

La Raíz es larga, formando un rizoma que puede ser dividido para propagar la planta. Cuando se efectúan prácticas culturales y se corta el rizoma se da origen a una nueva planta, llamada hijos. Estos sirven para continuar propagando la plantación.

4.1.4. **Variedades**

El Aloe Vera es una planta de gran interés medicinal utilizada como tal desde hace más de 3000 años. Existen alrededor de 300 especies de Aloe, de las cuales se han demostrado científicamente que son cuatro tipos los que presenta las mayores propiedades medicinales: Aloe barbadencis Millar, Aloe perry Baker, Aloe arborencens. No obstante, Aloe Barbadencis Miller es considerada como la más utilizada en la medicina curativa y la más popular en el mundo entero llamada comúnmente Aloe vera (Vega, A.2005 s.p.).

4.1.5. **Condiciones de cultivo**

Se desarrolla bien en zonas semiáridas se encuentra en alturas que van desde el nivel del mar hasta los 2500 metros, las temperaturas anuales promedio van de 21 a 27 grados centígrados, es muy sensible a las heladas, por debajo de los 4 grados centígrados, los requerimientos de agua abarcan un amplio rango de precipitación pluvial que pueden ser desde los 590 a los 4.030

milímetros al año, sin embargo no es capaz de soportar inundaciones o encharcamientos.

Es resistente a sequías, altas temperaturas, se desarrolla en casi todo tipo de suelos, preferentemente en aquellos con buen drenaje y textura limo-arenosa, dándose en suelos pedregosos e incluso con cierto grado de salinidad. La sábila requiere de luz solar directa, por lo que se recomienda cultivar sin la asociación con otros cultivos es muy sensible a la sombra, así como a la competencia de la maleza por obtener nutrientes. (Sánchez, J. 2006 s.p.).

4.1.6. Composición química

A continuación se presenta la composición química de la sábila.

Cuadro 1: Composición química de la sábila.

NUTRIENTE	SÁBILA PURA (ppm)
Calcio	458
Fósforo	20.1
Cobre	0.11
Hierro	1.18
Magnesio	60.8
Manganeso	1.04
Potasio	797
Sodio	84.4
AMINOACIDOS (*esenciales)	
Acido aspartico	43.00
Acido glutámico	52.00
A lanina	28.00
*Isoleucina	14.00
*Fenilalanina	14.00
*Treonina	31.00
Prolina	14.00
*Valina	14.00
* Leucina	20.00
Histidina	18.00
Serina	45.00
Glicina	28.00
*Metionina	14.00
*Lisina	14.00
Arginina	14.00
Tirosina	14.00
*Triptofano	30.00
PROTEINAS	0.1%

Fuente: Quezada, W. 2004 Separatas Industrias de aceites y jabones.

En el cuadro se muestra que dentro de los nutrientes de sábila se encuentran tres muy importantes como, potasio, calcio y magnesio este ultimo muy importante para el buen funcionamiento del cerebro.

4.1.7. Beneficios del consumo de sábila en la salud.

La sábila brinda un sin número de beneficios en el campo de la medicina herbolaria aplicada al ser humano, estos se menciona a continuación en orden alfabético.

- A. Alergias, abscesos, adicciones (a drogas diversas), aftas, afonía, agotamiento, asma, ampollas, amigdalitis, acné, acidez de estómago, anemia, artritis, arteriosclerosis, anorexia.
- B. Bronquitis, bursitis.
- C. Calambres musculares, calvicie, caspa, cataratas, celulitis, ciática, cirrosis, cólicos, colitis, contusiones, cortes, cistitis, carbunco, cortes al afeitarse, catarros, congestión intestinal, cáncer, cándida, comezones de todo tipo, congestión nasal.
- D. Dermatitis, diabetes, disentería, depresión, dolores de cabeza, dolores de las articulaciones, dolores de muelas, dolores de estómago, dolores musculares, desarreglos evacuatorios, disfunciones intestinales.
- E. Edema, erisipela, epidermitis, exantema, enteritis, esterilidad debida a ciclos anovulatorios, esclerosis múltiple, esguinces, erupciones, enfermedades de las encías, estreñimiento.
- F. Forúnculos, fiebres sin identificar, flatulencias.
- G. Gangrena, glaucoma, gota, gripe
- H. Hemorroides, hepatitis, herpes genital, herpes zoster, halitosis; heridas de todo tipo, hipertensión, hongos.
- I. Insuficiencia arterial, insomnio, ictericia, irritación bucal, indigestión, infecciones por levaduras, infecciones de la vejiga y de los riñones.
- K. Keratosis folicularis.
- L. Laringitis, lepra, lupus, luxaciones, leucemia.
- M. Mal aliento, mastitis (en las vacas), manos ásperas, manchas en la piel, manchas congénitas, meningitis, miopía, mordeduras de serpientes.
- N. Náuseas de todo tipo.
- O. Obesidad, olores (supresión del mal olor en las úlceras), enfermedades de los ojos.
- P. Pie de atleta, piel seca, pezones estriados, parásitos intestinales, picaduras de insectos, pecas seniles, picaduras de víboras y alacranes, psoriasis, prostatitis, picores de todo tipo, problemas del páncreas diversos.
- Q. Quemaduras (térmicas, por radiación, solares, químicas ó por líquidos).
- R. Resfriados.
- S. Sabañones, seborrea, sinusitis, SIDA.
- T. Tendonitis, tracoma, tuberculosis, torceduras, tos, torticolis.
- U. Uñas encarnadas, úlceras en las piernas, úlcera péptica, úlcera de duodeno, (todo tipo de úlceras), urticaria.
- V. Vaginitis, varices, virus de Epstein.
- Z. Zoster (herpes). (http://www.herbogeminis.com/propiedades_v.html)

4.1.8. **Propiedades nutricionales del Aloe Vera**

Según (<http://foreverlivingproducts.netfirms.com/porque/queessabila.htm>), se indica los siguientes nutrientes de la sábila.

Dentro de las hojas de la Planta de Sábila hay una gel gruesa y clara la cual es la fuente natural de muchos nutrientes. De hecho, hay alrededor de 75 substancias que concuerdan con las necesidades del cuerpo humano para mantenerlo saludable y con vitalidad. Sin embargo la razón por la cual esta planta es saludable yace no sólo en el número de nutrientes sino en el balance natural de estas substancias. ¿Dónde más puede encontrarse una fuente que contenga tantos ingredientes benéficos?

La lista incluye:

Vitaminas - A B1 B2 B6 B12 C E

Minerales como calcio para los huesos

Aminoácidos para la construcción de proteínas.

Enzimas utilizadas en el sistema digestivo.

Azúcares incluyendo algunos polisacáridos importantes para el mejoramiento del sistema inmunológico.

Contiene también agentes anti-inflamatorios y anti-microbianos..

4.1.9. **Aloe vera como componente de un alimento funcional.**

En general, todos los alimentos funcionales son apreciados al ser considerados como promotores de la salud. Asimismo, los alimentos funcionales se distinguen por ser un aporte a la salud en cuanto contiene sustancias químicas que contribuyen a prevenir ciertas enfermedades crónicas no transmisibles; reducen el riesgo de algún tipo de anomalías de carácter fisiológico y, en general contribuyen al buen estado de salud del individuo que le permite prolongar o mejorar su calidad de vida.

Por las investigaciones científicas realizadas sobre la composición y las propiedades del Aloe vera, donde se demuestra que posee características y propiedades específicas y beneficiosas para la salud y nutrición humana, es que el Aloe vera puede ser considerado como materia prima o ingrediente principal en la elaboración de alimentos funcionales. Consecuentemente, el Aloe vera se convierte en una excelente fuente de productos químicos nutricionales para el desarrollo y comercialización de nuevos productos para la industria de alimentos funcionales (Vega, A.2005 s.p)

4.2.DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DIRECTA

La deshidratación osmótica es un tratamiento no térmico de deshidratación que permite una eliminación parcial del agua en un alimento y/o la incorporación de solutos de una manera controlada, respetando la calidad inicial del producto. El proceso consiste en introducir los alimentos en una solución hipertónica, controlando las condiciones de operación para favorecer, en mayor o menor grado la incorporación de solutos y la deshidratación del alimento. La aplicación de OD puede resultar en la mejora de las propiedades nutricionales y funcionales de los alimentos y en la reducción de la energía requerida para la deshidratación. El principal problema de la aplicación industrial de la OD radica en la gestión de la solución procedente del proceso. La reutilización de esta solución plantea una doble ventaja: primero desde el punto de vista ambiental, ya que se elimina un efluente del proceso que a menudo no puede ser vertido directamente, y segundo el ahorro económico que representa la recuperación de las materias primas que

muchas veces contienen solutos de importante valor económico. (<http://www.tesisenxarxa.net/TDX-0302107-141116/>)

4.2.1. **Fundamentos de la deshidratación osmótica directa**

Con el objeto de definir la ósmosis, es preciso definir antes la difusión. Esta última es el acto por el cual, dos cuerpos en contacto, se van mezclando lentamente por si mismos. Este fenómeno es debido a la energía cinética que tienen las moléculas, por la cual se hallan en continuo movimiento.

Un ejemplo es el caso cuando se colocan en un recipiente cristales de sal de cocina y suavemente se añade agua que los cubra. Al poco rato los cristales espontáneamente forman una solución cada vez más homogénea, es decir, la sal termina por repartirse uniformemente entre las moléculas de agua. Ello es posible porque ocurre el fenómeno de difusión.

La OSMOSIS es el fenómeno de difusión de líquidos o gases, a través de una sustancia permeable para alguno de ellos.

Si un compartimiento de agua pura se separa de una disolución acuosa por medio de una membrana rígida permeable al agua, pero impermeable a los solutos, habrá un paso espontáneo de agua desde el compartimiento que contiene agua pura hacia el que contiene la disolución.

La transferencia de agua se puede detener aplicando a la disolución una presión, además de la presión atmosférica. El valor de esta presión adicional necesaria para detener el paso de agua recibe el nombre de PRESION OSMOTICA de la disolución.

De lo anterior se puede deducir que a mayor concentración de solutos en un compartimiento, que puede ser una célula, mayor será la presión osmótica que posea, es decir mayor será su capacidad de absorber agua de la solución más diluida, de la cual esta separada por la membrana permeable al agua.

Las paredes o membranas biológicas que constituyen las paredes de las frutas o animales son semipermeables, es decir que permiten el paso de sustancias como el agua pero no el de moléculas más grandes y complejas, a no ser que se haga por fenómenos especiales. (Camacho, G.2002 s.p)

4.3.EL AZÚCAR EN LA TEGNOLOGÍA DE ALIMENTOS

La sacarosa comercial (caña de azúcar, remolacha azucarera) es el principal azúcar de la industria alimenticia. El cultivo de la caña y la exportación de azúcar constituyen factores de gran importancia en la economía de muchos países; la dextrosa y los jarabes de maíz se emplean en cantidades menores. La lactosa se emplea en casos específicos. Los azúcares se emplean en primer lugar, como edulcorantes. Los azúcares no solo afectan el sabor sino también el aspecto y la textura de los alimentos. La contribución de los azúcares a la viscosidad es importante para la consistencia, el cuerpo y la sensación que producen en la boca muchos alimentos. El alto índice de refracción de las soluciones de azúcar concentradas es el responsable del aspecto brillante de los jarabes, las gelatinas, las jaleas y las frutas secas. La textura de los productos de confitería se basa a menudo en la presencia de fases de azúcar sólidas en estado cristalino o amorfo.

Como consecuencia de su gran afinidad por el agua, los azúcares son eficientes agentes depresores de la actividad del agua. El efecto conservador de los azúcares en las jaleas y las frutas abrigantadas se basa en esta propiedad. (Berk, Z. 1980 p. 119-120)

4.4.ENCONFITADO

Hurtado, F.(1999) menciona que “la fruta confitada es un producto en el cual el agua celular esta sustituida por azúcar. Por elevado contenido de azúcar, este producto se conserva por un largo tiempo sin medidas especiales”. (p.28)

Derosier, N. (1996) manifiesta que “ la fruta confitada como el producto obtenido por la impregnación de azúcar, hasta niveles de 70 a 75% de sólidos solubles, en frutas enteras, tubérculos en trozos, raíces, tallos, cortezas, o verduras, con cocciones repetidas o sin ellas, que se caracterizan por su consistencia sólida, transparencia o brillantes” (p.24).

Los confitados son productos naturales muy ricos en calorías, de consistencia sólida, transparente y brillante, los mismos que resulta de la impregnación de sólidos de azúcar en frutas, raíces, tubérculos en trozos.

El valor nutricional del producto elaborado presenta valores elevados de carbohidratos, aportando así gran cantidad de energía calórico al organismo,

además esta conformado por minerales, proteínas y vitaminas en cantidades menores.

4.5. FRUTAS DESHIDRATADAS OSMÓTICAMENTE

La aplicación del fenómeno de ósmosis en la deshidratación de frutas se puede lograr debido a que un buen número de frutas, como es el caso de la fresa, papaya, mango o melón entre otras, cuentan con los elementos necesarios para inducir la osmosis.

Estos elementos corresponden a la pulpa, que en estas frutas consiste en una estructura celular más o menos rígida que actúa como membrana semipermeable. Detrás de estas membranas celulares se encuentran los jugos, que son soluciones diluidas, donde se hallan disueltos sólidos que oscilan entre el 5 a 18% de concentración. Si esta fruta entera o en trozos se sumerge en una solución o jarabe de azúcar de 70%, se tendría un sistema donde se presentaría el fenómeno de ósmosis.

Los jugos en el interior de las células de la fruta están compuestos por sustancias disueltas en agua, como ácidos, pigmentos, azúcares, minerales, vitaminas, etc. Algunas de estas sustancias o compuestos de pequeño volumen, como el agua o ciertos ácidos, pueden salir con cierta facilidad a través de orificios que presentan la membrana o pared celular, favorecidos por la presión osmótica que ejerce el jarabe de alta concentración donde se ha sumergido la fruta.

La presión osmótica presente será mayor en la medida que sea mayor la diferencia de concentraciones entre el jarabe y el interior de los trozos de la fruta. El efecto de esta diferencia se ve reflejado en la rapidez con que es extraída el agua de la fruta hacia el jarabe. El valor de esta diferencia en el ejemplo anterior permite que los trozos de fruta se pierdan cerca del 40% del peso durante cerca de 4 horas de inmersión.

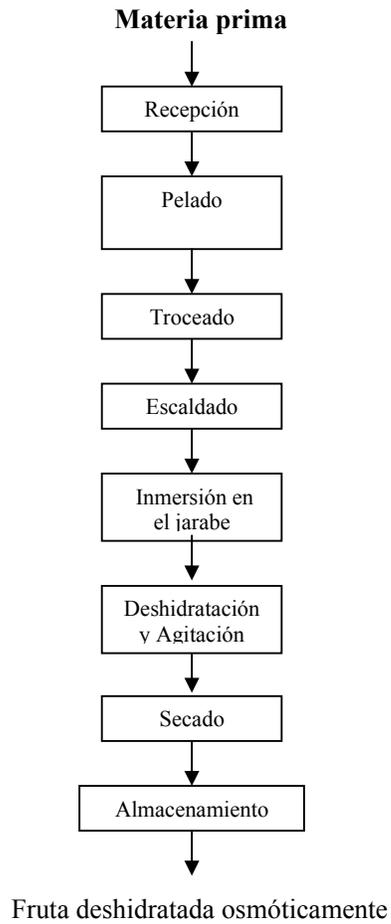
La posibilidad de que la sacarosa del jarabe entre en la fruta dependerá de la impermeabilidad de las membranas a este soluto. Por lo general los tejidos de las frutas no permiten el ingreso de sacarosa por el tamaño de esta molécula, aunque si pueden dejar salir de la fruta moléculas mas sencillas como ciertos ácidos o aromas.

En circunstancias como el aumento de temperatura por escaldado previo de las frutas, la baja agitación o calentamiento del sistema se puede producir ingreso de sólidos hasta un 6 a 10 %.(Camacho, G.2002 s.p)

De las características y las condiciones en que se realice el proceso, dependerán los fenómenos que dentro del sistema fruta: jarabe se presenten. Este proceso que es muy sencillo de llevar a cabo, tiene una metodología propia que puede ser aplicada en condiciones nada especiales que se presenta a continuación.

4.5.1. Proceso de elaboración de frutas deshidratadas osmóticamente.

En el siguiente diagrama se muestra el proceso de elaboración de frutas deshidratadas osmóticamente.



4.5.2. Descripción del proceso de elaboración de frutas deshidratadas

osmóticamente.

A continuación se describe el proceso para elaborar frutas deshidratadas osmóticamente.

Materia prima. La materia prima para elaborar frutas deshidratadas osmóticamente debe poseer estructura celular más o menos rígida que actúa como membrana semipermeable, además debe estar sana, madura, libre de heridas y enfermedades para garantizar la calidad del producto final.

Recepción. Es una operación muy importante aquí se pesa la materia prima, para cuantificar su costo a pagar al proveedor, además se realiza un control de calidad y se rechaza la fruta que no cumpla con los parámetros requeridos para el proceso.

Pelado. Se procede a retirar la cáscara, si es muy gruesa, poco permeable y no permite una deshidratación óptima.

Troceado. La fruta se lava, y puede trabajarse entera o en trozos. Del tamaño y forma de los trozos también dependerá una deshidratación osmótica más eficiente.

Escaldado. “El escaldado consiste en sumergir la fruta en agua en una temperatura de 95°C por un tiempo variable. La temperatura aplicada y la duración depende de la especie, de su estado de madurez y de su tamaño, esto según (Osorio L.20003 p.20).

El escaldado se efectúa en atención a los siguientes objetivos:

- Inactivación de las enzimas.
- Ablandamiento de producto.
- Eliminación parcial de los gases intercelulares.

- Fijación y acentuación del color natural.
- Reducción parcial de los microorganismos presentes.
- Desarrollo del sabor característico.
- Disminuye la selectividad de las paredes de las células.

Inmersión en el jarabe. La fruta será sumergida en un jarabe, del que a continuación se mencionan algunos detalles muy importantes a tomar en cuenta en la deshidratación osmótica.

El jarabe de deshidratación osmótica es una solución que está compuesta por agua y soluto, las características del jarabe varían según la composición y la concentración. Dependiendo de la naturaleza química de los compuestos empleados para preparar el jarabe, es decir su composición, estos van a ejercer una diferente presión osmótica. Algunos Autores expresan esta fuerza osmótica en términos de osmosidad, término que expresa el número de moles de cloruro de sodio por litro necesarias para obtener una solución con la misma presión osmótica de la solución en estudio.

Esta osmosidad será mayor si el peso molecular del compuesto es más bajo y su capacidad ionizante es alta. Un caso es el cloruro de sodio que pesa 58 g/mol y sus átomos son altamente ionizables en agua, por lo que se constituye en un soluto de alta osmosidad. (Camacho, G.2002 s.p)

Cuadro 2: Osmosidad de algunos solutos

Solutos	g de soluto Por 100 g De solución				
	1	5	10	15	20
Cloruro de sodio	0.172	0.885	1.832	2.845	3.927
Etilenglicol	0.166	0.611	1.288	2.031	2.285
Cloruro de calcio	0.127	0.688	1.655	2.871	-----
Etilenglicol	0.085	0.460	0.987		
Fructosa	0.030	0.159	0.349	0.550	
Glucosa	0.030	0.159	0.342		
Sacarosa	0.015	0.084	0.181	0.295	0.428

En el cuadro se muestra que mientras aumentamos los gramos de soluto aumenta la capacidad osmódeshidratante de la solución.

Deshidratación y agitación.- La deshidratación osmótica se produce por la diferencia de concentraciones entre el interior de la fruta, con el jarabe la que se incrementa con la agitación. En esta etapa del proceso se produce la salida de agua de la fruta y el ingreso de solutos del jarabe hacia la fruta.

Secado.- El secado se puede realizar al ambiente con la luz solar o artificialmente con aire forzado caliente, este tratamiento permitirá alcanzar a la fruta mas estabilidad al disminuir su cantidad de agua presente en mayor proporción. La temperatura y el tiempo de secado dependerán del contenido de agua de la fruta.

Al finalizar el secado se empacará el producto y se lo almacenará en un lugar adecuado a temperatura ambiente.

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

5.1.MATERIALES

5.1.1. Materia prima e insumos

Materia prima

- Sábila (Aloe Barbadencis)

Insumos

- Azúcar
- Agua
- Colorante rojo 40

5.1.2. Materiales y equipos de proceso.

Material de proceso

- Recipientes plásticos
- Ollas
- Cuchillos
- Bandejas
- Coladores
- Jarras
- Mesa de acero inoxidable
- Troceadora de acero inoxidable

Material de laboratorio

- Termómetro (escala -10- 150 °C)
- Probeta
- Pipeta

Equipos de proceso

- Cocina industrial
- Balanzas
- Refractómetro (escala 32-58)
- Refractómetro (escala 58- 90)
- Potenciómetro
- Secador eléctrico

5.2.MÉTODOS

5.2.1. Localización

La presente investigación se realizó en la provincia de Imbabura, Cantón Ibarra, Parroquia El Sagrario, en los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte.

Las condiciones ambientales según el departamento de meteorología de la Dirección General de la Aviación Civil, Aeropuerto Militar Atahualpa de la ciudad de Ibarra, son las siguientes:

Provincia:	Imbabura
Cantón:	Ibarra
Parroquia:	Alpachaca
Lugar:	Laboratorios de FICAYA
Altitud:	2288 m.s.n.m.
Latitud:	0° 20'
Longitud:	78° 08' Oeste
Temperatura promedio anual:	20 ° C
Humedad relativa:	73%
Pluviosidad:	50.3 (mm) año

5.2.2. Factores en estudio

Para probar la tesis la hipótesis “La utilización de la deshidratación osmótica directa con jarabes de sacarosa altamente concentrados, el tamaño de los trozos de sábila y el tiempo de deshidratación osmótica, influyen en la elaboración de enconfitado de sábila” se estableció los siguientes factores.

FACTOR A: Tiempo de deshidratación osmótica. (Horas)

A1: 14 Horas

A2: 17 Horas

A3: 20 Horas

FACTOR B: Sólidos solubles en el jarabe. (°Brix)

B1: 65 (°Brix)

B2: 75 (°Brix)

FACTOR C: Tamaño de los trozos de sábila. (cm.)

C1: (2.5: 2.5: 1.0) cm.

C2: (5.0:5.0:1.0) cm.

Cabe indicar que el factor tiempo y tamaño se evaluó en función de resultados de concentración de sólidos solubles en el jarabe.

5.2.3. Tratamientos

De la combinación de los factores A, B y C (Tiempo de deshidratación osmótica, sólidos solubles del jarabe y tamaño de los trozos de sábila) respectivamente, se estructuraron 12 tratamientos que se detallan en el siguiente cuadro.

Cuadro 3: Tratamientos en estudio

TRATAMIENTOS	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
T1	A1B1C1	14 horas, 65° Brix, 2.5cm x 2.5cm x 1cm
T2	A1B1C2	14 horas, 65 ° Brix, 5cm x 5cm x 1cm
T3	A1B2C1	14 horas, 75 ° Brix , 2.5cm x 2.5cm x 1cm
T4	A1B2C2	14 horas, 75 ° Brix , 5cm x 5cm x 1cm
T5	A2B1C1	17 horas, 65 ° Brix , 2.5cm x 2.5cm x 1cm
T6	A2B1C2	17 horas, 65 ° Brix , 5cm x 5cm x 1cm
T7	A2B2C1	17 horas, 75 ° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm
T8	A2B2C2	17 horas, 75 ° Brix , 5cm x 5cm x 1cm
T9	A3B1C1	20 horas, 65 ° Brix , 2.5cm x 2.5cm x 1cm
T10	A3B1C2	20 horas, 65 ° Brix , 5cm x 5cm x 1cm
T11	A3B2C1	20 horas, 75 ° Brix , 2.5cm x 2.5cm x 1cm
T12	A3B2C2	20 horas, 75 ° Brix , 5cm x 5cm x 1cm

5.2.4. Diseño Experimental.

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar, con tres repeticiones con arreglo factorial A x B x C, donde A, representa el tiempo de deshidratación, B concentración del jarabe y C tamaño de los trozos de sábila.

5.2.4.1. Características del experimento

Tratamientos: 12

Repeticiones: 3

Unidades Experimentales: 36

Tamaño de la muestra: 2000 gramos (sábila troceada)

5.2.4.2. Esquema del análisis de varianza

Cuadro 4. Análisis de Varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	35
Tratamientos	11
Factor (A) Tiempo	2
Factor (B) Concentración	1
A x B	2
Factor (C)	1
A x C	2
B x C	1
A x B x C	2
Error Experimental	24

5.2.5. Análisis Funcional

Tratamientos:	Tukey al 5%
Factor A:	DMS (Diferencia Mínima Significativa)
Factor B:	DMS (Diferencia Mínima Significativa)
Factor C:	DMS (Diferencia Mínima Significativa)

Para las variables no paramétricas se utilizó Freedman.

5.2.6. Variables evaluadas

Al finalizar el proceso del enconfitado de sábila se evaluó los siguientes parámetros

5.2.6.1. Variables Cuantitativas

En el jarabe

Sólidos solubles (° Brix).- Los brix indican los sólidos solubles en la solución. Se determinó mediante un refractómetro manual de escala 32-58 ° Brix, para medir la concentración del jarabe en la etapa intermedia de la deshidratación y al finalizar la misma.



Fotografía 2: Refractómetro

pH.- El pH indica la concentración de iones hidrógeno en una disolución, la que se determinó mediante un potenciómetro, para evaluar la acidez del jarabe en la etapa intermedia y al final de la deshidratación osmótica en cada tratamiento.



Fotografía 3: Potenciómetro

En la sábila

Peso (Gramos).- El peso, es la medida de la fuerza gravitatoria ejercida sobre un objeto, la misma que se evaluó en la fase intermedia de la deshidratación osmótica y al finalizar el proceso en cada tratamiento, se utilizó una balanza gramera eléctrica.



Fotografía 4: Balanza gramera eléctrica

En el producto terminado

Sólidos solubles (°Brix).- Los brix indican el porcentaje de sólidos solubles presentes en un cuerpo, el que se calculó mediante el método refractométrico, en el producto terminado.

Rendimiento.- Se lo realizó mediante un balance de materiales. El rendimiento se calculó en base a la siguiente fórmula

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{PesoFinal}}{\text{PesoInicial}} \times 100$$

5.2.6.2. Variables Cualitativas

Una de las medidas de calidad en los alimentos constituye el análisis sensorial (color, olor, sabor y textura), por esto se realizó el análisis mencionado para conocer la aceptación o rechazo del producto. Esto se realizó con un panel de estudiantes de quinto año de ingeniería agroindustrial. La ficha de evaluación sensorial se detalla en el anexo 1.

Los datos registrados se los evaluó a través de las pruebas no paramétricas de FREEDMAN, basada en la siguiente fórmula:

$$x^2 = \frac{12}{rxt(t+1)} \sum R^2 - 3r(t+1)$$

Donde:

r = número de degustadores

t = tratamientos

ΣR^2 = Sumatoria de los rangos al cuadrado

Al conocer los resultados del análisis sensorial se procedió a realizar el análisis físico-químico y microbiológico del mejor tratamiento. Los análisis realizados son:

-Azúcares totales

-Azúcares reductores

-Humedad

-Proteína

-Fibra total

-Sodio

-Fósforo

-Mohos

-Levaduras

5.3.MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

La obtención de enconfitado de sábila por deshidratación osmótica directa se realizó los laboratorios de la Universidad Técnica del Norte. El diagrama de proceso a seguir se indica en la siguiente figura.

Figura 1 Diagrama de bloques para la elaboración de enconfitado de sábila

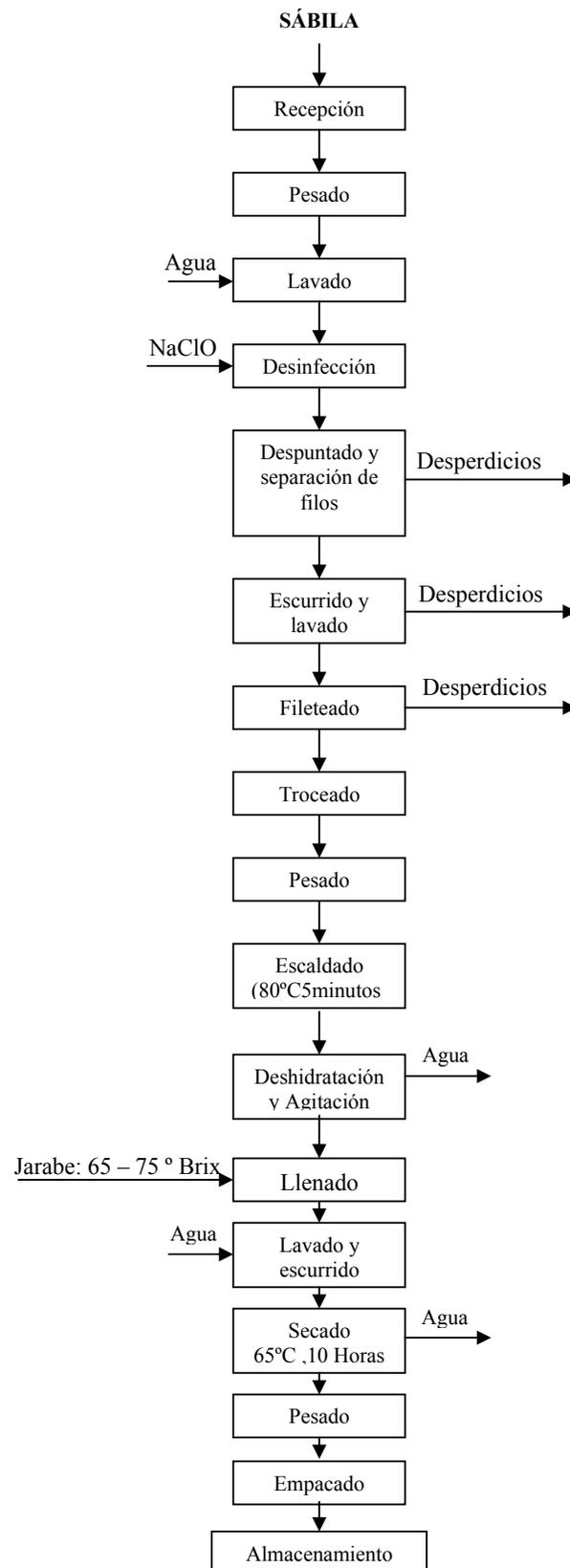
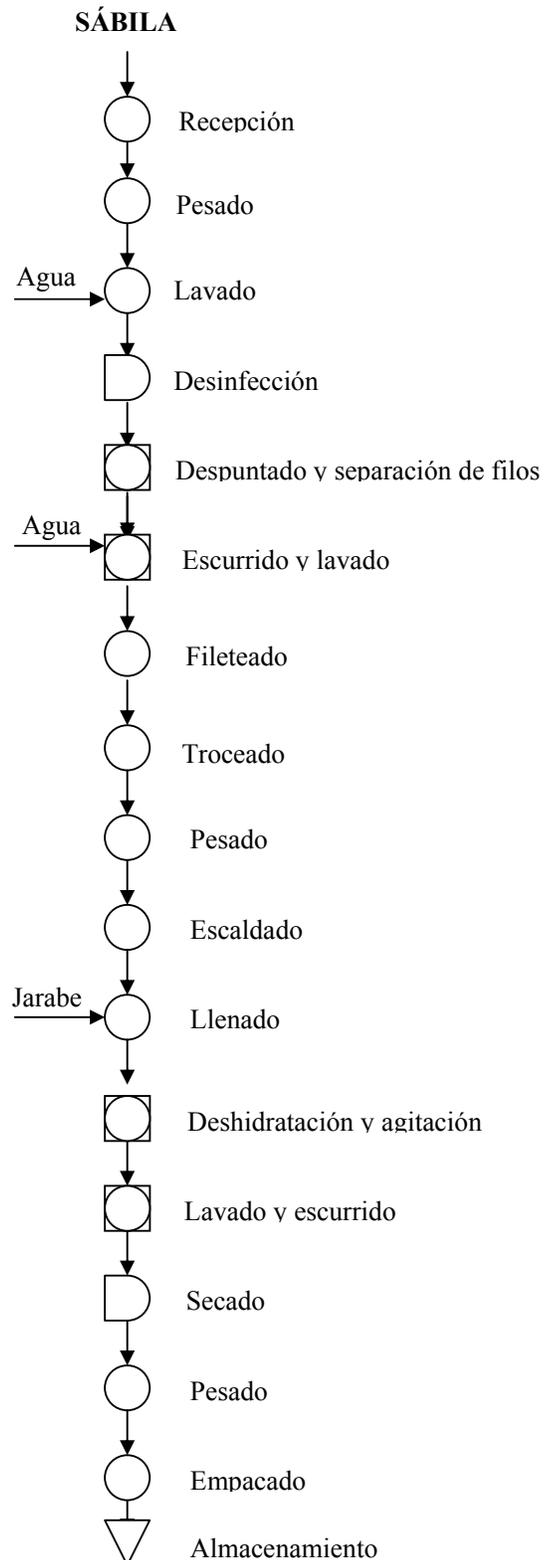


Figura 2. Diagrama flujo para la elaboración de enconfitado de sábila.



5.3.1. Descripción del proceso

5.3.1.1. Obtención de enconfitado de sábila.

Materia Prima.- La materia prima debe estar en un buen estado de madurez, sin presentar síntomas de oxidación, para evitar modificaciones que alterarían las características del producto final.

Las hojas de sábila se adquirió del sector Chalguyaco Alto en la Parroquia García Moreno de los cultivos del señor Tarquino Vallejos; de la variedad Aloe barbadencis, en estado de madurez. Se considera una planta madura cuando ha alcanzado dos años de vida o cuando este en estado de floración.



Fotografía 5: Hojas de sábila

Recepción.- Es una operación muy importante en la industria alimenticia. La que se fundamenta en recibir del proveedor la materia prima requerida. La materia prima se la recepto en gavetas plásticas, las que fueron almacenadas en un lugar fresco y seco.

Pesado.- Es una medida importante de control de materia prima con el fin de establecer rendimiento desde, producción, proceso, hasta para el control de pago al proveedor.

Lavado.- La separación de material extraño como piedras, hojas y la eliminación de microorganismos, se realizó a través de lavado con abundante agua para el caso se utilizó un cepillo.



Fotografía 6: Lavado de la sábila

Desinfección.- Permite eliminar la flora microbiana presente en las hojas de sábila, que podrían afectar la calidad en el producto terminado. En la desinfección se utilizó hipoclorito de Na al 6 % (NaClO)



Fotografía 7: Desinfección de la sábila

Despuntado y separación de filos.- Se lo efectúa con la finalidad de separar las puntas y los filos espinosos de la hoja de sábila para proceder con el fileteado y la obtención de los trozos. Este proceso se lo realizó manualmente utilizando un cuchillo.



Fotografía 8: Despuntado y separación de filos

Escurrido y Lavado.- El escurrido tiene como fin eliminar por acción de la gravedad el acíbar. Cabe señalar que el acíbar es una sustancia tóxica. Al terminar el escurrido se procede al lavado de la hoja para eliminar los residuos adheridos en la parte cortada. Este proceso de escurrido se lo realizó en un tiempo máximo de diez minutos.

Fileteado.- Este proceso consiste en separar la corteza de la hoja de sábila por los dos lados. Se utilizó un cuchillo por el lado contrario del mismo.



Fotografía 9: Fileteado de la sábila

Troceado.- Una vez obtenido el filete, se troceó la sábila con un molde de acero inoxidable con la finalidad de obtener los tamaños requeridos para el proceso. Las dimensiones de los trozos de sábila fueron. C1 (2.5, 2.5, 1.0)cm y C2 (5.0, 5.0cm, 1.0)cm.



Fotografía 10: Troceado de la sábila

Pesado.- Para la investigación se trabajó con un tamaño de muestra de gel troceado de 2000g. Para este caso se utilizó una balanza gramera digital.



Fotografía 11: Pesado de los trozos de sábila

Escaldado.- El escaldado se realizó mediante la inmersión del producto en agua a una temperatura de 80° C, durante 5 minutos. La finalidad del proceso fue de inactivar enzimas, ablandamiento del producto, reducción parcial de microorganismos presentes para mejorar la calidad del producto. Además ayuda a una mejor permeabilidad de la pared celular para facilitar la fluidez del jarabe. El aumento de la permeabilidad produce mayor velocidad de deshidratación, debido a la mayor movilidad de las moléculas y la pérdida de la selectividad de la membrana.

Preparación del jarabe.- Utilizamos azúcar blanco y agua para elaborar jarabes de 65° y 75° Brix. Llevamos a hervir durante un tiempo aproximado de 6 minutos hasta llegar a los del Brix deseados. El pH alcanzado para 65% fue de 7.35 y 75% 7,45.



Fotografía 12: Jarabe

Mezclado.- Con el jarabe preparado en sus dos concentraciones y a temperatura ambiente se procedió a introducir los trozos de sábila en el tamaño adecuado para cada tratamiento, dando inicio a la deshidratación osmótica.



Fotografía 13: Mezclado de la sábila con el jarabe

Deshidratación y agitación.- La deshidratación osmótica es el fenómeno mediante el cual el jarabe debido a su mayor diferencia de concentración con respecto al interior de la sábila produce la salida de agua y al mismo tiempo un ingreso de solutos. Esta debe ir acompañada de agitación para producir un aumento en la velocidad de deshidratación. El proceso se realizó cada hora a todas las unidades experimentales, con el fin de que el jarabe este en contacto con la sábila. La agitación permitió homogenizar el jarabe.



Fotografía 14: Deshidratación osmótica de los trozos de sábila

Lavado y escurrido.- Se lavó con agua hervida y se escurrió el material fraccionado al terminar la deshidratación con el fin de eliminar los restos de jarabe presentes en los trozos de sábila.



Fotografía 15: Lavado de la sábila deshidratada osmóticamente

Secado.- El secado tiene por objetivo alcanzar una mayor estabilidad del producto deshidratado, el mismo que se realizó con aire forzado constante durante 10 horas a una temperatura de 65° C hasta que el producto haya alcanzado la humedad requerida para este producto, que aproximadamente es del 15%.



Fotografía 16: Secado de la sábila deshidratada osmóticamente

Empacado.- Se lo realizó con el fin de proteger el producto de contaminantes como microorganismos, polvos, humedad. Para lo que se utilizó un empaque primario como el papel celofán previo al secado.

Almacenamiento.- Se realizó una vez empacado el producto en papel celofán sellado a temperatura ambiente, para ser utilizado en futuros análisis.



Fotografía 17: Almacenamiento del enconfitado

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

Con la finalidad de comprobar factores, variables, e hipótesis planteada “La utilización de la deshidratación osmótica directa, con jarabes de sacarosa altamente concentrados, el tamaño de los trozos de sábila y el tiempo de deshidratación osmótica, influyen en la elaboración de enconfitado de sábila”. Se realizó el siguiente análisis estadístico.

6.1. SÓLIDOS SOLUBLES EN EL JARABE EN LA ETAPA MEDIA DE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA.

A continuación se presentan los valores de disminución de los sólidos solubles (° Brix) en el jarabe para cada tratamiento en la etapa intermedia de deshidratación osmótica.

Cuadro 5: Disminución de sólidos solubles en la fase intermedia de la deshidratación osmótica.

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT	X
		1	2	3		
T1	A1B1C1	16,4	16,2	16,3	48,9	16,3000
T2	A1B1C2	15,9	15,8	15,2	46,9	15,6333
T3	A1B2C1	19,3	19,7	19,5	58,5	19,5000
T4	A1B2C2	18,0	17,8	17,6	53,4	17,8333
T5	A2B1C1	17,5	17,7	17,7	52,9	17,6333
T6	A2B1C2	16,9	17,0	16,5	50,4	16,8000
T7	A2B2C1	20,5	20,7	20,9	62,1	20,7000
T8	A2B2C2	19,0	18,9	18,7	56,6	18,8666
T9	A3B1C1	18,6	18,5	18,7	55,8	18,6000
T10	A3B1C2	19,0	18,9	18,8	56,7	18,9000
T11	A3B2C1	21,0	21,0	21,1	63,1	21,0333
T12	A3B2C2	20,0	19,8	19,6	59,4	19,8000

Según las medias de los tratamientos, el cuadro indica que el mejor tratamiento es el T11, debido a que mayor cantidad de agua eliminó del gel provocando un mayor descenso de los sólidos solubles del jarabe.

Cuadro 6: Análisis de Varianza

F. de V.	GL.	S.C.	CM	F. cal.	Sing.	F. Tab.	
						5%	1%
Total	35						
Trata.	11	94,2764	8,5705	232,2628	**	2,215	3,10
Factor A	2	31,0772	15,5386	421,1002	**	3,40	5,61
Factor B	1	47,8403	47,8403	1296,4850	**	4,26	7,82
A x B	2	1,8572	0,9286	25,1653	**	3,40	5,61
Factor C	1	8,9000	8,9000	241,1900	**	4,26	7,82
A x C	2	1,2875	0,6437	17,4457	**	3,40	5,61
B x C	1	3,1805	3,1805	86,1924	**	4,26	7,82
A x B x C	2	0,3370	0,0660	1,7886	ns	3,40	5,61
E. exp.	24	0,8867	0,0369				

CV: 1,04 %

NS: No significativo

* : Significativo

**: Altamente significativo

El análisis de varianza correspondiente a los sólidos solubles (° Brix) en la etapa intermedia de la deshidratación osmótica, se observa que existe diferencia significativa al 5% y 1% para tratamientos, factor A (tiempo de deshidratación), factor B (concentración de sólidos solubles en el jarabe), factor C (tamaño de los trozos de sábila), interacción A x B, A x C, B x C. Esto se presenta porque el tiempo de deshidratación osmótica, los sólidos solubles del jarabe, y el tamaño de los trozos de sábila influyen en la disminución de ° Brix en la etapa intermedia de deshidratación osmótica.

Al existir diferencia significativa, se realizó Tukey para tratamientos y DMS para el factor A, B, y C.

Cuadro 7: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos.

Tratamientos		Promedios	Rangos
T11	A3B2C1	21.033	a
T7	A2B2C1	20.700	a
T12	A3B2C2	19.800	b
T3	A1B2C1	19.500	b
T10	A3B1C2	18.900	c
T8	A2B2C2	18.866	c
T9	A3B1C1	18.600	c
T4	A1B2C2	17.833	d
T5	A2B1C1	17.6333	d
T6	A2B1C2	16.900	d
T1	A1B1C1	16.300	d
T2	A1B1C2	15.633	d

Según muestra Tukey para tratamientos, se observa que existen cuatro rangos, donde los tratamientos que ocupan el rango a son los tratamientos T11 (20 horas, 75° Brix, 2.5cm x 2.5cm x 1cm) y T7 (17 horas, 75 ° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm). El tratamiento 11 en la etapa intermedia de deshidratación osmótica obtuvo un valor de disminución de los sólidos solubles de T11 (21.033° Brix) por efecto de la salida de agua de la sábila al jarabe. Significa que a mayor tiempo de deshidratación osmótica, mayor concentración del jarabe y menor tamaño de trozos de sábila mayor será la disminución de los sólidos solubles del jarabe.

Cuadro 8: Prueba DMS para el factor A (Tiempo de deshidratación)

Factor	Promedio	Rango
A3	19.583	a
A2	18.500	b
A1	17.308	c

Al realizar la prueba DMS para el factor A (Tiempo de deshidratación osmótica) podemos indicar que existen tres rangos diferentes. Donde A3 (20 horas) es el mejor al eliminar la mayor cantidad de agua, esto se evidencia en el jarabe en donde el descenso de grados brix tienen un valor promedio de 19.50 ° Brix.

Cuadro 9: Prueba DMS para el factor B (Sólidos solubles del jarabe)

Factor	Promedio	Rango
B2	19,616	a
B1	17,311	b

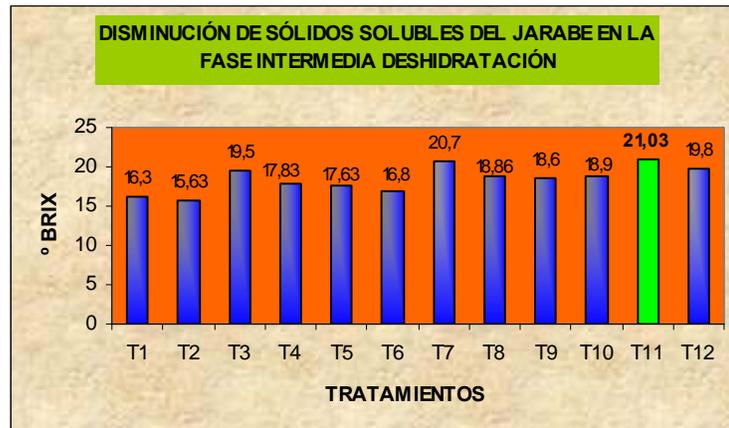
Los datos indican que para el factor B el mejor es B2 (75 ° Brix), lo que significa que una mayor concentración del jarabe incide directamente en una mayor disminución de los sólidos solubles del jarabe. Es decir existe una mayor salida de agua al jarabe.

Cuadro 10: Prueba DMS para el factor C (Tamaño de los trozos de sábila)

Factor	Promedio	Rango
C1	18,961	a
C2	17,966	b

Según DMS para tamaño de trozos de sábila se observa que el mejor factor es el C1. Esto significa que trozos de sábila de menor dimensión logran deshidratarse con mayor velocidad, consecuentemente disminuye en mayor cantidad los sólidos solubles del jarabe.

Gráfico 1: Disminución de los sólidos solubles del jarabe en la fase intermedia de la deshidratación osmótica.



En el gráfico 1 se muestra que T11 (20 horas, 75° Brix, 2.5cm x 2.5cm x 1cm) presenta una mayor disminución de los sólidos solubles. Es decir se presenta una relación directa con el tiempo y la concentración e inversa con el tamaño de los trozos.

6.2. SÓLIDOS SOLUBLES DEL JARABE AL FINALIZAR LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA.

En el siguiente cuadro se detalla los valores de disminución de los sólidos solubles para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones al finalizar la deshidratación osmótica

Cuadro11: Disminución de los grados brix del jarabe al final de la deshidratación osmótica

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT	X
		1	2	3		
T1	A1B1C1	18,9	18,8	19,0	56,7	18,9000
T2	A1B1C2	18,0	17,5	18,1	53,6	17,8666
T3	A1B2C1	22,0	22,1	21,9	66,0	22,0000
T4	A1B2C2	21,0	20,9	20,6	62,5	20,8333
T5	A2B1C1	19,5	19,2	19,9	58,6	19,5333
T6	A2B1C2	19,0	19,1	18,9	57,0	19,0000
T7	A2B2C1	22,9	23,0	23,1	69,0	23,0000
T8	A2B2C2	22,0	21,9	21,8	65,7	21,9000
T9	A3B1C1	19,9	20,0	20,1	60,0	20,0000
T10	A3B1C2	21,0	20,9	20,8	62,7	20,9000
T11	A3B2C1	24,0	24,0	24,0	72,0	24,0000
T12	A3B2C2	22,9	22,9	23,0	68,8	22,8333

Los datos de las medias de tratamientos muestran que el T11 es el mejor, debido a que presenta una mayor disminución de ° Brix (24,00).

Cuadro12: Análisis de Varianza

F. de V.	GL.	S.C.	CM	F. cal.	Sing.	F. Tab.	
						5%	1%
Total	35						
Trata.	11	119,5722	10,8702	379,9440	**	2,215	3,10
Factor A	2	25,4605	12,7303	444,9580	**	3,40	5,61
Factor B	1	85,2544	85,2544	2979,8810	**	4,26	7,82
A x B	2	0,0506	0,0253	0,8843	ns	3,40	5,61
Factor C	1	4,0000	4,0000	139,8112	**	4,26	7,82
A x C	2	1,6517	0,8258	28,8640	**	3,40	5,61
B x C	1	1,7770	1,7770	62,1111	**	4,26	7,82
A x B x C	2	1,3780	0,6890	24,0824	**	3,40	5,61
E. exp.	24	0,0867	0,0286				

CV: 0,80 %

El análisis del ADEVA determina que existe diferencia significativa al 5% y 1% para tratamientos, factor A (Tiempo de deshidratación), factor B (Sólidos solubles del jarabe), factor C (Tamaño de los trozos de sábila), interacción A x C, B x C, y A x B x C. Lo que quiere decir que estadísticamente los tratamientos son diferentes al igual que los factores.

Al existir diferencia significativa se realizó Tukey para tratamientos y para los factores A, B y C, DMS.

Cuadro13: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos.

Tratamientos		Promedios	Rangos
T11	A3B2C1	24	a
T7	A2B2C1	23	b
T12	A3B2C2	22,83	b
T3	A1B2C1	22,00	c
T8	A2B2C2	21,9	c
T10	A3B1C2	20,9	d
T4	A1B2C2	20,83	d
T9	A3B1C1	20	d
T5	A2B1C1	19,53	d
T6	A2B1C2	19	d
T1	A1B1C1	18,9	d
T2	A1B1C2	17,86	d

Al efectuar el análisis del cuadro se observó que existen cuatro rangos, donde el tratamiento que ocupan el rango inicial es T11 (20 horas, 75° Brix, 2.5cm x 2.5cm x 1cm) y que en la etapa final de la deshidratación osmótica obtuvieron un valor de disminución de los sólidos solubles de T11 (24 ° Brix), por efecto de la salida de agua de la sábila al jarabe. Es decir a mayor tiempo de deshidratación

osmótica, más alta concentración del jarabe y menor tamaño de trozos de sábila, mayor será la disminución de los sólidos solubles del jarabe.

Cuadro 14: Prueba DMS para el factor A (Tiempo de deshidratación osmótica).

Factor	Promedio	Rango
A3	21,958	a
A2	20,858	b
A1	19,900	c

El mejor factor para tiempo de deshidratación osmótica, aplicando la prueba DMS es A3 (20 horas). Es decir que el tiempo de deshidratación osmótica influye directamente en la disminución de los sólidos solubles del jarabe.

Cuadro 15: Prueba DMS para el factor B (Sólidos solubles del jarabe)

Factor	Promedio	Rango
B2	22,444	a
B1	19,366	b

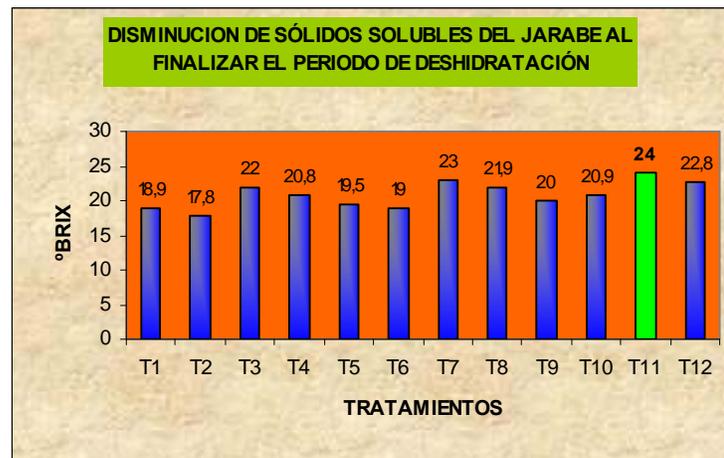
Analizada la prueba de DMS para el factor B se puede apreciar que existen dos rangos. El factor que mejor se comporta para concentración del jarabe es B2 (75 ° Brix), mismo que incide directamente en la disminución de los sólidos solubles del jarabe.

Cuadro 16: Prueba DMS para el factor C (Tamaño de los trozos)

Factor	Promedio	Rango
C1	21,238	a
C2	20,570	b

Al realizar el análisis DMS para el factor C se observa que C1 (2.5, 2.5, 1.0) cm. es el mejor. Lo que indica que el tamaño de los trozos de sábila de menor dimensión provocan una mayor disminución de los sólidos solubles del jarabe.

Gráfico 2: Disminución de los sólidos solubles del jarabe al final de la deshidratación osmótica.



6.3. DIFERENCIA DE pH DEL JARABE EN EL PERIODO INTERMEDIO DE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA.

Seguidamente se detalla los valores de diferencia de pH en el jarabe para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones en la etapa media de la deshidratación osmótica.

Cuadro 17: Diferencia de pH en el jarabe en la fase intermedia de la deshidratación osmótica.

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT	X
		1	2	3		
T1	A1B1C1	2,20	2,18	2,18	6,56	2,1860
T2	A1B1C2	1,87	1,84	1,80	5,51	1,8366
T3	A1B2C1	2,21	2,18	2,14	6,53	2,1760
T4	A1B2C2	2,10	2,17	2,17	6,44	2,1460
T5	A2B1C1	2,26	2,28	2,25	6,79	2,2630
T6	A2B1C2	2,07	2,05	1,94	6,06	2,0200
T7	A2B2C1	2,24	2,23	2,24	6,71	2,2366
T8	A2B2C2	2,15	2,20	2,18	6,53	2,1760
T9	A3B1C1	2,31	2,28	2,28	6,87	2,2900
T10	A3B1C2	2,16	2,14	2,12	6,42	2,1400
T11	A3B2C1	2,29	2,32	2,31	6,92	2,3060
T12	A3B2C2	2,24	2,25	2,25	6,74	2,2460

Los datos del cuadro anterior muestran que el mejor tratamiento es T11 (20 horas, 75 ° Brix, 2.5cm, 2.5cm, 1.0cm), donde se observó que el descenso de pH es más elevado. El que se produce por una mayor salida de agua de la sábila fraccionada, inducida por una mayor capacidad osmodeshidratante de la solución azucarada, acompañada de un mayor tiempo de deshidratación y un menor tamaño de los trozos.

Cuadro 18: Análisis de Varianza

F. de V.	GL.	S.C.	CM	F. cal.	Sign.	F. Tab.	
						5%	1%
Total	35						
Trata.	11	0,5626	0,0511	56,1978	**	2,215	3,10
Factor A	2	0,1525	0,0762	83,7912	**	3,40	5,61
Factor B	1	0,0765	0,0765	84,0600	**	4,26	7,82
A x B	2	0,0151	0,0075	8,2967	**	3,40	5,61
Factor C	1	0,1995	0,1995	219,2307	**	4,26	7,82
A x C	2	0,0109	0,0054	5,9890	**	3,40	5,61
B x C	1	0,0881	0,0881	96,8131	**	4,26	7,82
A x B x C	2	0,0200	0,0100	10,9890	**	3,40	5,61
E. exp.	24	0,0220	0,0009				

CV: 1,39 %

El análisis de varianza determina que existe diferencia significativa al 5% y 1% para tratamientos, factor A (tiempo de deshidratación osmótica), factor B (sólidos solubles del jarabe), factor C (tamaño de los trozos de sábila), interacción A x B, A x C, B x C, y A x B x C. Esto significa que estadísticamente los tratamientos son diferentes al igual que los factores.

Al existir diferencia significativa se realizó Tukey para tratamientos y para los factores A, B y C, DMS.

Cuadro 19: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos.

Tratamientos		Promedios	Rangos
T11	A3B2C1	2,306	a
T9	A3B1C1	2,290	a
T5	A2B1C1	2,263	a
T12	A3B2C2	2,246	a
T7	A2B2C1	2,236	a
T1	A1B1C1	2,186	a
T8	A2B2C2	2,176	a
T3	A1B2C1	2,176	a
T4	A1B2C2	2,146	a
T10	A3B1C2	2,140	a
T6	A2B1C2	2,020	b
T2	A1B1C2	1,836	c

En el cuadro se observa que los tratamientos que ocupan el rango a son T11, T9, T5, T12, T7, T1, T8, T3, T4, T10, donde la disminución de pH en estos tratamientos estadísticamente es similar.

Cuadro 20: Prueba DMS para el factor A (Tiempo de deshidratación osmótica).

Factor	Promedio	Rango
A3	2,245	a
A2	2,174	b
A1	2,086	c

Al aplicar DMS para el factor A (tiempo de deshidratación), observamos que A3 (20 horas) ocupa el primer rango. Es decir que un mayor tiempo de deshidratación osmótica provoca un mayor descenso de pH del jarabe.

Cuadro 21: Prueba DMS para el factor B (Sólidos solubles del jarabe)

Factor	Promedio	Rango
B2	2,215	a
B1	2,122	b

Los resultados al aplicar DMS, muestran que el mejor factor es B2 (75 ° Brix). Lo que significa que la concentración más elevada, induce una mayor disminución de pH del jarabe.

Cuadro 22: Prueba DMS para el factor C (Tamaño de los trozos de sábila)

Factor	Promedio	Rango
C1	2,243	a
C2	2,094	b

El análisis DMS para el factor C (Tamaño de los trozos de sábila) se observó que C1(2.5cm x 2.5cm x 1cm) es el mejor factor. Lo que representa que el tamaño de los trozos de sábila es inversamente proporcional a la disminución de pH del jarabe. Es decir a menor tamaño mayor disminución de pH del jarabe.

Gráfico 3: Diferencia de ph del jarabe en la etapa intermedia de la deshidratación osmótica.



En el gráfico se observa claramente que los tratamientos que mayor disminución de ph presentaron son T11 (20 horas, 75°Brix, 2.5cm x 2.5cm x 1cm), seguidos de T9 y T5. Esto se debe a que son tratamientos en los que la sábila a sido sometido a un mayor tiempo de deshidratación osmótica.

6.4.DIFERENCIA DE pH AL FINAL DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA

A continuación se presentan los valores de diferencia de pH del jarabe para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones al finalizar la deshidratación osmótica.

Cuadro 23: Diferencia de pH del jarabe al final de la deshidratación osmótica

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT.	X
		1	2	3		
T1	A1B1C1	2,25	2,25	2,25	6,75	2,2500
T2	A1B1C2	2,24	2,23	2,22	6,69	2,2300
T3	A1B2C1	2,30	2,28	2,33	6,91	2,3030
T4	A1B2C2	2,30	2,28	2,33	6,91	2,3030
T5	A2B1C1	2,30	2,31	2,31	6,92	2,3060
T6	A2B1C2	2,25	2,23	2,25	6,73	2,2433
T7	A2B2C1	2,41	2,40	2,40	7,21	2,4033
T8	A2B2C2	2,39	2,40	2,38	7,17	2,3900
T9	A3B1C1	2,34	2,34	2,33	7,01	2,3366
T10	A3B1C2	2,26	2,28	2,26	6,80	2,2660
T11	A3B2C1	2,43	2,42	2,46	7,28	2,4260
T12	A3B2C2	2,40	2,41	2,42	7,23	2,4100

Resultados de la medias de los tratamientos, indican que el T11 (2.5cm x 2.5cm x 1cm) es el mejor. Debido a una mayor salida de agua de la sábila al jarabe.

Cuadro 24: Análisis de Varianza

F. de V.	GL.	S.C.	CM	F. cal.	Sign.	F.Tab.	
						5%	1%
Total	35						
Trata.	11	0,1619	0,0147	91,875	**	2,215	3,10
Factor A	2	0,0500	0,0250	156,250	**	3,40	5,61
Factor B	1	0,0910	0,0910	568,750	**	4,26	7,82
A x B	2	0,0063	0,0031	19,375	**	3,40	5,61
Factor C	1	0,0084	0,0084	52,500	**	4,26	7,82
A x C	2	0,0019	0,0009	5,625	*	3,40	5,61
B x C	1	0,0038	0,0038	23,750	**	4,26	7,82
A x B x C	2	0,0005	0,0002	1,5625	ns	3,40	5,61
E. exp.	24	0,0040	0,0001				

CV: 0,42 %

En el análisis del ADEVA se determinó que existe diferencia significativa al 5% y 1% para tratamientos, factor A (tiempo de deshidratación osmótica), factor B (sólidos solubles del jarabe), factor C (tamaño de los trozos de sábila), interacción A x B, A x C y B x C. Significa que estadísticamente los tratamientos son diferentes al igual que los factores.

Al existir diferencia significativa se realizó Tukey para tratamientos y para los factores A, B y C, DMS.

Cuadro 25: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos.

Tratamientos		Promedios	Rangos
T11	A3B2C1	2,426	a
T12	A3B2C2	2,410	a
T7	A2B2C1	2,403	a
T8	A2B2C2	2,390	a
T9	A3B1C1	2,336	b
T5	A2B1C1	2,306	b
T4	A1B2C2	2,303	b
T3	A1B2C1	2,303	b
T10	A3B1C2	2,266	b
T1	A1B1C1	2,250	b
T6	A2B1C2	2,243	b
T2	A1B1C2	2,230	b

En el cuadro se apreciar que existen cuatro tratamientos en el primer rango, T11, T12, T7 y T8. Significa que dos rangos en los que una concentración elevada de sólidos solubles del jarabe y un mayor tiempo de deshidratación osmótica fueron causales de una mayor disminución del pH.

Cuadro 26: Prueba DMS para el factor A (Tiempo de deshidratación osmótica).

Factor	Promedio	Rango
A3	2,360	a
A2	2,335	b
A1	2,271	c

La prueba DMS para el factor A (Tiempo de deshidratación osmótica), indica que el primer rango es ocupado por A3 (20 horas). Es decir que el tiempo de deshidratación osmótica influye directamente en la disminución de pH del jarabe.

Cuadro 27: Prueba DMS para el factor B (Sólidos solubles del jarabe)

Factor	Promedio	Rango
B2	2,372	a
B1	2,272	b

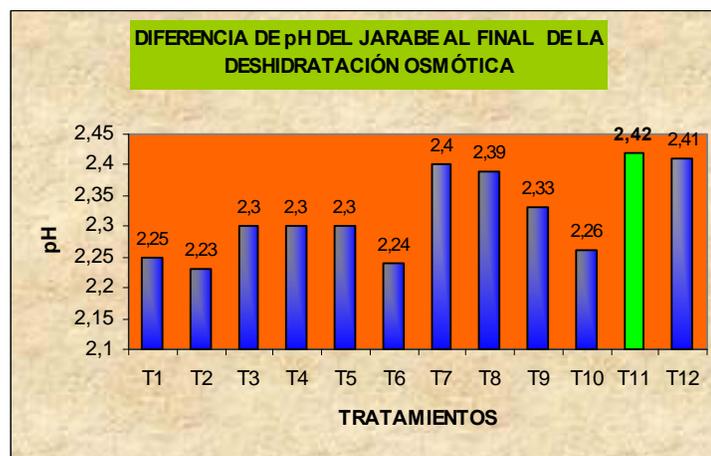
Los resultados de la prueba DMS para el factor B (Sólidos solubles en el jarabe) muestran que B2 (75 ° Brix) tuvo un mejor comportamiento dentro del experimento. Lo que significa que a mayor concentración, mayor disminución de pH.

Cuadro 28: Prueba DMS para el factor C (Tamaño de los trozos de sábila)

Factor	Promedio	Rango
C1	2,337	a
C2	2,307	b

El resultado del análisis estadístico al aplicar DMS para el factor C (Tamaño de los trozos de sábila), demuestra que el mejor factor para una mayor disminución de pH es C1 (2.5, 2.5, 1.0) cm. Es decir a menor tamaño mayor salida de agua, consecuentemente mayor disminución de ph.

Gráfico 4: Disminución de pH al finalizar el periodo de deshidratación osmótica.



En el gráfico se puede observar que los tratamientos que mayor disminución de pH presentaron son T11 (20 horas, 75° Brix, 2.5cm x 2.5cm x 1cm), seguido de T12 y T7 donde la sábila fue sometida a un mayor tiempo de deshidratación osmótica, provocando una mayor salida de agua que al mezclarse con el jarabe disminuyeron el pH de la solución.

6.5. VARIABLE PESO DE LOS TROZOS DE SÁBILA EN LA FASE INTERMEDIA DE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA

Seguidamente se presenta los valores calculados de pérdida de peso en la etapa media de la deshidratación osmótica

Cuadro 29: Pérdida de peso de la sábila en la fase intermedia de la deshidratación osmótica.

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT	X
		1	2	3		
T1	A1B1C1	992	980	985	2957	985,6666
T2	A1B1C2	900	880	890	2670	890,0000
T3	A1B2C1	1033	1035	1050	3118	1039,3333
T4	A1B2C2	965	955	947	2867	955,6666
T5	A2B1C1	1052	1040	1035	3127	1042,3333
T6	A2B1C2	1000	990	980	2970	990,0000
T7	A2B2C1	1100	1100	1099	3299	1099,6666
T8	A2B2C2	1040	1032	1030	3102	1034,0000
T9	A3B1C1	1110	1099	1098	3307	1102,3333
T10	A3B1C2	1070	1050	1043	3163	1054,3333
T11	A3B2C1	1150	1145	1140	3435	1145,0000
T12	A3B2C2	1100	1105	1100	3305	1101,6666

Los resultados indican que el tratamiento T11 (20 horas, 75° Brix, 2.5cm x 2.5cm x 1cm), extrae más agua de la sábila expresada en pérdida de peso de los trozos por lo que es el tratamiento que mejor se comporta en el experimento.

Cuadro 30: Análisis de Varianza

F. de V.	GL.	S.C.	CM	F. cal.	Sign.	F. Tab.	
						5%	1%
Total	35						
Trata.	11	173920,0000	15810,9090	242,4160	**	2,215	3,10
Factor A	2	106820,6667	53410,3333	818,8980	**	3,40	5,61
Factor B	1	24128,4444	24128,4444	369,9422	**	4,26	7,82
A x B	2	328,2222	164,1111	2,5161	ns	3,40	5,61
Factor C	1	37765,4444	37765,4444	579,0274	**	4,26	7,82
A x C	2	3054,2222	1527,1111	234139	**	3,40	5,61
B x C	1	2,7779	2,7779	0,0420	ns	4,26	7,82
A x B x C	2	254,8889	127,4444	1,9540	ns	3,40	5,61
E. exp.	24	1565,3333	65,2222				

CV: 0,77

Al realizar el análisis del ADEVA se determinó que existe diferencia significativa al 5% y 1% para tratamientos, factor A (Tiempo de deshidratación), factor B (Sólidos solubles del jarabe), factor C (Tamaño de los trozos de sábila), interacción A x C. Lo que quiere decir que estadísticamente los tratamientos son diferentes al igual que los factores.

Al existir diferencia significativa se realizó Tukey para tratamientos y para los factores A, B y C, DMS.

Cuadro 31: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos.

Tratamientos		Promedios	Rangos
T11	A3B2C1	1145,000	a
T9	A3B1C1	1102,333	b
T12	A3B2C2	1101,666	b
T7	A2B2C1	1099,666	b
T10	A3B1C2	1054,333	c
T5	A2B1C1	1042,333	c
T3	A1B2C1	1039,333	c
T8	A2B2C2	1034,000	c
T6	A2B1C2	990,000	d
T1	A1B1C1	985,666	d
T4	A1B2C2	955,666	d
T2	A1B1C2	890,000	d

Al efectuar el análisis del cuadro se observó que el mejor rango ocupa el tratamiento T11 (20 horas, 75° Brix, 2.5cm x 2.5cm x 1cm). Esto demuestra que a mayor tiempo de deshidratación osmótica, mayor concentración del jarabe y menor tamaño de los trozos, la pérdida de agua de los trozos de sábila es más elevada.

Cuadro 32: Prueba DMS para el factor A (Tiempo de deshidratación osmótica)

Factor	Promedio	Rango
A3	1100,833	a
A2	1041,500	b
A1	967,666	c

Al analizar la prueba DMS para el factor A (Tiempo de deshidratación osmótica) se observó que el mejor es A3 (20 horas). Es decir, que el tiempo de deshidratación osmótica influye directamente en una mayor pérdida de peso de la sábila fraccionada.

Cuadro 33: Prueba DMS para el factor B (Sólidos solubles del jarabe)

Factor	Promedio	Rango
B2	1062,555	a
B1	1010,777	b

Analizada la prueba DMS para el factor B (Sólidos solubles en el jarabe), el factor B2 es el mejor. Lo que significa que a mayor concentración del jarabe mayor pérdida de peso de la sábila .

Cuadro 34: Prueba DMS para el factor C (Tamaño de los trozos de sábila)

Factor	Promedio	Rango
C1	1069,055	a
C2	1004,277	b

El análisis DMS para el factor C (Tamaño de los trozos de sábila), demuestra que C1 (2.5cm x 2.5cm x 1cm) ocupa el primer rango. Significa que menor tamaño de trozos de sábila, mayor salida de agua consecuentemente mayor pérdida de peso.

Gráfico 5: Representación gráfica de la pérdida de peso en la fase intermedia de la deshidratación osmótica.

Gráficamente se observó que T11 (20 horas, 75ª Brix, 2.5cm x 2.5cm x 1cm), es el mejor tratamiento. Es decir, a mayor tiempo de deshidratación osmótica, mayor concentración y menor tamaño de trozos, mayor pérdida de peso.

6.6.PÉRDIDA DE PESO DE LOS TROZOS DE SÁBILA AL FINAL DE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA.

En el siguiente cuadro se detalla los valores de pérdida de peso al finalizar la deshidratación osmótica

Cuadro 35: Pérdida de peso de la sábila al final de la deshidratación osmótica

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT	X
		1	2	3		
T1	A1B1C1	1112	1095	1100	3307	1102,3333
T2	A1B1C2	1030	1022	1025	3077	1025,6666
T3	A1B2C1	1191	1185	1200	3576	1192,0000
T4	A1B2C2	1100	1090	1085	3275	1091,6666
T5	A2B1C1	1170	1160	1155	3485	1161,6666
T6	A2B1C2	1115	1110	1111	3336	1112,0000
T7	A2B2C1	1220	1225	1230	3675	1225,0000
T8	A2B2C2	1185	1180	1170	3535	1178,3333
T9	A3B1C1	1210	1211	1215	3636	1212,0000
T10	A3B1C2	1190	1185	1180	3555	1185,0000
T11	A3B2C1	1285	1270	1285	3840	1280,0000
T12	A3B2C2	1220	1230	1240	3690	1230,0000

Resultados de las medias de tratamientos demuestran que, T11 (20 horas, 75^a Brix, 2.5cm x 2.5cm x 1cm), pierde más peso durante la deshidratación osmótica por lo que es el mejor. Es decir, a mayor tiempo de deshidratación y concentración de la solución, conjugado con un menor tamaño de los trozos, mayor pérdida de peso de la sábila.

Cuadro 36: Análisis de Varianza

F. de V.	GL.	S.C.	CM	F. cal.	Sign.	F. Tab.	
						5%	1%
Total	35						
Trata.	11	168252,3067	15295,6642	325,6322	**	2,215	3,10
Factor A	2	92164,2233	46082,1116	981,0507	**	3,40	5,61
Factor B	1	39667,3622	39667,3622	844,4859	**	4,26	7,82
A x B	2	693,5545	346,7772	7,3826	**	3,40	5,61
Factor C	1	30683,3622	30683,3622	653,2238	**	4,26	7,82
A x C	2	4220,2212	2110,1056	44,9224	**	3,40	5,61
B x C	1	476,6934	476,6939	10,1484	**	4,26	7,82
A x B x C	2	346,8899	173,4449	3,6900	*	3,40	5,61
E. exp.	24	1127,3333	46,9722				

CV: 0,58 %

El análisis del ADEVA determina que existe diferencia significativa al 5% y 1% para tratamientos, factor A (Tiempo de deshidratación osmótica), factor B (Sólidos solubles del jarabe), factor C (Tamaño de los trozos de sábila), interacción A x B, A x C, B x C, y A x B x C. Es decir, que estadísticamente los tratamientos son diferentes al igual que los factores.

Al existir diferencia significativa se realizó Tukey para tratamientos y para los factores A, B y C, DMS.

Cuadro 37: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos.

Tratamientos		Promedios	Rangos
T11	A3B2C1	1280,000	a
T12	A3B2C2	1230,000	b
T7	A2B2C1	1225,000	b
T6	A2B1C2	1212,000	b
T3	A1B2C1	1192,000	c
T10	A3B1C2	1185,000	c
T8	A2B2C2	1178,333	c
T5	A2B1C1	1161,666	c
T6	A2B1C2	1112,000	d
T1	A1B1C1	1102,333	d
T4	A1B2C2	1091,666	d
T2	A1B1C2	1025,666	d

Al efectuar el análisis del cuadro se observó que existen cuatro rangos, donde el tratamiento que registra el rango inicial es T11 (20 horas, 75° Brix, 2.5cm x 2.5cm x 1cm), que en la etapa final de la deshidratación osmótica obtuvo una disminución de peso mas elevada por la acción de la presión osmótica ejercida por el jarabe de alta concentración, un mayor tiempo de deshidratación osmótica, y el menor tamaño de los trozos.

Cuadro 38: Prueba DMS para el factor A (Tiempo de deshidratación osmótica).

Factor	Promedio	Rango
A3	1226,750	a
A2	1169,250	b
A1	1102,916	c

DMS para el factor A (Tiempo de deshidratación osmótica), indica que A3 (20 horas), es el mejor. Es decir a mayor tiempo de deshidratación osmótica, la sábila pierde más agua, consecuentemente la pérdida de peso es más elevada.

Cuadro 39: Prueba DMS para el factor B (Sólidos solubles del jarabe)

Factor	Promedio	Rango
B2	1199,500	a
B1	1133,111	b

Analizada la prueba de DMS para el factor B (Sólidos solubles en el jarabe) demuestra que B2 (75° Brix) ocupa el rango a. Significa que a mayor concentración del jarabe mayor será la pérdida de trozos de sábila.

Cuadro 40: Prueba DMS para el factor C (Tamaño de los trozos de sábila)

Factor	Promedio	Rango
C1	1195,500	a
C2	1137,111	b

El cuadro indica que el factor C1 (2.5cm x 2.5cm x 1cm) es el mejor. Donde el tamaño de los trozos de sábila es inversamente proporcional a la pérdida de peso de los mismos. Es decir, a menor tamaño mayor pérdida de peso.

Gráfico 6: Pérdida de peso en la fase final de la deshidratación osmótica.



En el gráfico, se distingue que los tratamientos que mayor pérdida de peso presentaron son T11 (20 horas, 75° Brix, 2.5cm x 2.5cm x 1cm), T12 (20 horas, 75 ° Brix, 5cm x 5cm x 1cm) y T7 (17 horas, 75° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm) esto se debe principalmente a que estuvieron sometidos a un periodo de deshidratación osmótica mas largo a una presión osmótica más elevada.

6.7.ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES EN EL PRODUCTO TERMINADO

A continuación se presenta los datos registrados para cada uno de los tratamientos con sus respectivas repeticiones, de los sólidos solubles presentes en el producto terminado.

Cuadro 41: Sólidos solubles presentes en el producto terminado

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT	X
		1	2	3		
T1	A1B1C1	80.97	79.17	77.85	237.99	79,33
T2	A1B1C2	54.91	52.35	54.80	162.06	54,02
T3	A1B2C1	85.74	85.06	82.22	253.02	84,34
T4	A1B2C2	60.12	60.13	62.05	182.3	90,766
T5	A2B1C1	82.04	82.01	83.02	247.07	82,3566
T6	A2B1C2	56.85	57.07	60.97	174.89	80,8733
T7	A2B2C1	80.83	80.41	81.38	242.62	80,8733
T8	A2B2C2	65.14	60.15	60.12	185.41	61,8033
T9	A3B1C1	83.15	79.22	83.02	245.39	81,7966
T10	A3B1C2	60.15	62.1	63.01	185.26	61,7533
T11	A3B2C1	85.83	83.01	85.01	253.85	84,6166
T12	A3B2C2	64.06	65.07	66.02	195.22	65,0733

El análisis de las medias nos indica que el tratamiento T11, ingreso una mayor cantidad de sólidos solubles al producto; por lo que es el mejor.

Cuadro 42: Análisis de varianza

F. de V.	GL.	S.C.	CM	F. cal.	Sign.	F. Tab.	
						5%	1%
Total	35						
Trata.	11	4577,4979	416,1361	147,9542	**	2,215	3,10
Factor A	2	81,0661	40,5330	14,4112	**	3,40	5,61
Factor B	1	95,9093	95,9093	34,0998	**	4,26	7,82
A x B	2	36,1135	18,0567	6,4199	**	3,40	5,61
Factor C	1	4307,7344	4307,7344	1531,5844	**	4,26	7,82
A x C	2	35,2166	17,6083	6,2605	**	3,40	5,61
B x C	1	14,2885	14,2885	5.0801	*	4,26	7,82
A x B x C	2	7,1695	3,5847	1,2745	ns	3,40	5,61
E. exp.	24						

CV: 2,35 %

Después de realizado el análisis del ADEVA determinamos que existe diferencia significativa al 5% y 1% para tratamientos, factor A (Tiempo de deshidratación osmótica), factor B (Sólidos solubles del jarabe), factor C (Tamaño de los trozos

de sábila), interacción A x B, A x C, B x C, Lo que quiere decir que estadísticamente los tratamientos son diferentes al igual que los factores.

Al existir diferencia significativa se realizó Tukey para tratamientos y para los factores A, B y C, DMS.

Cuadro 43: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos.

Tratamientos		Promedios	Rangos
T11	A3B2C1	84,616	a
T3	A1B2C1	84,340	a
T5	A2B1C1	82,356	a
T9	A3B1C1	81,796	a
T7	A2B2C1	80,873	a
T1	A1B1C1	79,330	a
T12	A3B2C2	65,073	b
T8	A2B2C2	61,803	b
T10	A3B1C2	61,753	b
T4	A1B2C2	60,766	b
T6	A2B1C2	58,296	b
T2	A1B1C2	54,020	c

El cuadro indica que existen tres rangos, donde los tratamientos que registran el rango inicial son T11 (20 horas, 75° Brix, 2.5cm x 2.5cm x 1cm), seguidos de T3, T5, T9, T7 y T1. Estos tratamientos registran un mayor porcentaje de sólidos, donde el tamaño de los trozos que perdieron más humedad en el secador fueron los de menores dimensiones, por lo que se secaron con mayor eficiencia disminuyendo el agua y elevando el contenido de los sólidos.

Cuadro 44: Prueba DMS para el factor A (Tiempo de deshidratación osmótica)

Factor	Promedio	Rango
A3	73,2266	a
A2	70,8325	b
A1	69,6141	c

La prueba DMS para el factor A (Tiempo de deshidratación osmótica), demuestra que A3 (20 horas) es el mejor. Es decir, a mayor tiempo de deshidratación osmótica mayor transferencia de sólidos solubles del jarabe al producto.

Cuadro 45: Prueba DMS para el factor B (Sólidos solubles del jarabe)

Factor	Promedio	Rango
B2	72,8566	a
B1	69,5922	b

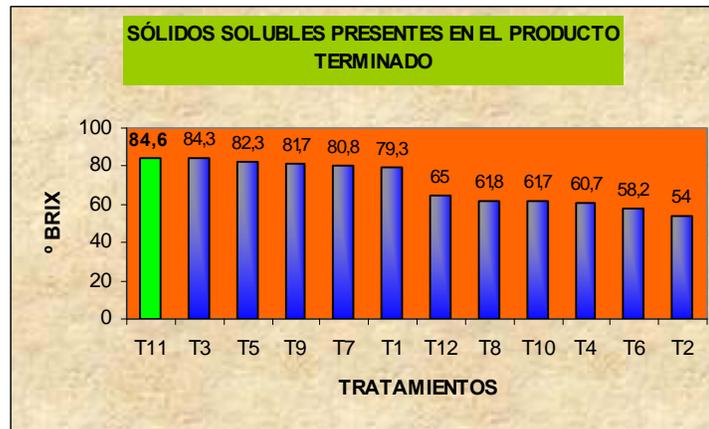
Resultados de la prueba DMS para el factor B (Sólidos solubles en el jarabe), muestran que el mejor factor es B2 (75° Brix). Significa que una mayor concentración del jarabe, permite un mayor ingreso de sólidos al producto.

Cuadro 46: Prueba DMS para el factor C (Tamaño de los trozos de sábila)

Factor	Promedio	Rango
C1	82,1600	a
C2	60,2855	b

Los datos del cuadro anterior muestran que C1 (2.5cm x 2.5cm x 1cm) es el mejor factor. Lo que demuestra que a menor tamaño de trozos de sábila fraccionada, mayor ganancia de sólidos solubles.

Gráfico 7: Sólidos solubles presentes en el producto terminado.



El comportamiento de los tratamientos demuestra que gráficamente T11 (20 horas, 75° Brix, 2.5cm x 2.5cm x 1cm), ingresa más sólidos al producto terminado. Esto se debe principalmente a que permaneció sometido a un periodo de deshidratación osmótica más largo a una presión osmótica mas elevada y el menor tamaño de los trozos también influyó en un mayor traspaso de sólidos del jarabe a la sábila.

6.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE RENDIMIENTO DEL ENCONFITADO DE SÁBILA

En el siguiente cuadro se registra los valores calculados del rendimiento de cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Cuadro 47: Rendimiento del enconfitado de sábila.

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT	X
		1	2	3		
T1	A1B1C1	16	16.6	16.26	48.86	16.286
T2	A1B1C2	18.3	18.1	18.9	55.3	18.433
T3	A1B2C1	14.34	14.8	14.6	43.74	14.58
T4	A1B2C2	16.8	16.9	17.1	50.8	16.933
T5	A2B1C1	16.2	16.02	15.94	48.16	16.050
T6	A2B1C2	17	16.8	16.5	50.3	16.766
T7	A2B2C1	14.2	14	14.02	42.22	14.07
T8	A2B2C2	15.8	15.6	15.8	47.2	15.73
T9	A3B1C1	16	15.9	16.04	47.94	15.98
T10	A3B1C2	16.1	16	15.7	47.8	15.93
T11	A3B2C1	13.8	13.6	13.56	40.96	13.65
T12	A3B2C2	15.6	15.6	15.5	43.7	15.56

Los valores de las medias de este cuadro muestra que T2 (14 horas, 65 ° Brix, 5.0 cm., 5.0 cm., 1.0 cm.) es el mayor rendimiento presenta con un valor de 18.433 %.

Cuadro 48: Análisis de varianza

F. de V.	GL.	S.C.	CM	F. cal.	Sign.	F. Tab.	
						5%	1%
Total	35						
Trata.	11	55.8550	5.080	118.9693	**	2,215	3,10
Factor A	2	10.3121	5.1560	120.7494	**	3,40	5,61
Factor B	1	19.8619	19.8619	465.1498	**	4,26	7,82
A x B	2	0.1008	0.0504	1.1803	ns	3,40	5,61
Factor C	1	19.0969	19.0969	447.2341	**	4,26	7,82
A x C	2	2.9281	1.4640	34.2857	**	3,40	5,61
B x C	1	2.4232	2.4232	56.7494	**	4,26	7,82
A x B x C	2	1.162	0.581	13.6065	*	3,40	5,61
E. exp.	24	1.025	0.0427				

CV: 1,3 %

En el ADEVA determinamos que existe diferencia significativa al 5% y 1% para tratamientos, factor A (tiempo de deshidratación), factor B (sólidos solubles del jarabe), factor C (tamaño de los trozos de sábila), interacción A x C, B x C, A x B

x C. Lo que quiere decir que estadísticamente los tratamientos son diferentes al igual que los factores.

Al existir diferencia significativa se realizó Tukey para tratamientos y para los factores A, B y C, DMS.

Cuadro 49: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos.

Tratamientos		Promedios	Rangos
T2	A1B1C2	18.43	a
T4	A1B2C2	16.93	b
T6	A2B1C2	16.76	b
T1	A1B1C1	16.28	b
T5	A2B1C1	16.05	b
T9	A3B1C1	15.98	b
T10	A3B1C2	15.93	b
T8	A2B2C2	15.73	b
T12	A3B2C2	15.56	b
T3	A1B2C1	14.58	c
T7	A2B2C1	14.07	c
T11	A3B2C1	13.65	d

El cuadro demuestra que estadísticamente existen 3 rangos, donde el tratamiento que registra el rango inicial es T2 (14 horas, 65°Brix, 5cm x 5cm x 1cm). Por presentar una menor deshidratación asociado con la menor concentración del jarabe y un mayor tamaño de los trozos tratamientos.

Cuadro 50: Prueba DMS para el factor A (Tiempo de deshidratación osmótica)

Factor	Promedio	Rango
A1	16,5583	a
A2	15,656	b
A3	15,2800	c

Los resultados del análisis muestran que el factor A1 (14 horas) es el que mayor rendimiento presenta, ocupando el primer rango del cuadro. Por lo que un menor tiempo de deshidratación osmótica producirá mayor rendimiento del producto final.

Cuadro 51: Prueba DMS para el factor B (Sólidos solubles del jarabe)

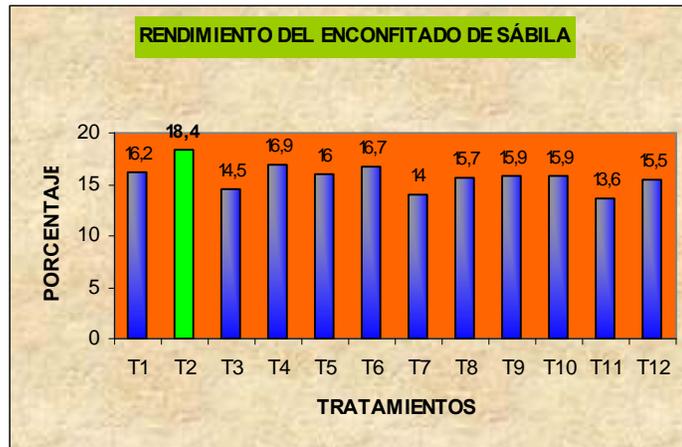
Factor	Promedio	Rango
B1	16,57	a
B2	15,09	b

El cuadro anterior indica que, el mejor factor es B1 (65° Brix). Donde se aprecia que a menor presión osmótica del jarabe mayor será el rendimiento del producto final.

Cuadro 52: Prueba DMS para el factor C (Tamaño de los trozos de sábila)

Factor	Promedio	Rango
C2	16,561	a
C1	15,561	b

Al analizar la prueba DMS para el factor C (tamaño de los trozos de sábila) se establecieron dos rangos, donde el mejor es C2 (5cm x 5cm x 1cm). Es decir que, el tamaño de los trozos de sábila son directamente proporcionales al rendimiento en el producto final, es decir a mayor tamaño mayor rendimiento.

Gráfico 8: Representación gráfica del rendimiento del enconfitado de sábila

Al realizar el análisis del cuadro se observa que los tratamientos que mayor rendimiento en peso presentaron fueron: T2 (14 horas, 65° Brix, 5cm x 5cm x 1cm), T4 (14 horas, 75 ° Brix , 5cm x 5cm x 1cm) y T6 (17 horas, 65° Brix, 5cm x 5cm x 1cm), esto se debe principalmente a que estuvieron sometidos a un periodo menor de deshidratación osmótica por lo que al ser sometidos al secado presentaron un mayor contenido de agua lo que los hace los tratamientos más rendidores.

6.9. ANÁLISIS SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO

El análisis sensorial se lo realizó para evaluar las características organolépticas de un producto. Las características evaluadas fueron: olor, color, sabor, y textura. Para detectar diferencias estadísticas se realizó la prueba de Fredman.

Para evaluar el análisis se utilizó en test que se indica en el anexo, en el que se detallan las características evaluadas en el producto final para cada una de los catadores.

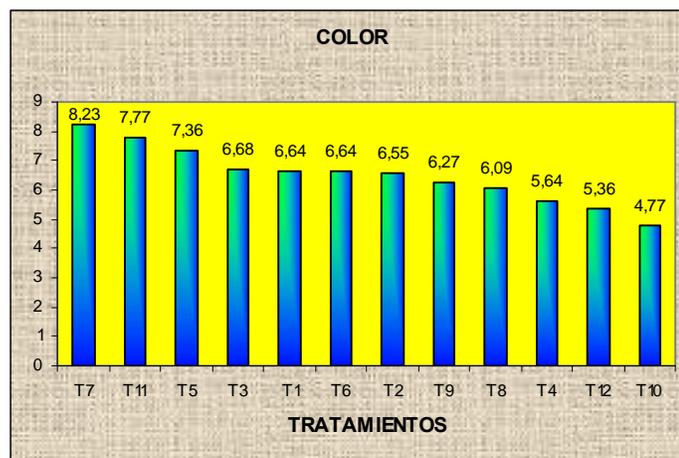
El panel de catación estuvo integrado por 11 personas, las que evaluaron el color, olor, sabor, y dureza en el producto terminado.

6.9.1. Color

El color es una característica determinante en la aprobación o rechazo del producto, permite visualizar el estado del producto en este caso la presencia de colores extraños se considero como defectuoso.

Los resultados obtenidos se encuentran en el anexo los que se representan claramente en el siguiente gráfico.

Gráfico 9: Caracterización del color del enconfitado de sábila.

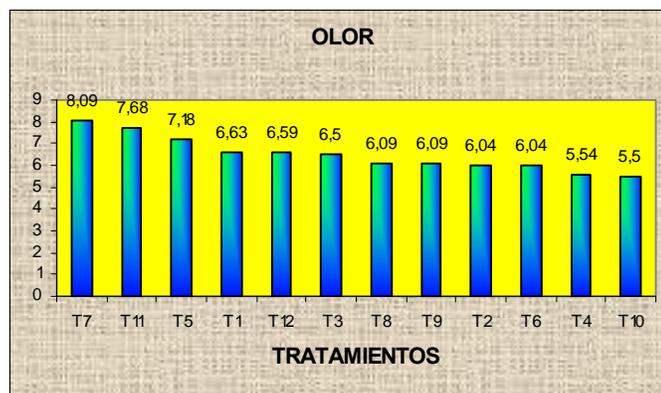


El gráfico muestra que los mejores tratamientos en lo que se refiere a color son: T7 (17 horas, 75° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm), T11 (20 horas, 75° Brix, 2.5cm x 2.5cm x 1cm), y T5 (17 horas, 65° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm).

6.9.2. Olor

El olor es una característica que determina la calidad y aceptación organoléptica de un producto alimenticio. Productos con aromas no característicos, son de baja demanda por parte del consumidor. Para este producto, se consideró como defectuoso un olor a fermentado. Los resultados obtenidos y analizados para la variable olor se encuentran en el anexo 1.

Gráfico 10: Caracterización del olor del enconfitado de sábila

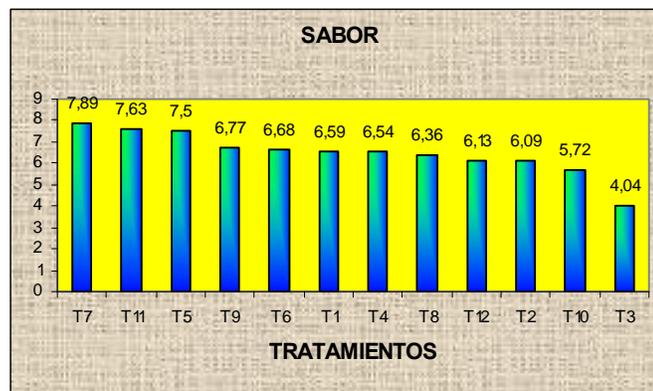


Los datos representados en el gráfico muestran que, T7 (17 horas, 75° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm), T11 (20 horas, 75° Brix, 2.5cm x 2.5cm x 1cm), y T5 (17 horas, 65° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm), presentaron mayor aceptabilidad por el panel de degustación.

6.9.3. Sabor

El sabor lo determina el sentido del gusto presente en nuestra cavidad bucal, en el confite de sábila, es dulce, agradable. Los resultados obtenidos para la variable sabor se encuentran en el anexo 1, los que se representan en el siguiente gráfico.

Gráfico 11: Caracterización del sabor del enconfitado de sábila

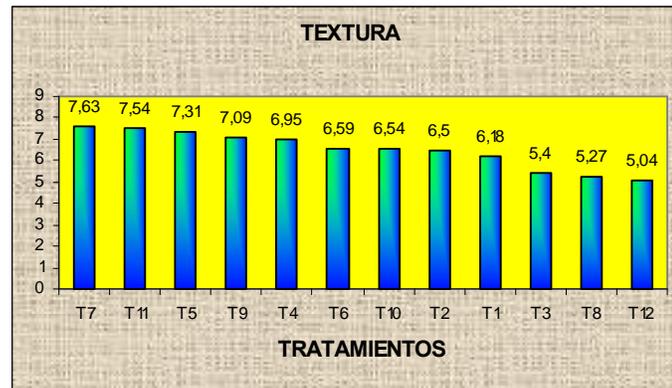


Los tratamientos T7 (17 horas, 75° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm), T11 (20 horas, 75° Brix, 2.5cm x 2.5cm x 1cm), y T5 (17 horas, 65° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm) son los que presentaron mayor aceptación por el panel de catación, de acuerdo a lo que se observa en el gráfico.

6.9.4. Textura

La textura fue determinada por la masticación del producto en el enconfitado debió ser suave, gomosa y permitir una suave masticabilidad.

Los resultados obtenidos para la variable textura se encuentran en el anexo 1 los mismos que se muestran en el siguiente gráfico.

Gráfico 12: Caracterización de la textura del enconfitado de sábila

Una vez evaluados el color, olor, sabor y textura se determinó que los tratamientos de mayor aceptabilidad por parte del panel de 11 catadores son: T7 (17 horas, 75° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm), T11 (20 horas, 75° Brix, 2.5cm x 2.5cm x 1cm), y T5 (17 horas, 65° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm).

Al realizar el análisis de rangos mediante la prueba de ji- cuadrado (χ^2) al 5%, se determino que con 11 grados de libertad, se obtienen los siguientes valores que se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 53: Análisis de Fredman para las variables de la evaluación sensorial

VARIABLE	VALOR CALCULADO χ^2	VALOR TABULAR χ^2 5%	SIGN.
COLOR	9,46	26,8	No significativo
OLOR	6,42	26,8	No significativo
SABOR	9,78	26,8	No significativo
TEXTURA	8,28	26,8	No significativo

Conforme al sistema de rangos obtenido mediante la prueba de Fredman al 5% para las variables: color, olor, sabor y textura, se determinó que estadísticamente no existe diferencia significativa en los tratamientos. Es decir, que estas características según el panel de degustación, no varía.

6.10. ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICOS DEL ENCONFITADO DE SÁBILA

Con el objetivo de conocer la composición química del producto final se realizó análisis de azúcares totales, azúcares reductores, humedad, proteína, fibra cruda, sodio, fósforo. Estos análisis se evaluaron únicamente al mejor tratamiento T7 (17horas, 75° Brix, 2,5cm, 2,5cm, 1cm), según el análisis sensorial.

El resultado del análisis fue el siguiente.

Cuadro 54: Resultados del análisis físico-químico

PARAMETRO ANALIZADO	UNIDAD	RESULTADO
		T7
Contenido de humedad	%	15.00
Fibra cruda	%	0.46
Proteína	%	0.304
Azúcares reductores libres	%	5.33
Azúcares totales	%	68.45
Fósforo	mg/100 g	6.856
Sodio	mg/100 g	79.70

Fuente: Laboratorio de uso múltiple, FICAYA, UTN.

El resultado del análisis realizado al tratamiento 7 muestra una cantidad apreciable de azúcares totales (68.45%) esto se debe a que la sábila estuvo sometida a un proceso de deshidratación osmótica con sacarosa, la misma que sustituyó el agua

celular. Además indica la presencia de nutrientes como proteína, fibra cruda, sodio, fósforo indispensables para el funcionamiento del organismo.

6.11. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.

Para la realización del análisis se tomo la muestra del producto del mejor tratamiento, evaluado mediante el análisis sensorial, el tratamiento sometido a evaluación microbiológica fue T7 (17 horas, 75° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm) obteniéndose los siguientes resultados.

Cuadro 55: Resultados del análisis microbiológico.

PARÁMETROS EVALUADOS	UNIDADES	A2B2C1
Recuento de mohos	UPM/g	120
Recuento de levaduras	UPL/g	15

Fuente: Laboratorio de uso Múltiple, FICAYA, UTN.

UPM/g: Unidad formadora de mohos por gramo.

UPL/g: Unidad formadora de levaduras por gramo.

El cuadro, indica que el confite de sábila se encuentra dentro de los valores de contenido de mohos y levaduras para productos deshidratados: mínimo 100 – máximo 1000 UPC.

6.12. BALANCE DE MATERIALES PARA OBTENER ENCONFITADO DE SÁBILA

Para el balance de materiales se tomo en cuenta los tres mejores tratamientos, los que resultaron del análisis sensorial analizado en el capítulo donde se indica que

los mejores tratamientos fueron: T7 (17 horas, 75° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm), T11 (20 horas, 75° Brix, 2.5cm x 2.5cm x 1cm), y T5 (17 horas, 65° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm).

El balance de materiales que se indica a continuación se realizó según el diagrama de bloques donde se detalla la cantidad de materia prima que ingresa al proceso, los desperdicios y el producto final. Puntos importantes para determinar el rendimiento.

El rendimiento de trozos de sábila, a partir de la hoja, se obtuvo de acuerdo a los siguientes datos.

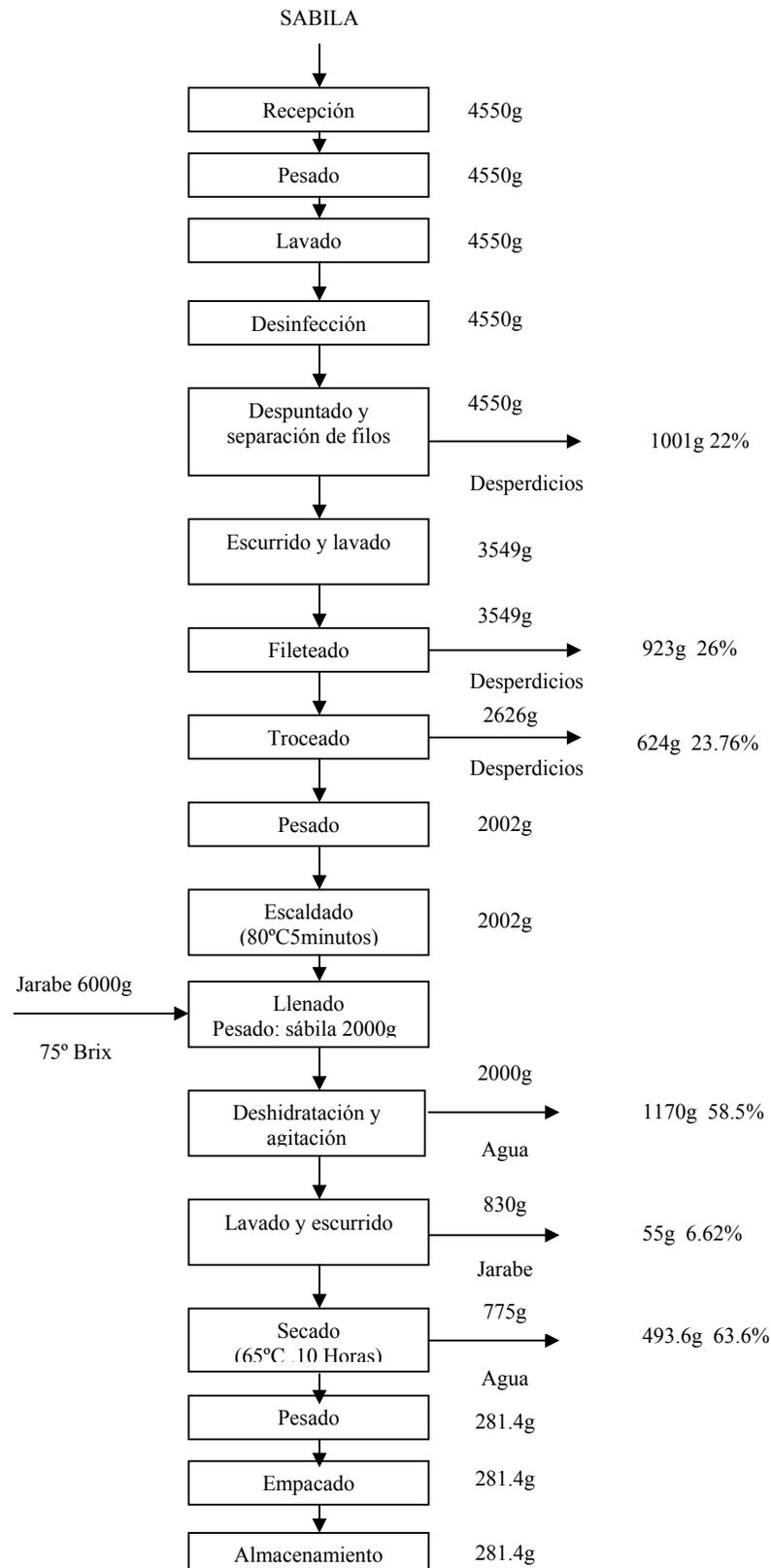
La ecuación utilizada para este caso es:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{PesoFinal}}{\text{PesoInicial}} \times 100$$

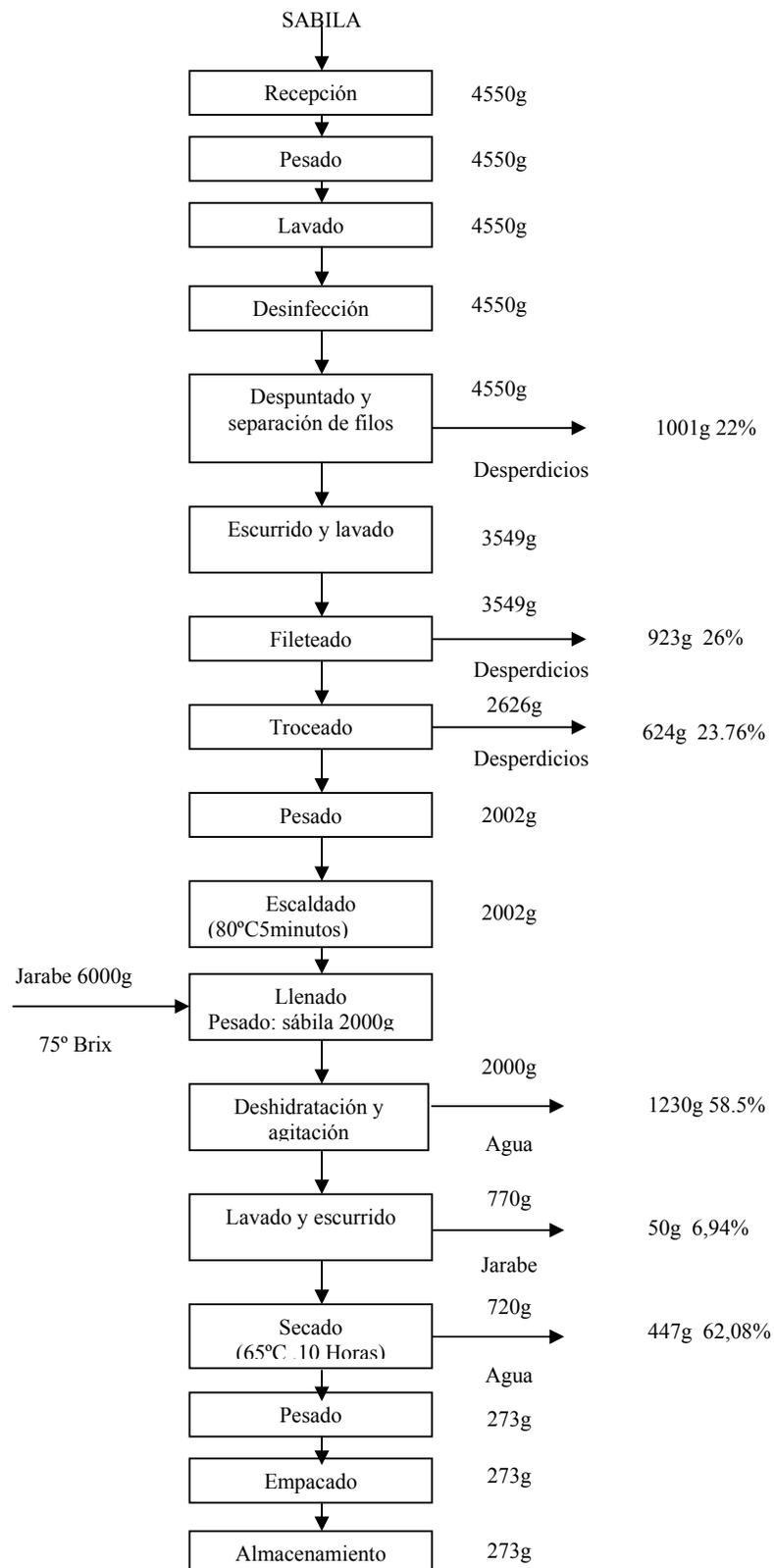
Cuadro 58: Rendimiento de materiales y producto terminado.

Rendimiento de trozos de sábila				Rendimiento de enconfitado de sábila			
Tamaños	Peso inicial	Peso final	Rendimiento %	Tratamiento	Peso inicial	Peso final	Rendimiento %
(2.5cm,2.5cm,5cm)	610g	270g	44	T7	2000	281.4	14.07
(5cm,5cm,1cm)	620g	250g	40	T11	2000	273	13.65
				T5	2000	321	16.05

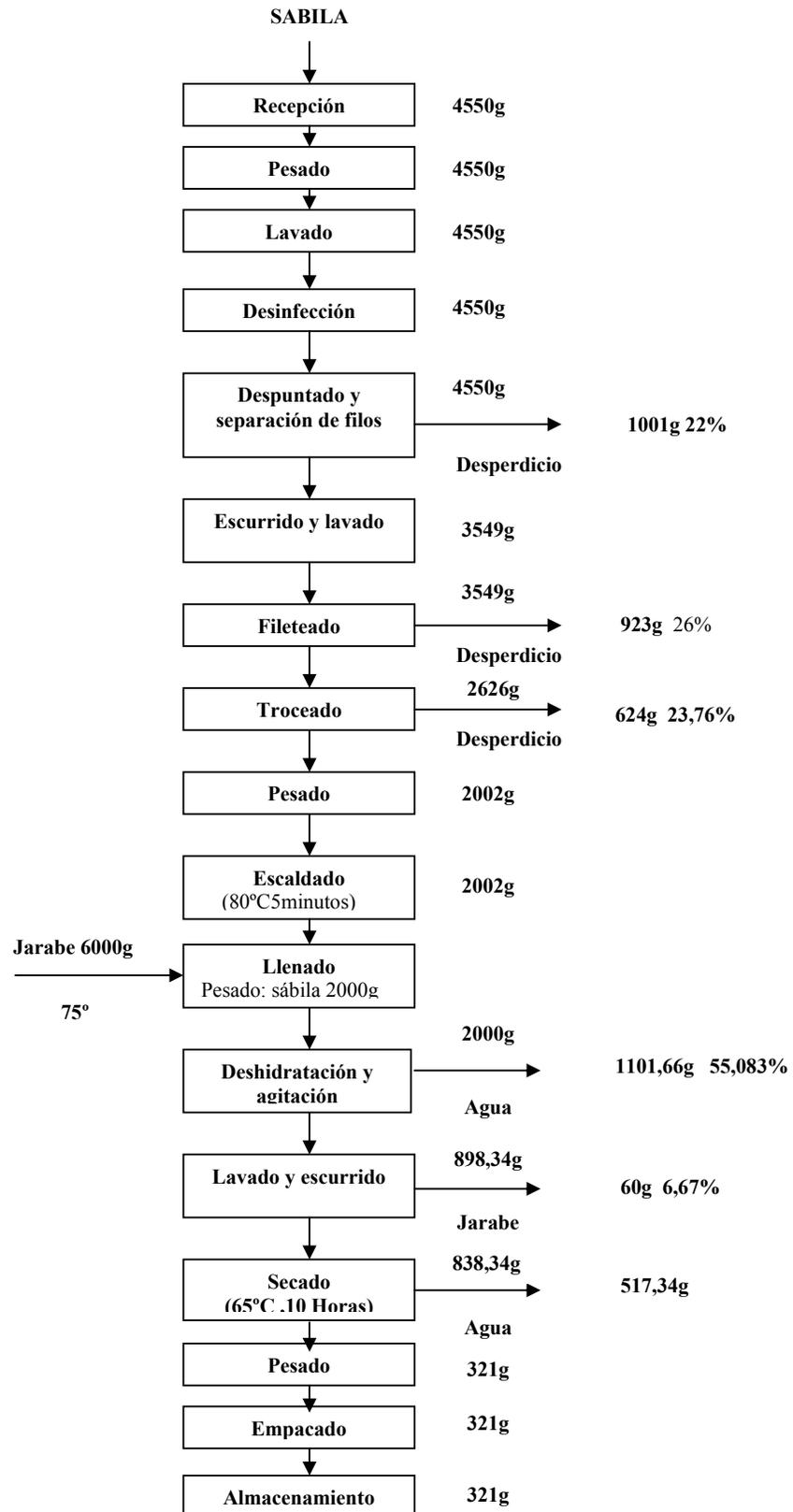
6.12.1. **Balance de materiales para la obtención de enconfitado de sábila para T7 (17 horas, 75° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm).**



6.12.2. Balance de materiales para la obtención de enconfitado de sábila para T11 (20 horas, 75° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm).



6.12.3. Balance de materiales para la obtención de enconfitado de sábila para T5 (14 horas, 65° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm).



CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se confirmó la hipótesis planteada, la utilización de jarabes de sacarosa altamente concentrados, tamaño de trozos de sábila y el tiempo de deshidratación osmótica, influyen en la elaboración de enconfitado de sábila.
- Los parámetros como sólidos solubles del jarabe, tiempo de deshidratación osmótica, tuvieron una relación directa con la pérdida de peso de la sábila. Es decir, a mayor concentración de sólidos solubles del jarabe, y mayor tiempo de deshidratación osmótica mayor fue la pérdida de peso alcanzada en los trozos de sábila.
- El factor tamaño de los trozos presentó una relación inversamente proporcional con la deshidratación osmótica alcanzada, es decir a menor tamaño mayor deshidratación de la sábila.
- El tiempo adecuado de deshidratación osmótica esta entre 17 y 20 horas y el mejor tamaño de los trozos es de (2.5cm, 2.5cm, 1cm). Además, cabe mencionar que la diferencia de concentraciones en el jarabe no incide en las características organolépticas del producto. Esto se deduce por la evaluación organoléptica de los tres mejores tratamientos T7 (17 horas, 75° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm), T11 (20 horas, 75° Brix, 2.5cm x 2.5cm x 1cm), y T5 (17 horas, 65° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm).

- Existe una variación significativa en los ° Brix del producto final debido principalmente a que, el jarabe incide de diferente manera en cada uno de los trozos. Se debe a que al iniciar el proceso de deshidratación los trozos están pegados entre si y la presencia del jarabe es mas intensa en la parte inferior de los trozos y a los lados del cubo independientemente de la concentración del jarabe el tiempo de deshidratación osmótica, y el tamaño de los trozos.
- Los trozos de sábila afectan a la concentración del jarabe, donde a menor tamaño de los trozos sábila, la absorción de sólidos es mayor consecuentemente la salida de agua al jarabe es mayor disminuyendo los sólidos solubles de la solución.
- Al finalizar la deshidratación osmótica se determino que existe una mayor pérdida de peso en los tratamientos T11 (20 horas, 75° Brix, 2.5cm x 2.5cm x 1cm), T12 (20 horas, 75° Brix, 5cm x 5cm x 1cm) y T7 (17 horas, 75° Brix, 2.5cm x 2.5cm x 1cm), esto se debe a que estos tratamientos estuvieron un mayor tiempo deshidratándose osmóticamente y además estuvieron sometidos a la presión osmótica del jarabe mas concentrado.
- En la finalización del experimento se detectó que los tratamientos en los que el descenso del pH fue más significativo fueron: T11 (20 horas, 75° Brix, 2.5cm x 2.5cm x 1cm), T12 (20 horas, 75° Brix, 5cm x 5cm x 1cm), T7 (17 horas, 75° Brix, 2.5cm x 2.5cm x 1cm) y T8 (17 horas, 75° Brix, 5cm x 5cm x 1cm), en estos tratamientos se aprecia claramente que el factor que influye en una mayor disminución del pH es la concentración más elevada del jarabe.
- En todos los tratamientos y en sus respectivas unidades experimentales la mayor pérdida de peso, más alta disminución de los ° Brix y pH se dan en

las primeras de contacto de la sábila con el jarabe. Donde la diferencia de concentraciones del jarabe con el interior de la sábila es más elevado produciéndose una mayor deshidratación osmótica.

- Se determinó que los tres mejores tratamientos según el análisis de Fredman son: T7 (17 horas, 75° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm), T11 (20 horas, 75° Brix, 2.5cm x 2.5cm x 1cm), y T5 (17 horas, 65° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm), por ser los tratamientos que mejor aceptabilidad tuvieron en el panel de catación.
- Los trozos, según el grado de deshidratación osmótica alcanzado, se puede someter a procesos complementarios como el secado con aire forzado, que le darán mayor estabilidad hasta el punto de poderse mantener a condiciones ambientales con un empaque adecuado.

7.1.RECOMENDACIONES

- Se sugiere aplicar los conocimientos presentados en esta investigación como alternativa de introducción de la sábila en la alimentación y así aumentar la industrialización de la misma para beneficio de los productores y consumidores de esta planta.
- Evaluar la deshidratación osmótica en productos presentes en nuestra provincia como el tomate de árbol, la papa, la tuna, productos en los que este proceso serviría para mejorar la calidad organoléptica de los mismos.
- Aplicar a siguientes investigaciones de deshidratación osmótica factores como: temperatura, mezcla de jarabes como sacarosa con ClNa., velocidad de deshidratación impregnación de sólidos del jarabe a la fruta, contenido de agua, evaluar la duración del producto deshidratado.
- Utilizar aromas para la impregnación de este en el producto terminado, se recomienda utilizar esencias disueltas en aceites.
- Realizar investigaciones con el jarabe que nos queda al final de la deshidratación osmótica para la elaboración de otros subproductos, ya que allí conservan las características nutricionales y curativas de la misma.
- Investigar la velocidad de deshidratación osmótica utilizando relaciones más elevadas de jarabe con respecto a la sábila o a cualquier fruta, hortaliza etc. Se recomienda utilizar relaciones 4:1 para evaluar la velocidad de deshidratación osmótica.
- Realizar costos de producción del enconfitado de sábila

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de brindar una alternativa de industrialización de la sábila en el campo alimenticio, con la elaboración de enconfitado de sábila.

El proceso tecnológico se inició con el lavado, desinfección, fileteado, pesado y troceado en las medidas respectivas establecidas para cada tratamiento. Luego el producto fue escaldado y se mezcló con la cantidad de jarabe establecida en el estudio. Después se trabajó en el proceso de deshidratación osmótica conjugada con la agitación. Al finalizar la deshidratación osmótica se realizó un lavado y escurrido de los trozos deshidratados, los que pasaron al secador para finalmente ser empacados y almacenados.

Para la medición estadística de las variables en estudio se probaron 12 tratamientos con 3 repeticiones cada uno. Para el análisis estadístico se utilizó un Diseño completamente al azar con un arreglo factorial A x B x C, donde el factor A representa el tiempo de deshidratación osmótica (horas), el factor B la concentración de sólidos solubles del jarabe (° Brix) y el factor C el tamaño de los trozos de sábila. Las variables analizadas fueron en el jarabe: sólidos solubles, pH; en los trozos de sábila: peso; en el producto terminado; sólidos solubles y rendimiento. Se aplicó la prueba de Tukey para tratamientos y DMS para factores para determinar diferencia significativa.

En la variable disminución sólidos solubles (° Brix) del jarabe al término de la deshidratación, se registraron los siguientes valores para los tres mejores tratamientos: T11 24 ° Brix, T7 23 ° Brix, T12 22,8 ° Brix. Para la variable pH (H⁺) los valores de los tres mejores tratamientos son los siguientes: T11 2,24 H⁺, T7 2,4 H⁺, T12 2,41 H⁺. En la variable peso (gramos) los tratamientos que perdieron más peso con sus valores respectivos fueron los siguientes. T11 1280g, T12 1230g, T7 1225. Los valores registrados para los sólidos solubles (° Brix), del

producto terminado en los tres mejores tratamientos son: T11 84,6 ° Brix, T3 84,3 ° Brix, T5 82,3 ° Brix. El rendimiento del enconfitado de sábila expresado en porcentaje correspondiente a los tres mejores tratamientos fue el siguiente: T2 18,4%, T4 16,9%, T6 16,7%.

Para la evaluación sensorial se utilizó la prueba de Fredman, con lo que se determinó estadísticamente los tres tratamientos con mayor aceptabilidad, que fueron T7 (17 horas, 75° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm), T11 (20 horas, 75° Brix, 2.5cm x 2.5cm x 1cm), y T5 (17 horas, 65° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm).

Después se realizaron pruebas microbiológicas las que indican que el producto cumple con los parámetros establecidos para productos deshidratados osmóticamente, también se realizó análisis de azúcares totales, azúcares reductores, humedad, proteína, fibra total, sodio y fósforo.

Finalmente se determinó que el tiempo de deshidratación osmótica, los sólidos solubles del jarabe, y el tamaño de los trozos de sábila adecuados son: 17 horas 75° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm, 20 horas 75° Brix 2.5cm x 2.5cm x 1cm, 17 horas 65° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm, presentes en los tres mejores tratamientos T7, T11 y T5 respectivamente.

SUMMARY

The present investigation was carried out with the objective of offering an alternative of industrialization of the sábila in the nutritious field, with the elaboration of preserved of sábila.

The technological process began with the laundry, disinfection, filleting, heavy and piecing in the respective established measures for each treatment. Then the product was scalded and you mixes with the quantity of established syrup in the study. Then you work in the process of osmotic dehydration conjugated with the agitation. When concluding the osmotic dehydration the was carried out a laundry and drained of the dehydrated pieces, those that passed to the dryer for finally to be packed and stored.

For the statistical mensuration of the variables in study 12 treatments were proven with 3 repetitions each one. For the statistical analysis you uses a Design totally at random with a factorial arrangement $A \times B \times C$, where the factor A it represents the time of osmotic (hours) dehydration, the factor B the concentration of soluble solids of the syrup ($^{\circ}$ Brix) and the factor C the size of the sábila pieces. The analyzed variable was in the syrup: soluble solids, pH; in the sábila pieces: I weigh; in the finished product; soluble solids and yield. The apply the test of Tukey for treatments and DMS for factors to determine significant difference.

In the variable decrease soluble ($^{\circ}$ Brix) solids of the syrup at the end of the dehydration, they registered the following values for the three better treatments: T11 24 $^{\circ}$ Brix, T7 23 $^{\circ}$ Brix, T12 22,8 $^{\circ}$ Brix. For the variable pH (H^{+}) the values of the three better treatments are the following ones: T11 2,24 H^{+} , T7 2,4 H^{+} , T12 2,41 H^{+} . In the variable weight (grams) the treatments that lost more weight

with their respective values were the following ones. T11 1280g, T12 1230g, T7 1225. The registered values for the soluble (° Brix) solids, of the product finished in the three better treatments are: T11 84,6 ° Brix, T3 84,3 ° Brix, T5 82,3 ° Brix. The yield of the sábila enconfitado expressed in percentage corresponding to the three better treatments was the following one: T2 18,4%, T4 16,9%, T6 16,7%.

For the sensorial evaluation the test of Fredman was used, with what you determines the three treatments statistically with bigger acceptability that you/they were T7 (17 hours, 75° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm), T11 (20 hours, 75° Brix, 2.5cm x 2.5cm x 1cm), and T5 (17 hours, 65° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm).

Then one carries out tests microbiológicas those that indicate that the product fulfills the established parameters for products dehydrated osmóticamente, he/she was also carried out analysis of you sugar total, sugar reducers, humidity, protein, total fiber, sodium and match.

Finally it was determined that the time of osmotic dehydration, the soluble solids of the syrup, and the size of the pieces of appropriate sábila are: 17 hours 75° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm, 20 hours 75° Brix 2.5cm x 2.5cm x 1cm, 17 hours 65° Brix, 2.5cm x2. 5cm x 1cm, present respectively in the three better treatments T7, T11 and T5.

BIBLIOGRAFIA

- **BARAHONA, E. FLORES, J. ROSERO, Y. (2006);** Estudio de factibilidad para la creación de una empresa exportadora de pulpa de sábila (Aloe Vera) en la provincia de Imbabura hacia el mercado Español. Tesis Negocios y Comercio Internacional. PUCE – SI Ibarra- Ecuador.
- **BERK, Z. (1980)** Bioquímica de los alimentos. Departamento de Ingeniería de Alimentos y Biotecnología. Haifa –Israel
- **CAMACHO, G** Revista científica, Versión on-line. Procesamiento y conservación de frutas por deshidratación osmótica directa. Disponible: http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomo_bak/2006228/teoria/obfrudes/pl.htm. (Consulta 2007, Julio 14).
- **DEROSIER, N.(1976)** “ Conservación de Alimentos”
- **DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DIRECTA** .(Pagina Web en línea) Disponible:(<http://www.tesisexarxa.net/TDX-0302107-141116/>) (Consulta: 2007,Junio28)
- **HURTADO,F. (1987)** “Procesos tecnológicos de frutas confitadas, jaleas mermeladas, y pastas de frutas” Quito SE
- **GUZMAN, J. (1999).** La Zábila. Espasande S.R.L. Editores. Caracas Venezuela.

- **LA SÁBILA Y SUS BENEFICIOS** (Pagina Web en línea) Disponible:
http://www.herbogeminis.com/propiedades_y.html (Consulta: 2006,
Diciembre 19)
- **OSORIO, L. (2003)**. Procesos industriales en Frutas y Hortalizas. Grupo Latino LTDA. Colombia.
- **QUEZADA, W. (2004)**. Separatas Industria de aceites y jabones. Universidad Técnica del Norte. Escuela de Ing Agroindustrial.
- **VEGA, A. NEVENKA AMPUERO C. DIAZ, L Y OTROS ROBERTO LEMUS M.** Revista chilena de nutrición, versión on – line .El Aloe vera (Aloe Barbadencis millar) como componente de alimentos funcionales. Disponible:
http://www.scielo.cl/cielo.php?pid=s07177518205000300005&script=sci_arttext (Consulta: 2007, Junio 18)
- **SANCHEZ, J. (2006)**. Revista científica versión on-line La sábila una planta milenaria de la salud. Disponible:<http://www.infoserca.gob.mx/claridades/revistas/106/ca106.pdf#page=22>

ANEXOS

**ANEXO 1: HOJA DE ENCUESTA PARA LA EVALUACION SENSORIAL
DEL ENCONFITADO DE SÁBILA.**

**HOJAS DE ENCUESTA
EVALUACION SENSORIAL
DE ENCONFITADO DE SABILA**

INTRODUCCION

El presente instructivo esta orientado a evaluar las características organolépticas del producto final.

INSTRUCCIONES PARA EL CATADOR: Sr. Degustador para la catación del producto, tómese el tiempo necesario y analice detenidamente cada una de las características que se detallan a continuación. Marque con una X en los atributos que crea correctos.

COLOR: El color debe ser rojo, sin manchas oscuras o cualquier color extraño que pueda considerarse como defectuoso.

OLOR: El olor debe ser característico al producto, considerando defecto el olor a fermentado.

SABOR: El enconfitado debe ser dulce con sabor a sábila.

TEXTURA: Debe ser suave, gomoso y permitir una suave masticabilidad.

**HOJA PARA LA EVALUACION SENSORIAL
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
PRUEBA SENSORIAL DE CONFITADO DE SABILA**

FECHA..... N° DE CATADOR.....

CARACTERISTICAS	ALTERNATIVAS	MUESTRAS											
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
COLOR	MUY BUENO												
	BUENO												
	REGULAR												
	MALO												
OLOR	MUY AGRADABLE												
	AGRADABLE												
	POCO AGRADABLE												
	DESAGRADABLE												
SABOR	MUY AGRADABLE												
	AGRADABLE												
	POCO AGRADABLE												
	DESAGRADABLE												
TEXTURA	MUY DURO												
	DURO												
	NORMAL												
	SUAVE												
	MUY SUAVE												
OBSERVACIONES													
.....													
.....													
.....													
.....													

ANEXO 2: RANGOS DE EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

Variable color

Tratamientos

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	Σ
1	8	8	2	8	8	8	8	2	8	8	8	2	78
2	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	78
3	9	3,5	9	3,5	9	9	9	9	3,5	1	9	3,5	78
4	10	10	2	2	5,5	10	10	2	5,5	5,5	10	5,5	78
5	10	2	6	12	10	2	6	10	2	6	6	6	78
6	7,5	7,5	7,5	7,5	1,5	7,5	7,5	7,5	1,5	7,5	7,5	7,5	78
7	6,5	6,5	6,5	1	6,5	6,5	6,5	6,5	12	6,5	6,5	6,5	78
8	6	6	6	2	11,5	2	9,5	6	9,5	2	11,5	6	78
9	3	11,5	11,5	3	3	8	8	8	8	3	8	3	78
10	2,5	2,5	8,5	8,5	8,5	2,5	8,5	8,5	8,5	2,5	8,5	8,5	78
11	4	8	8	8	11	11	11	1	4	4	4	4	78
Σx	73	72	73,5	62	81	73	90,5	67	69	52,5	85,5	59	858
(Σx)²	5329	5184	5402	3844	6561	5329	8190,3	4489	4761	2756,5	7310,3	3481	62637,3
x	6,64	6,55	6,68	5,64	7,36	6,64	8,23	6,09	6,27	4,77	7,77	5,36	

Variable sabor

Tratamientos

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	Σ
1	7	7	7	7	7	7	7	1	7	7	7	7	78
2	7,5	7,5	1,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	1,5	7,5	7,5	78
3	3	3	3	7,5	11	7,5	7,5	11	7,5	11	3	3	78
4	5	10	1,5	5	1,5	10	10	5	5	10	5	10	78
5	9	3	3	9	9	3	9	9	3	3	9	9	78
6	6,5	6,5	12	6,5	6,5	6,5	6,5	1	6,5	6,5	6,5	6,5	78
7	5,5	5,5	5,5	1	11	5,5	11	11	5,5	5,5	5,5	5,5	78
8	8,5	3	1	8,5	8,5	8,5	8,3	8,5	3	8,5	8,5	3	78
9	7,5	3	3	7,5	7,5	11	7,5	3	11	3	11	3	78
10	9	9	3	3	9	3	3	9	9	3	9	9	78
11	4	9,5	4	9,5	4	4	9,5	4	9,5	4	12	4	78
Σx	72,5	67	44,5	72	82,5	73,5	86,8	70	74,5	63	84	67,5	858
(Σx) ²	5256,25	4489	1980,2	5184	6806,2	5402,2	7534,2	4900	5550,2	3969	7056	4556,2	62683,7
x	6,59	6,09	4,04	6,54	7,5	6,68	7,89	6,36	6,77	5,72	7,63	6,13	

Variable olor

Tratamientos

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	Σ
1	6	6	6	6	6	12	6	6	6	6	6	6	78
2	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	78
3	2	7,5	7,5	7,5	2	7,5	12	2	7,5	7,5	7,5	7,5	78
4	6	6	6	6	2	6	6	6	6	6	6	6	78
5	8,5	8,5	8,5	8,5	2,5	2,5	8,5	8,5	2,5	2,5	8,5	8,5	78
6	7	7	12	1,5	7	7	7	7	1,5	7	7	7	78
7	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	78
8	4	4	4	10	10	4	10	4	10	4	10	4	78
9	9,5	3,5	3,5	3,5	9,5	9,5	9,5	9,5	3,5	3,5	9,5	3,5	78
10	8,5	2,5	8,5	2,5	8,5	2,5	8,5	8,5	8,5	2,5	8,5	8,5	78
11	8,5	8,5	2,5	2,5	8,5	2,5	8,5	2,5	8,5	8,5	8,5	8,5	78
Σx	73	66,5	71,5	61	79	66,5	89	67	67	60,5	84,5	72,5	858
(Σx) ²	5329	4422,5	5112,2	3721	6241	4422,2	7921	4489	4489	3660,2	7140,2	5256,2	62203,5
x	6,63	6,04	6,5	5,54	7,18	6,04	8,09	6,09	6,09	5,5	7,68	6,59	

Variable textura

Tratamientos

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	Σ
1	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	2,5	2,5	2,5	2,5	78
2	11	5	5	11	5	5	5	5	5	5	11	5	78
3	7	7	1,5	7	7	7	12	7	1,5	7	7	7	78
4	2,5	8,5	3,5	8,5	8,5	8,5	8,5	2,5	8,5	2,5	8,5	8,5	78
5	6	11,5	6	1	6	6	11,5	6	6	6	6	6	78
6	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	11,5	11,5	5,5	5,5	5,5	78
7	5	5	5	5	5	5	11	5	5	5	11	11	78
8	7,5	2,5	2,5	7,5	7,5	11,5	7,5	2,5	11,5	7,5	7,5	2,5	78
9	5	9,5	9,5	9,5	9,5	2,5	1	5	9,5	9,5	5	2,5	78
10	2	5,5	5,5	10	10	10	5,5	2	5,5	10	10	2	78
11	8	3	8	3	8	3	8	3	11,5	11,5	8	3	78
Σx	68	71,5	59,3	76,5	80,5	72,5	84	58	78	72	83	55,5	858
(Σx) ²	4624	5112,2	3516,5	5852,2	6480,2	5256,2	7056	3364	6084	5184	6889	3080,25	62468,7
x	6,18	6,5	5,40	6,95	7,31	6,59	7,63	5,27	7,09	6,54	7,54	5,04	