



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**

**ESTUDIO TÉCNICO PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS  
DE PULPA DE FRUTILLA DESHIDRATADA**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERA DE ALIMENTOS**

**SOFÍA LORENA VILLAMAR MANZANO**

**DIRECTOR: DR. JOSÉ ROMÁN**

**Quito, Mayo 2015**

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2015  
Reservados todos los derechos de reproducción

## DECLARACIÓN

Yo **SOFÍA LORENA VILLAMAR MANZANO**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

Sofía Lorena Villamar Manzano

C.I. 171111170-6

# CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Estudio Técnico para la Elaboración de Láminas de Pulpa de Frutilla Deshidratada**”, que, para aspirar al título de **Ingeniera de Alimentos** fue desarrollado por **Sofía Villamar**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.

---

Dr. José Román

**DIRECTOR DEL TRABAJO**

C.I. 170363870-8

# CARTA DE LA INSTITUCIÓN



Quito, 4 de Julio de 2013

Ing. Jorge Viteri Moya, MSC

Decano de la facultad de Ciencias de la Ingeniería

Presente.\_

Por medio de la presente, certifico que la Señorita Sofía Lorena Villamar Manzano, con cédula de identidad 171111170-6, desarrolló el tema de su tesis "ESTUDIO TÉCNICO PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE PULPA DE FRUTILLA DESHIDRATADA" en la planta procesadora de Delchis Foods, ubicada en Checa, Panamericana S/N y San Agustín, en el cantón Quito. Su trabajo fue supervisado y controlado por mi persona.

Los resultados conseguidos, fueron utilizados para el mejor desarrollo de nuestro producto.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Karla Loor Toledo', written over a horizontal line.

Ing. Karla Loor Toledo

Gerente General Delchis Foods

[www.delchisfoods.com](http://www.delchisfoods.com)

Dirección: Panamerica s/n y Calle San Agustín  
a 100 metros de la Planta de Agua de Checa. Barrio Aglla  
Email: karlaoor@delchisfoods.com  
Checa, Ecuador

Telf: 092.410.987

## **DEDICATORIA**

A Dios, porque sin él en mi vida no estaría donde estoy ni rodeada de maravillosas personas, mis padres que siempre han estado ahí para apoyarme en mis decisiones, mis hermanas, mis sobrinos, mis amigos y todas las personas que me han apoyado, acompañado y aconsejado en este largo y duro camino.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi más sincero agradecimiento a la Universidad Tecnológica Equinoccial, a sus autoridades y a todos los profesores que a lo largo de la carrera compartieron sus conocimientos conmigo, porque de todos y cada uno de ellos aprendí algo que me ayudó a formarme como persona y como profesional.

A la Ingeniera Karla Loor por haberme permitido ser parte de este emprendedor proyecto y compartir su experiencia y conocimientos conmigo.

A mi familia y amigos que siempre han estado ahí para apoyarme y darme fuerzas para continuar cada día.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN.....	x
ABSTRACT .....	xii
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. MARCO TEÓRICO .....	4
2.1. LA DESHIDRATACIÓN POR CALOR .....	4
2.1.1. DEFINICIÓN .....	4
2.1.2. OBJETIVOS DE LA DESHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS .....	4
2.1.2.1. Prolongación de la vida útil.....	4
2.1.2.2. Actividad de agua .....	5
2.1.2.3. La actividad enzimática .....	6
2.1.2.4. Reducción de peso y volumen.....	7
2.1.2.5. Generación de valor agregado .....	7
2.1.3. EL SECADOR DE BANDEJAS O ARMARIO.....	8
2.1.4. EL PROCESO DE SECADO .....	11
2.1.4.1. Preparación .....	11
2.1.4.2. Procedimiento.....	12
2.1.4.3. Etapas de secado .....	13
2.1.4.4. Velocidad del secado.....	14
2.1.4.5. Empacado .....	17
2.1.4.6. Almacenamiento .....	18
2.1.5. CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO DESHIDRATADO .....	18



2.1.5.1.	Cambios de estructura.....	19
2.1.5.2.	Cambios en el valor nutricional.....	19
2.1.5.3.	Cambios en las características organolépticas.....	20
2.2.	GENERALIDADES DE LA FRUTILLA .....	22
2.2.1.	DEFINICIÓN .....	22
2.2.2.	CARACTERÍSTICAS.....	22
2.2.3.	VARIEDADES .....	23
2.2.4.	COMPOSICIÓN NUTRICIONAL .....	23
2.2.5.	USOS.....	25
2.2.5.1.	Gastronómico .....	25
2.2.5.2.	Industrial .....	25
2.3.	LAS LÁMINAS DE PULPA DESHIDRATADA.....	27
2.3.1.	DEFINICIÓN .....	27
2.3.2.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	27
2.3.3.	MATERIAS PRIMAS .....	28
2.3.3.1.	Fruta .....	28
2.3.3.2.	Edulcorante.....	28
2.3.3.3.	Antioxidante .....	28
2.3.3.4.	Espesante.....	29
2.3.4.	VARIABLES A CONTROLAR .....	29
2.3.5.	DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS.....	30
2.3.5.1.	Selección .....	30
2.3.5.2.	Despulpado.....	30
2.3.5.3.	Formulación .....	30
2.3.5.4.	Concentración.....	31

	<b>PÁGINA</b>
2.3.5.5. Laminado .....	31
2.3.5.6. Secado .....	31
2.3.5.7. Empacado y almacenamiento.....	32
2.4. LOS ANÁLISIS DE ESTABILIDAD .....	33
2.4.1. PRUEBAS HEDÓNICAS.....	33
2.4.2. ANÁLISIS DE COLOR .....	34
<b>3. METODOLOGÍA .....</b>	<b>36</b>
3.1. MATERIA PRIMA.....	36
3.2. EXPERIMENTACIÓN .....	36
3.2.1. FASE 1: SELECCIÓN DEL MEJOR TRATAMIENTO .....	38
3.2.1.1. Uso de pectina cítrica y azúcar .....	38
3.2.1.2. Proceso de deshidratación .....	39
3.2.1.3. Análisis de Rendimiento .....	40
3.2.1.4. Medición de aceptabilidad sensorial .....	40
3.2.2. FASE 2: ANÁLISIS DE ESTABILIDAD.....	41
3.2.2.1. Caracterización del producto .....	41
<b>4. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>
4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA .....	43
4.2. RESULTADOS FASE 1 DE EXPERIMENTACIÓN:	
SELECCIÓN DEL MEJOR TRATAMIENTO .....	44
4.2.1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO .....	44
4.2.2. RENDIMIENTO .....	46
4.2.3. ANÁLISIS DE ACEPTABILIDAD .....	47

	<b>PÁGINA</b>
4.2.3.1. Color .....	47
4.2.3.2. Olor .....	48
4.2.3.3. Sabor .....	48
4.2.4. Textura .....	49
4.2.5. Aceptabilidad general.....	50
4.2.6. Sondeo de Mercado.....	51
<b>4.3. RESULTADOS FASE 2 DE EXPERIMENTACIÓN: ANÁLISIS DE ESTABILIDAD.....</b>	<b>55</b>
4.3.1. CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA.....	57
4.3.2. CARACTERIZACIÓN DEL COLOR .....	59
4.3.3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO .....	62
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>66</b>
5.1. CONCLUSIONES .....	66
5.2. RECOMENDACIONES.....	67
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>73</b>
<b>ABREVIATURAS .....</b>	<b>82</b>

# ÍNDICE DE TABLAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Tabla 1.</b> Composición química de la frutilla .....	24
<b>Tabla 2.</b> Composición de los tratamientos para elaborar láminas de pulpa Fase 1.....	38
<b>Tabla 3.</b> Características fisicoquímicas de la frutilla, pulpa y mezcla antes de concentración Fase 1 .....	43
<b>Tabla 4.</b> Resultados del análisis fisicoquímico para láminas Fase 1 .....	45
<b>Tabla 5.</b> Rendimiento de las láminas de pulpa de frutilla Fase 1.....	46
<b>Tabla 6.</b> Resultados de prueba hedónica para color por tratamientos.....	47
<b>Tabla 7.</b> Resultados de prueba hedónica para olor por tratamientos .....	48
<b>Tabla 8.</b> Resultados de prueba hedónica para sabor por tratamientos.....	49
<b>Tabla 9.</b> Resultados de prueba hedónica para textura por tratamientos.....	49
<b>Tabla 10.</b> Resultados de prueba hedónica de aceptabilidad general por tratamientos.....	50
<b>Tabla 11.</b> Características fisicoquímicas de la frutilla, pulpa y formulaciones Fase 2 .....	57
<b>Tabla 12.</b> Resultados de análisis proximal para TA y TB, al inicio y al final del almacenamiento.....	58
<b>Tabla 13.</b> Evolución de los parámetros de color muestras Fase 2 durante el procesamiento .....	60
<b>Tabla 14.</b> Evolución de los parámetros de color para TA y TB durante el almacenamiento .....	61

<b>Tabla 15.</b> Resultados de análisis microbiológico para TA y TB .....	63
<b>Tabla 16.</b> Resultados de prueba hedónica para TA y TB al inicio y al final del almacenamiento .....	64

# ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Figura 1.</b> Esquema de un secadero de bandejas o armario.....	10
<b>Figura 2.</b> Períodos de secado .....	13
<b>Figura 3.</b> Influencia de la temperatura en el tiempo de secado.....	15
<b>Figura 4.</b> Influencia de la velocidad del aire de secado en el tiempo .....	16
<b>Figura 5.</b> Modelo CIE 1976 L* a* b* .....	35
<b>Figura 6.</b> Frutilla variedad Oso Grande .....	36
<b>Figura 7.</b> Esquema del proceso de obtención de láminas de pulpa de frutilla deshidratada .....	37
<b>Figura 8.</b> Deshidratador Excalibur de bandejas con pulpa concentrada.....	39
<b>Figura 9.</b> Resultados de la elección de muestra por los panelistas.....	51
<b>Figura 10.</b> Resultados de encuesta para la pregunta 2.....	52
<b>Figura 11.</b> Resultados de encuesta para la pregunta 3.....	53
<b>Figura 12.</b> Resultados de encuesta para la pregunta 4.....	54
<b>Figura 13.</b> Resultados de encuesta para la pregunta 6.....	55
<b>Figura 14.</b> Comparación láminas de pulpa Fase 1 y Fase 2 de experimentación. ....	56
<b>Figura 15.</b> Lámina de pulpa de frutilla deshidratada .....	57
<b>Figura 16.</b> Evolución de los parámetros de color en TA durante el almacenamiento .....	61
<b>Figura 17.</b> Evolución de los parámetros de color en la muestra B durante el almacenamiento .....	62
<b>Figura 18.</b> Análisis microbiológico de las láminas de pulpa de frutilla.....	63

<b>Figura 19.</b>	Relación tiempo - sólidos solubles para muestras Fase 2 durante la concentración .....	77
<b>Figura 20.</b>	Relación tiempo - sólidos solubles para muestras Fase 2 durante la deshidratación .....	77
<b>Figura 21.</b>	Fotografías del proceso de elaboración de láminas de pulpa de frutilla deshidratada.....	79
<b>Figura 22.</b>	Fotografías de los análisis de laboratorio.....	81

# ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>PÁGINA</b>
<b>ANEXO I.</b> ....	73
Formulario ensayo de aceptabilidad	
<b>ANEXO II.</b> ....	75
Modelo de encuesta sondeo de mercado	
<b>ANEXO III.</b> ....	77
Relación tiempo - sólidos solubles (°Brix) para muestras Fase 2 durante la concentración y deshidratación	
<b>ANEXO IV.</b> ....	78
Fotografías del proceso de obtención de láminas de pulpa de frutilla deshidratada	
<b>ANEXO V.</b> ....	80
Fotografías de los análisis de laboratorio	



## RESUMEN

El segmento de los snack saludables ha aumentado el interés de la industria alimentaria en los últimos años. Las láminas de pulpa de fruta se presentan como una opción saludable y poco conocida en nuestro medio, no solo al diversificar el uso de las frutas, sino también al incrementar su valor comercial.

El objetivo de este trabajo fue realizar un estudio técnico de la aplicación de la deshidratación por aire caliente en la obtención de láminas de pulpa de frutilla y así determinar las materias primas, cantidades y tiempo de procesamiento que permitan obtener un producto sensorialmente aceptable y estable en el tiempo.

Se realizó un primer experimento con cuatro tratamientos, en el que se utilizó pulpa de frutilla, y diferentes porcentajes de azúcar y pectina en relación al peso de la pulpa: azúcar (7% y 15%) y pectina (0.2% y 0.4%), y se obtuvo láminas con un porcentaje de humedad aproximado de 13%.

Con estos cuatro tratamientos se realizó una prueba hedónica con la que se pudo elegir el mejor tratamiento. El tratamiento ganador correspondía a las láminas elaboradas con 15% de azúcar y 0.2% de pectina. Con esta formulación, se realizó un nuevo lote de muestras; la mezcla fue concentrada hasta llegar a los 38 °Brix y posteriormente deshidratada (5 h,  $60 \pm 2$  °C) en un deshidratador de bandejas.

En este nuevo lote se incrementó la humedad final del producto a 15% y el grosor a 2 mm para obtener láminas más flexibles, se redujo la concentración de sólidos solubles de 75 a 70 °Brix y se eliminaron los aquenios de la pulpa. Las muestras obtenidas fueron empacadas en polipropileno transparente (TA) y metalizado (TB) para comparar su evolución fisicoquímica y organoléptica durante un periodo de almacenamiento de 40 días a temperatura ambiente (18- 21 °C).

Al final de este periodo, las características fisicoquímicas y sensoriales entre ambas muestras no variaron significativamente, sin embargo los parámetros de color evaluados en las muestras TA no se mantuvieron constantes, lo que influyó negativamente en su aceptabilidad.

## ABSTRACT

The healthy snack segment has increased the interest of the food industry in recent years. The fruit pulp sheets are presented as a healthy choice and little known in our country not only to diversify the use of fruits, but also to increase their commercial value.

The objective of this work was to realize a technical study which allows applying the heat drying process to obtain sheets of dried strawberry pulp and determine the ingredients, quantities and processing times leading to a pleasant product organoleptically and stable over time.

A first experiment was performed with four treatments where strawberry pulp and different percentages of sugar and pectin were used, based on the weight of the pulp: sugar (7% and 15%) and pectin (0.2% and 0.4%) and sheets with a moisture content of approximately 13% were obtained.

With these four treatments a hedonic test was made with which the best treatment was chosen. The winner treatment corresponded to sheets made with 15% sugar and 0.2% pectin. With this formula a new batch of samples was made, the mixture was concentrated to reach 38 °Brix and then dried (5 h,  $60 \pm 2$  °C) in a trays dehydrator.

In this new batch the final product moisture was increased to 15% and the thickness to 2 mm for more flexible sheets, the soluble solids concentration was reduced from 75 to 70 °Brix and were removed from the pulp the achenes. The samples were packed in transparent polypropylene (TA) and metallic (TB) to compare their physicochemical and organoleptic changes during a storage period of 40 days at room temperature (18-21 °C).

At the end of this period the physicochemical and sensory characteristics between the two samples did not differ significantly, however the color

parameters evaluated in TA samples were not kept constant, which adversely affected its acceptability.

## **1. INTRODUCCIÓN**

# 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha crecido el interés de los consumidores por los alimentos saludables y en general por todo aquello que les proporcione un mejor estilo de vida. La gente está buscando cada vez más lograr una adecuada nutrición (Brito, 2008).

Esta tendencia se repite en el Ecuador y es de vital importancia que se ponga atención a este tema, ya que, en nuestro país se presentan con más frecuencia problemas de salud atribuidos a la mala alimentación.

Factores como el estilo de vida, el crecimiento poblacional, el sedentarismo, son factores que influyen en este problema, y lo más grave es que “coexisten problemas de deficiencias nutricionales específicas, desnutrición crónica con problemas de sobrepeso y obesidad vinculados a enfermedades crónicas no transmisibles (diabetes, infarto cardíaco, derrame cerebral, hipertensión arterial, algunos tipos de cáncer, entre otras)” (MIES, 2010).

Es por esto que se hacen necesarias nuevas formas de ingerir alimentos que sean saludables pero que a la vez vayan de acuerdo al nuevo estilo de vida que se nos presenta.

En este punto se presentan las frutas como una gran fuente de alimentación para los seres humanos. Son la principal fuente de vitaminas, fibra y azúcares de fácil digestión, por lo que la industria busca métodos para conservarlas y crear formas prácticas de consumo. La deshidratación es uno de los métodos más utilizados para la conservación de frutas y vegetales, mediante su uso se logra extender los períodos de almacenamiento preservando siempre la calidad de los productos (Dueñas, 2007).

En nuestro país, existe una gran variedad de frutas que no son aprovechadas y una forma de consumo muy poco conocida es a manera de láminas.

El proceso de obtención de láminas de pulpa deshidratada consiste básicamente en la deshidratación por flujo de aire caliente en un deshidratador, de un “puré de fruta”. Se puede utilizar cualquier tipo de fruta pero teniendo en cuenta que variará el tiempo, la temperatura y la fórmula utilizada, para poder obtener un producto de textura uniforme (Advameg, 2006) .

Las láminas de pulpa de fruta son una forma de snack que permite diversificar el uso de las frutas, en este caso el de las frutillas, e incrementar su valor comercial, ya que, por lo general, se cultivan para su consumo en fresco y en menor proporción para la elaboración de conservas, pulpas, mermeladas y jugos (Cid, 2007).

Una lámina es una alternativa para consumir frutas sin influencia de la temporada y con la ventaja de un mayor tiempo de conservación.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Realizar el estudio técnico para la elaboración de láminas de pulpa de frutilla deshidratada.

### **Objetivos Específicos**

- Realizar el secado de la pulpa de frutilla manejando diferentes porcentajes de adición de azúcar y pectina para obtener láminas de pulpa de frutilla deshidratada.

- Determinar la aceptabilidad de las láminas de pulpa de frutilla deshidratada.
- Realizar un análisis de estabilidad de las láminas de pulpa de frutilla deshidratada con la formulación seleccionada.



## **2. MARCO TEÓRICO**

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. LA DESHIDRATACIÓN POR CALOR**

#### **2.1.1. DEFINICIÓN**

En alimentos, se entiende por deshidratación a la operación que consiste en la eliminación total o parcial del agua que contiene un sólido o solución (Fito, Grau, Barat & Albors, 2001).

Por lo general, cuando se utiliza calor, al procedimiento se lo conoce como secado o desecación.

El proceso de secado consiste básicamente en la eliminación de agua por medio de una operación denominada *transferencia de masa*, en donde el agua se elimina por medio de difusión, en estado líquido o gaseoso, desde el interior del alimento hacia el exterior (Casp & Abril, 2003).

#### **2.1.2. OBJETIVOS DE LA DESHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS**

##### **2.1.2.1. Prolongación de la vida útil**

La presencia de agua influye de manera importante en el deterioro de los alimentos, no solo porque interviene en diversas reacciones químicas y biológicas, sino además porque se convierte en un medio ideal para el desarrollo de microorganismos. Al reducir la cantidad de agua disponible de un alimento, se reduce la posibilidad de alteraciones, alargando así su vida útil (Alzamora, Guerrero, Nieto & Vidales, 2004; Casp & Abril, 2003).

Todo alimento, por ser un ser vivo, cumple con un ciclo: nace, se desarrolla, se degrada y muere. Éste es un fenómeno natural (Casp & Abril, 2003), y para aplazar la descomposición se deben aplicar técnicas de conservación

que permitan obtener un alimento seguro, nutritivo y agradable a la vez (Dueñas, 2007).

#### **2.1.2.2. Actividad de agua**

Aunque el contenido en humedad de un alimento se considera un factor importante para el deterioro, también se ha observado que alimentos con el mismo contenido de humedad presentan diferente estabilidad, por lo que este concepto no es suficiente argumento para establecer que tan perecedero es un producto (Fito et al., 2001).

Por esto, la estabilidad de un producto deshidratado se puede definir en términos de la *actividad de agua* ( $a_w$ ), que se considera una medida de la 'disponibilidad' del agua para participar en las diferentes reacciones físicas, químicas y microbiológicas (Alzamora et al., 2004; Casp & Abril, 2003).

La actividad de agua se define como "la relación entre la presión parcial de agua en un alimento ( $p$ ) y la presión de vapor del agua pura ( $p_0$ ) a la misma temperatura". Para esto se toma como referencia el agua pura, para la cual la actividad es igual a 1. Si el agua está en estado libre, entonces  $p = p_0$ . Si en cambio está ligada al sustrato seco, tendremos que  $p < p_0$ . Por lo tanto, mientras el valor de actividad de agua se acerca más al 1, quiere decir que el agua se aproxima a su estado libre, que se evapora como el agua pura al aire libre y que por lo tanto está más disponible (Casp & Abril, 2003).

El que el agua se encuentre disponible en un alimento implica que está propenso a una contaminación microbiana, pues los microorganismos encuentran un medio ideal para desarrollarse.

A valores de  $a_w$  bajos no se desarrollan la mayoría de bacterias, no siendo el mismo el caso de mohos y levaduras que se desarrollan muy bien a niveles de actividad de agua inferiores a 0.85 (Cubero, Monferrer & Villalta, 2002).

La actividad de agua también está relacionada con la textura del alimento “a una mayor actividad de agua, la textura es mucho más jugosa y tierna” (Gimferrer, 2008). A medida que avanza el proceso de deshidratación, se van eliminando las moléculas de agua; primero las menos ligadas y al último las que forman parte de la estructura, ligadas a macromoléculas orgánicas del extracto seco (Casp & Abril, 2003). Esto implica a la vez un endurecimiento en la textura del producto.

### **2.1.2.3. La actividad enzimática**

Las enzimas son macromoléculas de naturaleza proteínica que catalizan específicamente las diferentes reacciones bioquímicas que ocurren dentro del organismo (RAE, 2001). Tanto plantas como animales tienen sus propias enzimas que funcionan normalmente y en equilibrio cuando el organismo está vivo. En el caso de las plantas, si las enzimas no son inactivadas, continuarán catalizando reacciones químicas después de la cosecha. Muchas de éstas son deseables, como por ejemplo la maduración de algunas frutas (Casp & Abril, 2003).

Sin embargo, al perderse el equilibrio, las enzimas también logran la descomposición de un alimento al degradar las paredes celulares.

Según Casp & Abril (2003), por medio del secado se puede limitar la actividad enzimática, no solo por la intervención del calor sino además por la reducción de la actividad de agua, ya que se requiere agua en estado líquido para transportar el sustrato a la enzima. Además mencionan la aplicación de técnicas que permiten detener estas reacciones desde el comienzo del proceso de conservación, como por ejemplo: el escaldado, que destruye las enzimas causantes del pardeamiento enzimático, proceso de oxidación en el que intervienen cierto tipo de enzimas y el oxígeno molecular.

Se considera que la actividad enzimática es prácticamente nula a una  $a_w$  inferior a 0.3 y que es intensa sobre 0.7 (Rodríguez & Magro, 2008).

Por lo tanto podemos decir que controlar la actividad enzimática de un alimento también ayuda a prolongar su tiempo de vida útil.

#### **2.1.2.4. Reducción de peso y volumen**

El conservar un alimento por medio de la desecación, trae consigo una disminución del peso y volumen debido a la eliminación total o parcial del agua.

Landwehr (2001) señala:

“La característica fundamental de la deshidratación como medio de conservación de alimentos, es la reducción del contenido hídrico a niveles inferiores a aquellos favorables al desarrollo de microorganismos y a la disminución de reacciones bioquímicas y enzimáticas. Estas limitaciones del contenido de agua se acompañan de un descenso de peso y con frecuencia de una disminución de volumen, lo que ofrece gran ventaja cuando se precisan reducciones de peso, espacio para almacenamiento y transporte”.

La pérdida de agua también traerá cambios en la estructura del producto, por lo que el proceso debe ser controlado, tanto en tiempo como en temperatura para obtener un producto que sea agradable organolépticamente.

#### **2.1.2.5. Generación de valor agregado**

El secado ocasiona cambios físicos y químicos en los alimentos, que a su vez originan cambios en las características organolépticas y nutricionales del

mismo. Si bien es cierto que en muchos casos puede existir pérdidas variables de vitaminas y valor biológico de las proteínas, éstas dependerán de la intensidad y duración del tratamiento (Gil, 2010).

De acuerdo a Landwehr (2001), en la antigüedad los alimentos deshidratados servían al consumidor en las épocas de no cosecha. Hoy en día además se los considera saludables, por sus altos contenidos energéticos, de fibra y minerales. Además de presentarse como una opción para frutas que presentan picos de cosecha por lo que no se encuentran disponibles frescas durante todo el año.

El secado con aire caliente ayuda a formar aromas y sabores típicos en los alimentos procesados con este método (Gimferrer, 2008). Por lo general es un método utilizado para deshidratar frutas y vegetales.

Otro punto importante a tomar en cuenta es que el estilo de vida que llevan muchos hoy en día, principalmente en las ciudades, no les otorga la posibilidad de consumir alimentos frescos. La fruta deshidratada se presenta como una opción fácil y versátil de comer sano. Además es un producto ligero y práctico, que se lo puede llevar fácilmente a cualquier parte (CORPOICA, s.f.).

### **2.1.3. EL SECADOR DE BANDEJAS O ARMARIO**

Hoy en día existen diversos tipos de secadores en los cuales se puede llevar a cabo el proceso de deshidratación. Los métodos se desarrollan teniendo en cuenta los requerimientos específicos de cada producto, las materias primas, la forma física deseada, las condiciones de operación y los costos (Casp & Abril, 2003). Por lo tanto, la selección de un secador dependerá también de estos factores.

A los secadores se los puede clasificar según la manera en que se transmite el calor: convección, radiación, conducción.

El secador de bandejas es un tipo de secador por convección o directo, se caracteriza por utilizar gases calientes que transmiten el calor por convección al producto húmedo, y arrastran fuera del secador los vapores producidos (Fito et al., 2001).

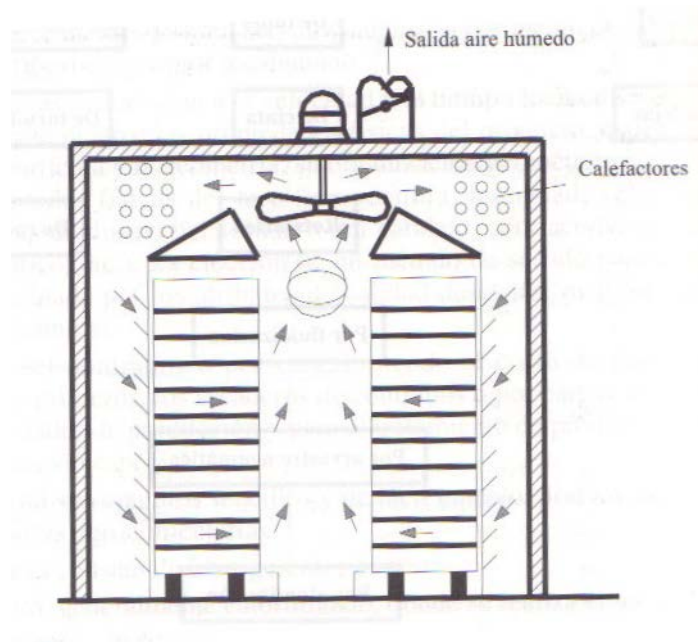
Con este método, los gases calientes se ponen en contacto con el material húmedo a secar para facilitar la transferencia de calor y de masa. En general son aparatos de estructura sencilla y de fácil manejo, por lo que son muy utilizados en la industria alimenticia. (Casp & Abril, 2003).

Constan básicamente de tres partes:

- Recinto, donde se realiza el secado.
- Sistema de calefacción, donde se realiza la evaporación
- Sistema de impulsión de aire, que en muchos casos puede ser un ventilador.

Los secadores de bandejas cuentan con una cámara metálica rectangular, llamada armario en donde se colocan los bastidores móviles. Cada bastidor cuenta con un cierto número de bandejas poco profundas en donde se coloca el producto a secar. Un ventilador es el encargado de hacer circular el aire por los calentadores y entre las bandejas. El calentador consiste en un haz de tubos, en cuyo interior circula generalmente vapor de agua o resistencias eléctricas que generan calor. También cuenta con un conducto de salida por donde se evacúa el aire húmedo (Casp & Abril, 2003).

Un esquema de este tipo de secadores se puede observar en la figura 1.



**Figura 1.** Esquema de un secadero de bandejas o armario  
(Casp & Abril, 2003)

La velocidad del aire entre las bandejas varía según el tipo de producto. Cuando las características del producto lo permiten, se utilizan bandejas perforadas, así el aire circula a través de la capa de sólidos, aumenta la superficie del producto expuesta al aire y se logra reducir el tiempo de secado (Casp & Abril, 2003).

Estos secadores son muy útiles en producción a pequeña escala, laboratorios o plantas piloto, y en ellos se puede secar casi cualquier producto. Tienen la desventaja de requerir mano de obra para la carga y descarga de producto además de que en muchos casos no se logra un secado uniforme, por lo que puede ser necesario girar las bandejas durante el proceso. Sin embargo, la calidad de los productos obtenidos hace que sean secadores utilizados para deshidratar frutas, espinacas, champiñones, carne, etc. (Casp & Abril, 2003; Fito et al., 2001).



#### **2.1.4. EL PROCESO DE SECADO**

El proceso de secado consiste en un método de conservación de alimentos pues al eliminar o reducir el agua libre de un alimento, se impide la actividad microbiana y a su vez se reduce la actividad enzimática (Casp & Abril, 2003).

El proceso básicamente consiste en la exposición del alimento a un flujo de aire caliente controlado, lo que provoca el transporte simultáneo de calor y masa (Fito et al., 2001).

##### **2.1.4.1. Preparación**

La efectividad de un tratamiento de conservación está determinada por la carga microbiana que se obtenga después del proceso, por esto es necesario evitar el incremento de la contaminación en todo momento (Casp & Abril, 2003).

Como en todo proceso alimenticio, lo elemental será manejarse siempre bajo las normas de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM's) y además prestar atención a los principios del Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP). Esto garantiza la inocuidad del proceso, de los productos así como de las materias primas (Camacho, 2003).

Dentro del proceso, el primer paso consistirá en el lavado y desinfección de la materia prima y luego la aplicación de un pretratamiento, que permite no solo modificar la estructura del producto para facilitar el secado sino además evitar la contaminación microbiana durante el proceso y limitar las reacciones bioquímicas posteriores (Casp & Abril, 2003).

Uno de los pretratamientos más utilizados especialmente cuando se trata de frutas, es el *escaldado* también llamado *blanqueamiento*. Éste es un

tratamiento térmico que consiste en la inmersión del producto en agua caliente o vapor de agua entre 70 a 100°C, por algunos segundos o minutos, dependiendo de la temperatura del agua, consiguiendo así la reducción de la carga microbiana inicial, el ablandamiento de tejidos, fijación de colores en muchos casos, la eliminación de gas intracelular que pudiera causar reacciones de oxidación y además la destrucción de enzimas que provocan alteraciones indeseables (Casp & Abril, 2003).

#### **2.1.4.2. Procedimiento**

Es importante, independientemente del tipo de alimento a secar, que sea colocado dentro del secador en capas delgadas y regulares, con suficiente espacio entre ellos. De este modo habrá un correcto flujo de aire y además se aprovechará mejor la energía. El procedimiento consiste en eliminar el agua libre del alimento. Esta eliminación se da por arrastre (difusión), es decir se da una transferencia de masa gracias a la energía aportada por el aire caliente (Casp & Abril, 2003).

El calor se trasmite por existir una diferencia de temperatura entre la superficie y el interior del alimento. La velocidad de la transferencia dependerá de esta misma diferencia (Alzamora et al., 2004).

De la misma manera, en el alimento la transferencia de masa ocurre al existir un gradiente de presión entre la superficie del agua en el interior y el aire en el exterior, lo que provoca la difusión de vapor de agua hacia la superficie del alimento. Para esto se deberá proporcionar suficiente energía al agua para su evaporación. Podemos decir entonces que hay varios procesos de transporte que se dan durante el secado, primero de *calor* desde el gas hacia la superficie del producto, luego de calor hacia el interior del alimento, seguido de una transmisión de *materia* a través del sólido y por último la transferencia de vapor desde el alimento hacia el gas. La velocidad del secado será proporcional al más lento de ellos (Casp & Abril, 2003).

### 2.1.4.3. Etapas de secado

Durante el secado se pueden distinguir tres etapas principales: de precalentamiento, velocidad de secado constante y velocidad de secado decreciente. Estas etapas son claramente identificables en el secado por convección. En la Figura 2, se observa una curva de secado cuando se representa el contenido de humedad con relación al tiempo.

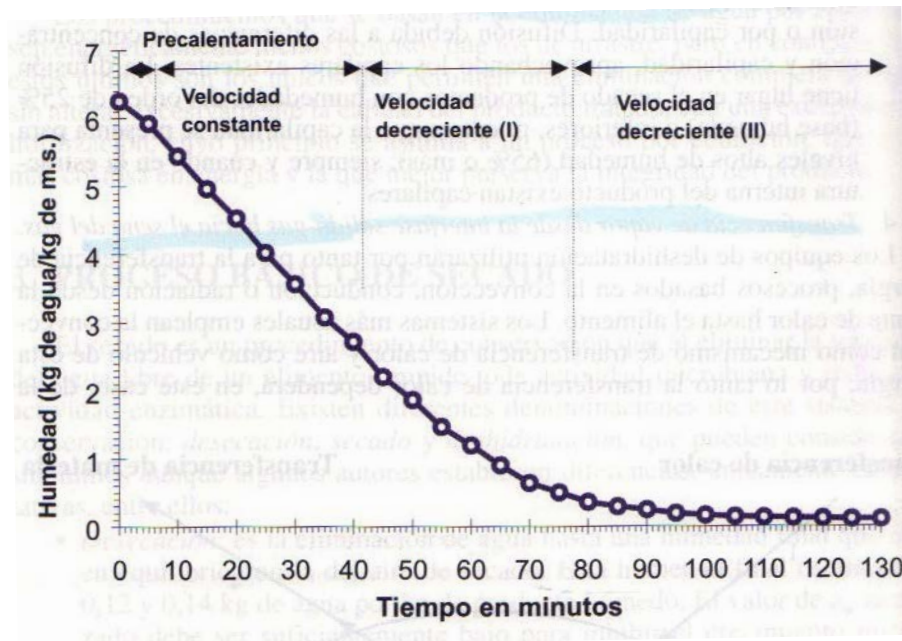


Figura 2. Períodos de secado

(Casp & Abril, 2003)

Casp & Abril (2003) explican a detalle cada una de las etapas:

- *Periodo de precalentamiento:* en esta etapa el alimento y el agua contenida en él, se calientan ligeramente. El gradiente de temperatura entre el aire caliente y la superficie del producto (que al inicio está frío), es elevado por lo que la transferencia de calor en esta etapa es elevada. Esta transferencia se da principalmente en la superficie.
- *Periodo de velocidad constante:* en esta fase se produce una significativa reducción del contenido de agua. La evaporación tiene

efecto en la superficie del alimento a temperatura constante. Esta etapa continuará mientras haya agua libre en el interior que alimente a la superficie y finalizará cuando el contenido medio de humedad del producto alcance el valor de humedad crítica, que es el punto donde el agua en la superficie del sólido está totalmente evaporada y por lo tanto donde empieza la siguiente etapa. La humedad crítica no es una propiedad del alimento, sino que depende de la porosidad y tamaño de las partículas del producto y las condiciones del aire de secado.

- *Periodo de velocidad decreciente:* aquí se produce una disminución de la velocidad del secado debida a una alimentación insuficiente de agua libre, los depósitos de solutos obstruyen los poros y el agua ligada comienza a migrar en forma de vapor, siendo la distancia a recorrer por éste cada vez mayor. Esta fase termina cuando el producto alcanza su humedad de equilibrio.

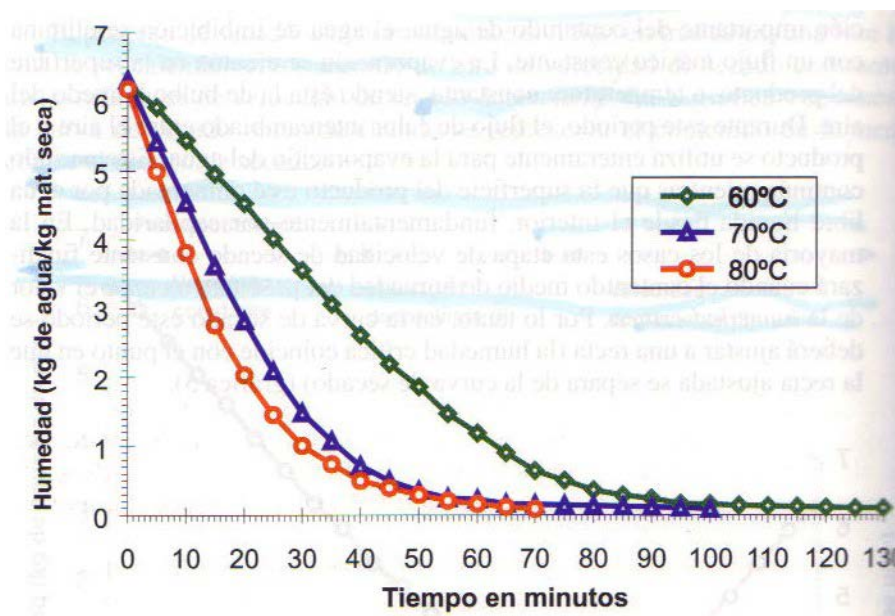
#### **2.1.4.4. Velocidad del secado**

El proceso de secado se realiza dependiendo del contenido de humedad final buscado y dependerá de tres factores principales: temperatura, flujo de aire, tipo de alimento. De estos a su vez dependerá el tiempo de secado es decir, la velocidad del proceso.

- *Tipo de producto:* mientras mayor sea el contenido de agua del alimento, mayor será el tiempo necesario para secarlo. Hay que tomar en cuenta además que hay alimentos que al ser sometidos a tratamientos térmicos pierden rápidamente sus características organolépticas y nutricionales, por lo que el resto de variables deberán ajustarse al proceso que cause el menor impacto sobre estas características (Fito et al., 2001).

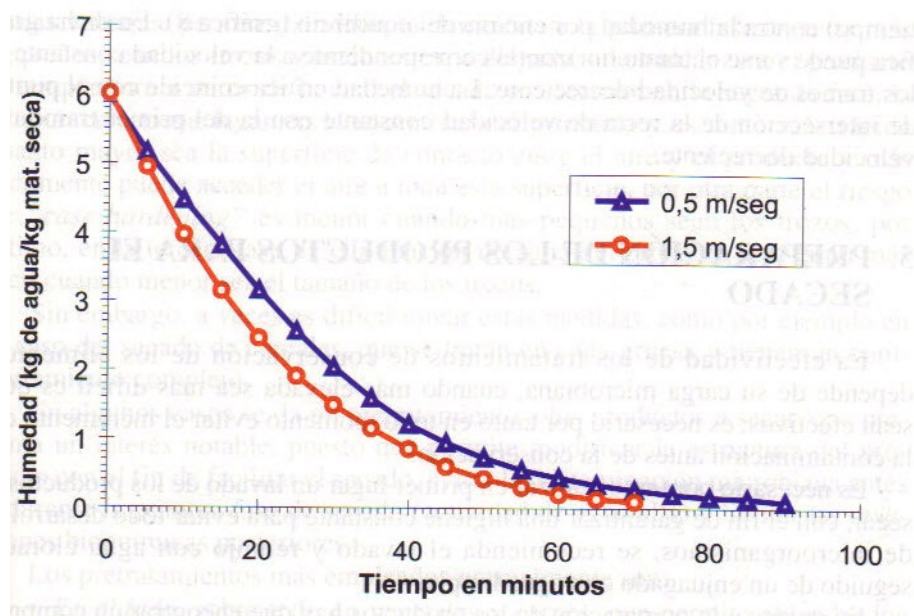
- *Temperatura:* mientras mayor sea la temperatura del aire de secado, más rápido será el proceso, como se puede apreciar en la figura 3. Sin embargo, y como se mencionó anteriormente, la naturaleza del producto influye en gran manera en la selección de la temperatura, pues se debe tomar en cuenta los componentes termolábiles del alimento que se alteran fácilmente con la acción del calor. Es por esto que la temperatura de secado se determina experimentalmente (Fito et al., 2001).

El calor excesivo puede tener efectos adversos no solo en las características organolépticas, sino también en el valor nutricional del producto, al destruir vitaminas, desnaturalizar proteínas, etc. (Casp & Abril, 2003).



**Figura 3.** Influencia de la temperatura en el tiempo de secado  
(Casp & Abril, 2003)

- *Flujo de aire (velocidad)*: en un proceso adiabático, el calor para la vaporización es suministrado por el calor sensible del aire caliente, que es el que está en contacto con el producto a secar, sin intercambiar calor con el exterior. En el secado hay un intercambio entre este aire y el aire húmedo que se encuentra en la superficie del producto, por lo tanto mientras más rápido circule el aire de secado mayor será la velocidad de secado (Casp & Abril, 2003; Fito et al., 2001).



**Figura 4.** Influencia de la velocidad del aire de secado en el tiempo

(Casp & Abril, 2003)

La magnitud de la evaporación dependerá de la velocidad del aire que pasa sobre el producto y de la temperatura y la humedad relativa del ambiente dentro del secador, por lo tanto entre más seco y caliente esté el aire, más rápido será el proceso.

La velocidad de la migración del agua interna hacia la superficie asciende con el aumento de la temperatura del producto. En el proceso de secado, la

meta es conseguir un balance óptimo entre estos dos fenómenos para asegurar la calidad del producto final. Un flujo de aire demasiado rápido produce un secado excesivo de la superficie e inhibe así la migración del agua interna. Una temperatura demasiado alta con un flujo de aire bajo causa una superficie mojada, llevando a una decoloración (Landwehr, 2001).

En una publicación hecha por CORPOICA, en su sitio web enuncia lo siguiente:

“La velocidad de secado de un trozo delgado de producto húmedo, es inversamente proporcional al cuadrado del espesor de la pieza. Esta relación está basada en el hecho de que se presenta una mayor resistencia para remoción de la humedad, en las áreas internas que en las áreas externas. Como consecuencia de esto, se puede disminuir el tiempo de secado, si se tienen unos tamaños de partículas adecuados”.

#### **2.1.4.5. Empacado**

Una vez terminado el secado, es importante que los productos se empaquen inmediatamente para que no absorban la humedad del ambiente y que el empaque sea hermético para evitar el contacto con la humedad, el oxígeno y la luz que en muchas ocasiones afecta a los pigmentos y cataliza oxidaciones. La elección de un envase dependerá de múltiples factores como las características de alimento, las condiciones de almacenamiento, las propiedades de material, el costo y su disponibilidad en el mercado, etc. Con el envase adecuado se puede alargar la vida útil sin necesidad de refrigeración (Casp & Abril, 2003; Fito et al., 2001)

Los empaques para este tipo de alimentos deben protegerlos de cualquier tipo de deterioro ya sea químico, biológico, microbiológico o físico durante toda la cadena de distribución del producto, es decir, en el almacenamiento, distribución, transporte, venta y durante la conservación en el hogar del consumidor final. Para esto el empaque deberá ser especialmente inocuo, resistente e impermeable (CORPOICA, s.f.).

#### **2.1.4.6. Almacenamiento**

Así como el empackado, el almacenamiento es también importante para mantener por mayor tiempo las características originales del producto final. Al reducir el contenido de agua de los productos, las reacciones físicas, químicas y microbiológicas se encuentran inhibidas, pero si se presentan las condiciones, podrían reactivarse, por esto es indispensable mantener condiciones óptimas de almacenamiento (CORPOICA, s.f.).

En el caso de los productos secos, es necesario que el almacenamiento se lo haga en un lugar fresco, limpio, seco y de preferencia protegido de la luz.

#### **2.1.5. CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO DESHIDRATADO**

El secado alarga la vida útil de los productos pero modifica sus características originales: aspecto, textura, gusto, composición nutricional. Estos cambios están ligados a las condiciones de secado (Casp & Abril, 2003).

La principal característica de un producto que ha sido secado es su bajo contenido de agua. Específicamente las frutas, cuando se deshidratan a nivel casero pueden llegar a contener entre un 15 y 20% de humedad. A nivel industrial se utilizan diferentes aditivos, por lo que el producto puede llegar a contener hasta un 30% de humedad sin echarse a perder durante el



almacenamiento (DeLong, 1992). Estos cambios no pueden ser evitados pero si controlados, para obtener productos agradables en todo sentido.

#### **2.1.5.1. Cambios de estructura**

De acuerdo a Casp & Abril (2003) cuando los organismos están vivos, las paredes de sus células se encuentran bajo tensión y el contenido celular bajo compresión, eso les permite a los tejidos contar con cierta resistencia y elasticidad para resistir ciertos esfuerzos y luego volver a su estado original. Luego de superar su límite de resistencia, los cambios en la estructura se hacen irreversibles, causando deformaciones. Estos cambios se pueden apreciar especialmente en los productos desecados.

Durante el proceso, la pérdida de fluido celular causa una contracción del volumen de la célula y a medida que avanza el secado, las células de las capas superficiales se aplastan cada vez más logrando encogimiento y que se presenten formas distorsionadas irregularmente. Si las condiciones en el secador son lo suficientemente suaves la pieza se contraerá con la menor distorsión posible (Casp & Abril, 2003; Camacho, 2003).

#### **2.1.5.2. Cambios en el valor nutricional**

En las frutas es muy común que haya pérdida de vitaminas, pero su grado de destrucción dependerá del cuidado con que se haya manejado el proceso y de las condiciones de almacenamiento. Un proceso incorrecto, produce un calor excesivo que puede ser el causante de desnaturalización de proteínas y destrucción de vitaminas. La pérdida de vitaminas es mayor cuando la deshidratación se realiza sin antes haber inactivado las enzimas; de ahí la importancia de realizar un pretratamiento al producto (Casp & Abril, 2003).

Uno de los micronutrientes más afectado es la vitamina C (ácido ascórbico), ya que es sensible al calor, al oxígeno y la humedad, por lo que periodos de deshidratación extensos la destruirán (Latham, 2002).

A pesar de esto, hay otros componentes que no se afectan, por lo que las frutas deshidratadas, constituyen una excelente fuente de fibra tanto soluble como insoluble, vitaminas termoestables (A, D, E, K), antioxidantes y minerales (Alzamora et al., 2004).

### **2.1.5.3. Cambios en las características organolépticas**

Al evaporarse el agua de los alimentos, inevitablemente arrastra con ella componentes volátiles responsables del aroma y del flavor (gusto, olfato, tacto) característico de los productos frescos. Sin embargo, si se logra formar una delgada capa de solutos en la superficie durante las primeras etapas del secado, ésta actuará como una capa semipermeable que retendrá los componentes volátiles y dejará pasar el vapor de agua (Casp & Abril, 2003).

Estos cambios que se producen no necesariamente son desagradables, más bien podríamos decir que son característicos, y al igual que en los casos anteriores dependerán de las condiciones del proceso.

- **Color**

Es común que el color de los alimentos varíe con el secado, ya que el color depende de las circunstancias bajo las cuales es visto el producto y de la capacidad que tenga su superficie para reflejar o absorber la luz. Por lo tanto, como el secado modifica las propiedades físicas y químicas del alimento, es de esperarse que se modifique su color (Casp & Abril, 2003).

Además, Casp y Abril (2003) mencionan que el secado también altera los colorantes naturales de los alimentos como los carotenoides, clorofila o antocianos que con la temperatura o el oxígeno cambian su estructura química, lo que hace que cambie su coloración. Otros cambios en la coloración pueden darse debido al pardeamiento enzimático y no enzimático causado por las reacciones de Maillard, caramelización u oxidación del ácido ascórbico, pero éstos se pueden controlar con el pretratamiento, regulando el pH y la temperatura.

- **Sabor y aroma**

Los cambios en el sabor y aroma de los productos desecados se deben principalmente a la pérdida de componentes volátiles, pero también al desarrollo de sabores y aromas típicos de los productos tratados con altas temperaturas (Fito et al., 2001).

Así como ciertos componentes se evaporan, otros permanecen, lo que permite percibir un sabor más intenso que el del producto fresco.

- **Textura**

Los cambios en la estructura del producto hacen que también se modifique su textura. La pérdida de agua ocasiona una sensación más resistente tanto al tacto como a la masticación, pero dependerán del producto y del contenido de humedad final.

Por lo general los productos deshidratados, y en especial las frutas y sus derivados, logran una textura flexible y crujiente a la vez (Fito et al., 2001).

## **2.2. GENERALIDADES DE LA FRUTILLA**

### **2.2.1. DEFINICIÓN**

La frutilla o fresa es el 'fruto' proveniente de la fresera (*Fragaria* spp), una planta rastrera que se cultiva durante todo el año por su gran aceptación en el mercado. Comercialmente, la especie que más se cultiva es la *Fragaria ananassa*, un fruto originario de Europa, que proviene del cruce accidental entre una especie norteamericana *Fragaria virginiana* y otra chilena *Fragaria chiloensis*, la cual se caracteriza por el gran tamaño de los frutos (Cobo, Sotomayor & León, 2011).

Las fresas son plantas perennes de la familia de las rosáceas, de tallos rastreros que producen en cada nudo yemas y raíces que luego formarán plantas independientes. Sus flores están dispuestas en corimbos y están conformadas por un cáliz verde con 5 sépalos pelosos. Lo que se conoce como fruto es en realidad el receptáculo desarrollado (poliaquenio), sobre el cual se colocan los verdaderos frutos, en este caso aquenios, que vulgarmente se los conoce como semillas. Estas plantas no son muy exigentes en cuanto al clima, pero se desarrollan mejor en climas templados (Barioglio, 2006).

### **2.2.2. CARACTERÍSTICAS**

La frutilla es un fruto no climatérico, por lo que presenta un paulatino descenso de la producción de etileno a lo largo de su desarrollo. Tiene una alta tasa respiratoria por lo que es importante el medio de almacenamiento post- cosecha. En general se recomienda hacerlo en cámaras de frío a una temperatura entre 2°C y 5°C (Ingeniería Agrícola, 2008). Una fruta cosechada madura y mantenida a temperatura ambiente puede deteriorarse hasta un 80% en tan solo 8 horas (Baquero et al., 2007).

En cuanto a sus características organolépticas, dependen mucho de cada variedad pero en general, los frutos son de color rojo brillante, forma cónica o acorazonada, textura firme, sabor dulce y aroma característicos (Nunes, 2008).

### **2.2.3. VARIEDADES**

La frutilla tiene gran cantidad de especies. En la antigüedad, se cultivaban en Europa, principalmente las especies silvestres *Fragaria Vesca* y *Fragaria Alpina*, ambas de tamaño pequeño pero excelentes características organolépticas. Con el descubrimiento de América se descubrieron especies de mayor tamaño, en Chile la *Fragaria Chinolensis* y en Estados Unidos la *Fragaria Virginiana*, que fueron llevadas a Europa para crear híbridos. Actualmente estos híbridos, denominados fresones por su gran tamaño, son los que dominan el mercado (Baquero et al., 2007).

Las variedades más cultivadas en Ecuador son: Camarosa, Chandler, Oso Grande, Diamante, Monterrey, Albión y Pájaro, que presentan texturas y pesos similares pero se diferencian por su tamaño; y en menor escala se cultiva Fem, Douglas, Seascape, Irvine, Selva y otras (Sagñay, 2009). Según Fabara (2011), cada vez existen más variedades de frutilla debido a la importación de semillas o plantas, y a la experimentación con varios tipos de semillas para obtener una tercera, como es el caso de las variedades Festival y San Andrés.

### **2.2.4. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL**

Hay que mencionar que la composición química de un alimento puede variar según el medio natural, variedad, condiciones de suelo, madurez del fruto, etc. por lo que al hablar de algún valor establecido, simplemente se hace referencia a un promedio de múltiples análisis (Muñoz et al., 2010).

Tomando en cuenta lo mencionado, en la tabla 1 se presenta la composición química de la frutilla:

**Tabla 1.** Composición química de la frutilla

<b>Fresa: en 100g</b>		
<b>Nutriente</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Elementos principales</b>		
Energía	Kcal	34
Humedad	%	91.10
Fibra dietética	g	2.00
Hidratos de Carbono	g	7.00
Proteínas	g	0.60
Lípidos totales	g	0.40
<b>Ácidos grasos</b>		
Saturados	g	0.02
Monoinsaturados	g	0.05
Poliinsaturados	g	0.11
Colesterol	mg	0.00
<b>Minerales</b>		
Calcio	mg	14.00
Fósforo	mg	19.00
Hierro	mg	0.40
Magnesio	mg	10.00
Sodio	mg	1.00
Potasio	mg	166.00
<b>Vitaminas</b>		
Vitamina A	µg	2.00
Ácido ascórbico	mg	57.00
Tiamina	mg	0.02
Riboflavina	mg	0.07
Niacina	mg	0.20
Piridoxina	mg	0.06
Ácido Fólico	µg	18.00
Cobalamina	µg	0.00

(Muñoz et al., 2010)

## **2.2.5. USOS**

La frutilla es una de las especies más cultivadas a nivel mundial y muy difundida por la cantidad de variedades y su adaptación a las condiciones agroclimáticas. Como producto fresco es muy apetecido, sin embargo la industria procesadora de alimentos es la que más la requiere, por su amplia gama de usos, su capacidad de madurar durante prácticamente todo el año y por su alto contenido de vitamina C (Posse, 1993).

En el mercado ecuatoriano, las frutillas presentan múltiples usos entre los que cabe destacar la producción para consumo en fresco, pero también hay gran aceptación del producto procesado a manera de pulpas, mermeladas, dulces, saborizantes, etc. (Cobo et al., 2011).

### **2.2.5.1. Gastronómico**

Podemos decir que este es el campo de mayor aprovechamiento de la frutilla. Por su sabor y color característico, presenta gran versatilidad al momento de preparar distintas recetas. Con la frutilla se puede preparar tortas, pasteles, budines, flanes, ensaladas, jugos, batidos, vino de frutilla, mousses, salsas, acompañadas con crema o para decoración, en fin, lo que salga de la creatividad del chef (Rodríguez & Magro, 2008).

Las raíces y hojas también son muy utilizadas, principalmente en infusiones para tratar diarreas, inflamaciones y manchas de la piel, como diurético, tonificante, astringente, etc. (Abasto et al., 2004).

### **2.2.5.2. Industrial**

En el campo industrial se pueden utilizar aquellos frutos no aptos para la exportación por algún defecto mínimo como exceso de maduración,

deformaciones, daños no muy severos, tamaño pequeño, etc., a esta fruta se la puede congelar y almacenar para su posterior uso (Baquero et al., 2007).

A nivel industrial se utiliza mucho la frutilla para la obtención de pulpas congeladas, mermeladas, jaleas, conservas, compotas, colorantes, saborizantes, snacks, deshidratados, etc. En la industria láctea se la utiliza para saborizar el yogurt, leches, helados, etc. En la industria confitera, se pueden obtener caramelos, chupetes, chocolates rellenos, chicles, gelatinas, etc. (Camacho, 2003).

En fin, la cantidad de usos que se le puede dar a la frutilla es innumerable, tomando en cuenta además que la industria alimenticia está en constante innovación, satisfaciendo las necesidades y deseos del consumidor.



## **2.3. LAS LÁMINAS DE PULPA DESHIDRATADA**

### **2.3.1. DEFINICIÓN**

Las láminas de fruta son planchas hechas con pulpa de fruta, de consistencia suave y elástica y de sabor dulce. Se puede emplear casi cualquier fruta para la elaboración de este producto y debido a que son deshidratadas y enrolladas, se las puede conservar durante varias semanas sin necesidad de usar preservantes (FAO, 2006; Frenkiel & Vindahl, 2011).

En el mercado ecuatoriano son muy poco conocidas pero en otros países se las comercializa de manera masiva como snacks. También se las conoce como *Fruit leather*, *fruit rolls*, *roll-ups*, etc. (Advameg, 2006). Éste es un snack que no solo incrementa el valor comercial de las frutas sino que además diversifica su uso industrial. (Cid, 2007).

En los últimos años ha crecido mucho su popularidad por ser snacks mucho más saludables que otros productos dulces, ya que se elaboran a partir fruta natural con gran contenido de vitaminas; incluso estas últimas pueden ser añadidas, como es el caso de la vitamina C, que se pierde durante el secado (Advameg, 2006).

Para reducir la pérdida de color y de nutrientes, se puede agregar antioxidantes como el ácido ascórbico, ácido cítrico, jugo de limón o jugo de piña, antes de la etapa de secado (Cid, 2007).

### **2.3.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

Para la elaboración de las láminas se parte de un concentrado de la pulpa, que luego es secado, enrollado y cortado para facilitar tanto el almacenamiento como el embalaje. Una vez obtenido el producto, es firme al

tacto pero a la vez maleable, lo suficiente para poder enrollarlo (Advameg, 2006).

### **2.3.3. MATERIAS PRIMAS**

#### **2.3.3.1. Fruta**

Para la elaboración de este producto se puede utilizar todo tipo de fruta. En general se recomienda utilizar aquellas con mayor contenido de pulpa, para evitar los desperdicios generados, tanto por las cáscaras, como por las semillas y además las pérdidas provocadas por el proceso mismo de deshidratación, ya que a partir de frutas muy líquidas, como el maracuyá por ejemplo, no se obtendrá un rendimiento conveniente (DeLong, 1992; Frenkiel & Vindahl, 2011).

#### **2.3.3.2. Edulcorante**

La adición del edulcorante es importante para el proceso ya que influye en el sabor del producto final. En general también es recomendado porque ayuda a aumentar el contenido de sólidos solubles, influye en la textura, ayuda a y prevenir el deterioro lo más común es utilizar sacarosa (Sinha, Sidhu, Barta, Wu, & Cano, 2012; FAO, 2006).

La cantidad, dependerá de las características finales buscadas, en algunos casos también se sustituye un porcentaje por glucosa para prevenir la cristalización del azúcar (Advameg, 2006).

#### **2.3.3.3. Antioxidante**

Para evitar el pardeamiento en la fase de secado o en su defecto la decoloración del producto, puede utilizarse ácido cítrico (E- 330), este aditivo además ayuda a regular el pH (IICA, 1994; Casp & Abril, 2003).

También se utiliza en la industria el ácido ascórbico (E-300), en una cantidad máxima permisible de 0.05% respecto al peso de la fruta (Moreno, 2003).

#### **2.3.3.4. Espesante**

La pectina se utiliza como espesante pero en las láminas de pulpa también ayuda para la obtención de la textura y maleabilidad. En muchos casos se utiliza maltodextrina, un almidón modificado que cumple la misma función (Advameg, 2006).

De acuerdo a las buenas prácticas de manufactura, se permite el uso de pectina en un máximo de 2% dentro de la formulación con respecto al peso de la pulpa (Moreno, 2003).

#### **2.3.4. VARIABLES A CONTROLAR**

De acuerdo a Landwehr (2001) y Camacho (2003), al tratarse de un proceso de deshidratación de un alimento líquido, las variables a controlar serán las siguientes:

- Temperatura
- Humedad
- Tiempo
- pH
- Sólidos solubles (°Brix)
- Contenido de agua inicial y final
- Peso inicial y final

## **2.3.5. DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS**

### **2.3.5.1. Selección**

Esta etapa empieza desde la recepción de la fruta. Se debe elegir solo aquellas frutas que sean aptas para el consumo, con un grado de madurez aceptable, sin presencia de podredumbres o magulladuras, luego se procede a pesar para determinar proporciones y rendimientos, y finalmente se realiza un lavado de la fruta con agua con 2ppm de cloro. Con esto se busca eliminar cualquier microorganismo o impureza (FAO, 2006; Cobo et al., 2011).

### **2.3.5.2. Despulpado**

Esta etapa consiste en la eliminación de cáscaras y semillas para obtener la pulpa de la fruta. Antes de ingresar la pulpa a la despulpadora se realiza un escaldado, pretratamiento que sirve para inactivar enzimas y cualquier microorganismo que pudiera haber quedado. Algunas frutas como la frutilla son muy sensibles a los tratamientos con calor por lo que estos deben ser lo más cortos posibles. Puede utilizarse un escaldado de 1 minuto a 90°C (FAO, 2006).

### **2.3.5.3. Formulación**

Para realizar la formulación primero se requiere medir tanto pH como sólidos solubles como indicadores de calidad. Si el pH no es el adecuado, se puede regular utilizando ácido cítrico, un máximo de 0.05% con respecto al peso de la fruta, hasta lograr un pH aproximado de 3.5 (Moreno, 2003).

Luego se mezclan todos los ingredientes en frío, sólidos y líquidos por separado, de acuerdo a la fórmula que se haya seleccionado hasta lograr una mezcla homogénea.

#### **2.3.5.4. Concentración**

Una vez obtenida la mezcla en frío, se la lleva a calentamiento en una olla o marmita hasta lograr una temperatura de alrededor 75°C. Esto se realiza con el propósito de eliminar cierta cantidad de agua, para que los sólidos se disuelvan completamente y para eliminar cualquier microorganismo que pudiese haber sobrevivido hasta esta etapa (FAO, 2006).

#### **2.3.5.5. Laminado**

Cuando la mezcla está lista se procede a colocarla en las bandejas cubiertas previamente con papel film. Se usa este papel porque no se adhiere a las láminas y resiste al calor, lo que no ocurre con el papel encerado o el papel aluminio por ejemplo (DeLong, 1992).

Hay que esparcir la mezcla y tratar de lograr una superficie lisa, evitando que se formen burbujas o grumos, con un espesor de unos 3 milímetros para que luego del secado no queden láminas demasiado finas (FAO, 2006).

A nivel industrial se utiliza extrusores que permiten lograr uniformidad en las láminas antes de ingresar al deshidratador. La mezcla ingresa caliente, luego es aplanada y expulsada sobre papel encerado e ingresa directamente al secado. De este modo, debido a que cada extrusora tiene su forma, diferente ancho y tamaño, se reducen los desperdicios generados por el corte luego de la deshidratación (Advameg, 2006).

#### **2.3.5.6. Secado**

Para este tipo de productos se pueden utilizar secadores de túnel en los que se puede utilizar aire frío, o también secadores de armario. En estos últimos, las bandejas ingresan al deshidratador por varias horas a una temperatura

de alrededor de 60°C hasta lograr una humedad cercana al 15% (FAO, 2006).

#### **2.3.5.7. Empacado y almacenamiento**

Cuando todavía están calientes las láminas, alrededor de unos 40°C, se procede a retirarlas de las bandejas, se las coloca sobre una superficie plana, se las corta del tamaño deseado y se las enrolla. Las láminas frías no se enrollan fácilmente (DeLong, 1992).

Finalmente, los rollos están listos para ser empacados y almacenados, lo ideal es hacerlo en lugares secos, con buena ventilación y sin exposición a la luz (FAO, 2006).

## **2.4. LOS ANÁLISIS DE ESTABILIDAD**

Considerando que, la vida útil de un alimento es aquel período de tiempo durante el cual el alimento conserva sus características sensoriales, funcionales y nutricionales, y además se mantiene apto para el consumo desde el punto de vista sanitario, se pueden realizar varios análisis a una misma muestra para determinar su grado de aceptabilidad, los cambios fisicoquímicos observados afectarán directamente su calidad sensorial (Hough & Fiszman, 2005). Para productos alimenticios se considera factores importantes su aceptabilidad en el tiempo por parte del consumidor, los cambios de coloración y su estabilidad a nivel microbiológico.

### **2.4.1. PRUEBAS HEDÓNICAS**

Las pruebas hedónicas tienen como finalidad medir el grado de aceptabilidad y preferencia de un producto. Hay que diferenciar el término 'preferencia' de 'aceptabilidad'. Aceptabilidad hace referencia al grado de gusto o disgusto de una persona sobre un producto. Se basa en una escala de medición. Mientras que preferencia se refiere a la elección entre varios productos en base al gusto o disgusto. La persona elige entre un conjunto de alternativas. Por lo tanto, este tipo de pruebas permiten establecer no solo si hay diferencias entre muestras sino además el sentido y magnitud de la misma por lo que al final se puede mantener o modificar alguna característica (Liria, 2007; Hough & Fiszman, 2005).

Para realizar estas pruebas, se utilizan escalas categorizadas.

Para el análisis de datos, dichas categorías se convierten en puntajes numéricos donde el número menor indica desagrado y el mayor, agrado.

Se pueden utilizar escalas de 3, 5, 9 y hasta 11 puntos.

Una de las más utilizadas es la escala de 9 puntos ya que tiene menos distancia en los intervalos de respuesta.

Para este tipo de pruebas, los panelistas no necesariamente deben ser entrenados ya que lo que se busca es determinar la aceptabilidad de consumo del producto, por lo tanto la prueba se aplica a los posibles consumidores del mismo (Liria, 2007).

#### **2.4.2. ANÁLISIS DE COLOR**

Para analizar el color el modelo más aceptado es el CIELAB, desarrollado en 1976 por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE), y que se utiliza para describir los colores que puede percibir el ojo humano. Según este modelo, el color de cualquier sustancia está determinado por tres componentes: luminosidad (L), tonalidad (H) y croma (C), que juntos forman una coordenada en un espacio tridimensional, y por lo general se utiliza para generar un criterio de aceptabilidad visual (Capilla, Artigas & Pujol, 2002).

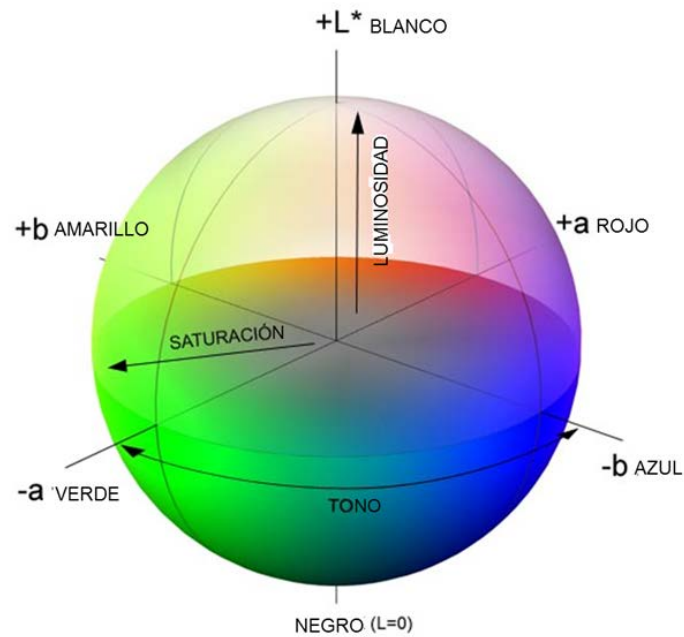
Como se puede observar en la figura 5, la luminosidad está conformada por dos coordenadas, a y b, que determinan su posición en el espacio cartesiano, en este caso la cromaticidad.

La luminosidad es una coordenada lineal y puede ir en una escala de 0 a 100, en donde 0 es negro y 100 corresponde al blanco, y se refiere a la cantidad de luz que se percibe. Sus dos componentes a y b, pueden tener valores positivos o negativos, valores positivos para a, indican elementos de color rojo y los negativos, verde. Mientras que valores positivos para b indican coloración amarilla, y los negativos, azul. Estas coordenadas son contrarias, por lo que si un elemento es rojo, no puede tener componentes verdes y lo mismo con el azul y el amarillo (Capilla et al., 2002).

La saturación o croma distingue un color puro de uno gris y representa la cantidad de luz monocromática que existe en un color, sus valores van de 0 a 100. Es así que percibimos colores vivos y apagados.



El tono en cambio es una coordenada angular, por lo que sus valores se expresan en valores de 0 a 360°. Este ángulo representa al color proyectado sobre el plano de cromaticidad  $a+$ . Es la percepción visual que indica la similitud al rojo, verde, amarillo o azul que genera un color (Sanz & Gallego, 2001).



**Figura 5.** Modelo CIE 1976  $L^* a^* b^*$

(Gómez, Alberich & Corral, 2000)

### **3. METODOLOGÍA**

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. MATERIA PRIMA**

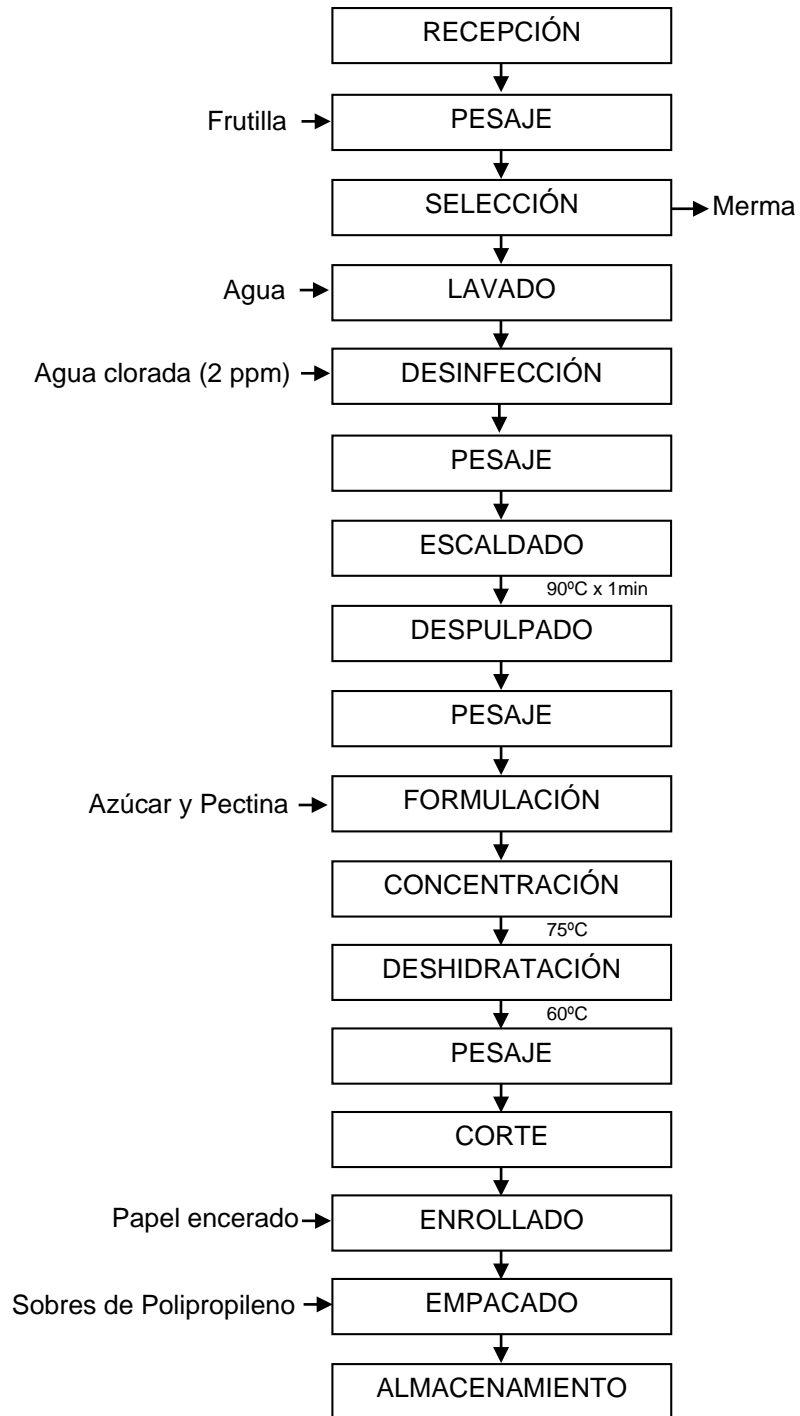
La investigación se llevó a cabo en la planta piloto de la Universidad Tecnológica Equinoccial. La materia prima consistió en frutillas de la variedad Oso Grande, caracterizadas por su color rojo anaranjado, tendencia a frutos bilobulados, de grueso diámetro y centro hueco (Baquero et al., 2007). Los frutos provienen de cultivos de la zona de Yaruquí, provincia de Pichincha, y fueron adquiridos en el mercado del sector. Además se utilizó pectina y azúcar blanca de uso alimentario. Para evaluar los distintos parámetros de calidad de la frutilla fresca se utilizó el Protocolo de Calidad para Frutilla Fresca y Congelada de Argentina (2012), a falta de una norma nacional. En la figura 6 se puede apreciar las características de esta variedad de frutillas, muy común en nuestro medio.



**Figura 6.** Frutilla variedad Oso Grande

#### **3.2. EXPERIMENTACIÓN**

Para la obtención de las láminas se realizaron varias operaciones que se detallan en la figura 7. Las temperaturas y tiempos de procesamiento, fueron objetos de investigación.



**Figura 7.** Esquema del proceso de obtención de láminas de pulpa de frutilla deshidratada

Para comprender de mejor manera las etapas de la experimentación se las dividió en 2 fases:

### 3.2.1. FASE 1: SELECCIÓN DEL MEJOR TRATAMIENTO

#### 3.2.1.1. Uso de pectina cítrica y azúcar

Para esta fase de la experimentación se utilizó un diseño factorial  $2^k$ . Se realizaron 4 tratamientos variando entre ellos la cantidad de azúcar y pectina a utilizarse.

En general, se considera que la cantidad de pectina necesaria para obtener determinada consistencia tiene una relación inversa a la concentración de azúcar de la masa, por lo tanto, se manejaron dos niveles en relación al peso de la pulpa:

PECTINA: 0.2% y 0.4%

AZÚCAR: 7% y 15%

Dichos porcentajes, transformados a peso y en sus diferentes combinaciones, se puede observar en la tabla 2.

**Tabla 2.** Composición de los tratamientos para elaborar láminas de pulpa Fase 1

	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Pulpa de frutilla (g)	1000	1000	1000	1000
Pectina (g)	2	4	2	4
Azúcar (g)	70	70	150	150

### 3.2.1.2. Proceso de deshidratación

Antes de ingresar al deshidratador, las mezclas pasaron por un proceso de concentración para disminuir el contenido de agua del producto, aumentar los sólidos solubles y obtener una mezcla manejable. Este proceso duró aproximadamente 2 horas, hasta lograr la consistencia de un almíbar.

Para la deshidratación se utilizó un deshidratador eléctrico marca Excalibur de 9 bandejas, modelo 2900, de 600 watts de potencia. Las bandejas miden 36 cm de largo y 36 cm de ancho, con un área total de secado de 1,2 m<sup>2</sup> aproximadamente.

Antes de colocar la mezcla a deshidratar, las bandejas fueron recubiertas con papel film para evitar la adherencia y filtración del producto, como se puede apreciar en la figura 8.



**Figura 8.** Deshidratador Excalibur de bandejas con pulpa concentrada

El tiempo que permanecieron las muestras dentro del deshidratador fue el necesario para lograr una humedad aproximada del 13%.

La deshidratación se realizó por un periodo aproximado de 6 horas a una temperatura de 60°C ± 2°C, hasta obtener en cada bandeja láminas de con un promedio de 1 mm de grosor.

Una vez terminado este proceso, las láminas fueron cortadas en tiras de 5 cm de ancho por 10 cm de largo, con un peso aproximado de 10 g cada una. Mientras permanecían calientes (40°C), se enrolló cada tira sobre papel encerado y una vez frías fueron empacadas en sobres de polipropileno transparente. Posteriormente las muestras fueron almacenadas a una temperatura de entre 18 a 21 °C protegidas de la luz solar directa.

#### **3.2.1.3. Análisis de Rendimiento**

Para analizar el rendimiento se comparó el peso inicial de las muestras antes de concentración y deshidratación, con el peso de las láminas deshidratadas para cada tratamiento expresado en porcentaje. Los resultados se analizaron por ANOVA con ayuda del programa Statgraphics y en hojas de cálculo de Microsoft Excel.

#### **3.2.1.4. Medición de aceptabilidad sensorial**

Se aplicó la prueba hedónica a un grupo de 50 estudiantes universitarios de entre 18 y 30 años. A cada panelista se le entregó 4 muestras de las láminas de pulpa de frutilla deshidratada, correspondientes a las formulaciones de experimentación, identificadas con códigos de tres dígitos. La escala utilizada fue la de 9 puntos, para evaluar color, olor, sabor y textura, considerando que estos son los atributos que se perciben en un producto alimenticio (Hough & Fiszman, 2005). El modelo del formulario entregado a cada panelista se encuentra en el anexo I.

Además, para conocer el grado de aceptación que podría tener en el mercado objetivo las láminas de pulpa de frutilla deshidratada, al mismo grupo se le realizó una encuesta de sondeo de mercado. El modelo de la encuesta se puede observar en el anexo II.

La tabulación, análisis de datos y resultados se realizaron por ANOVA con ayuda del programa Statgraphics y en hojas de cálculo de Microsoft Excel.

También se realizó una pequeña prueba de aceptabilidad a un grupo de 30 niños de entre 6 y 10 años, para conocer el grado de aceptación del producto entre los infantes y analizar de este modo, que tan factible es la introducción del producto entre niños en etapa escolar.

### **3.2.2. FASE 2: ANÁLISIS DE ESTABILIDAD**

Para analizar la estabilidad de las láminas de pulpa de frutilla, se elaboró un nuevo lote con el tratamiento que según las pruebas hedónicas presentó las mejores características organolépticas, además del mejor rendimiento y características de conservación. Se incluyeron en el proceso varias de las sugerencias de los panelistas como la eliminación de semillas (aquenios) y un aumento en la humedad final (15%).

Las muestras fueron elaboradas bajo el mismo procedimiento descrito en la Fase 1, y fueron empacadas en sobres de polipropileno transparente (TA) y metalizado (TB) para comparar su evolución fisicoquímica y variaciones de color durante un período de almacenamiento de 40 días a una temperatura ambiente de entre 18 a 21 °C y protegidas de la luz solar directa.

#### **3.2.2.1. Caracterización del producto**

Para caracterizar las láminas de pulpa de frutilla, se realizaron análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales al inicio y al final del período de almacenamiento (40 días), con excepción de las mediciones de color que se realizaron cada 10 días.

Los equipos y métodos utilizados fueron los siguientes:



- pH: pH-metro Martini MI15, método potenciométrico.
- Humedad: método de estufa de aire U. Florida 1970, adaptado al Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP
- Sólidos solubles: refractómetro marca BOECO, método refractometría A.O.A.C., 2005
- Color: Colorímetro Chroma meter CR-400/410 Konica Minolta
- Vitamina C: método reflectométrico, del Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP
- Actividad de agua: Instrumento de medición de Aw marca Testo 650
- Fibra: Método 985.29 A.O.A.C. Adaptado al Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP.
- Acidez: Pontillón I. 1997 del Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP
- Proteína: micro Kjeldahl, método 2.057 .A.O.A.C., 1984. Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP
- Azúcares totales: método Dubois 1956, adaptado al Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP
- Aerobios totales: placas petrifilm 3M, contaje en placa.
- Mohos y levaduras: placas petrifilm 3M, contaje en placa.

## **4. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

## 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Para la elaboración de las láminas de pulpa de frutilla se utilizaron frutillas de la variedad oso grande, sin ningún tratamiento de conservación previo. Se encontraron defectos en algunos de los frutos, 2% correspondiente a podredumbres, un 3% de golpeaduras y un 8% presentaba defectos de color que suele asociarse a la falta de maduración, se controló que la fruta no fuese demasiado madura ya que ésta carece de pectina lo que influye negativamente en su poder gelificante (Vaclavik & Christian, 2002). El resto presentaba el color típico de la fruta madura, rojo brillante, de olor y sabor dulce, ligeramente ácido, característico del fruto, de forma cónica, hojas perfectamente adheridas, consistencia firme y tamaño uniforme, con un peso promedio de 41 g cada una y un diámetro promedio de 4 cm (Dirección Nacional de Transformación y Comercialización de Productos Agrícolas y Forestales, 2012; Nunes, 2008). Posteriormente se procedió a la selección, desinfección y despulpado, con lo que se obtuvo un rendimiento del 76% con respecto al peso inicial de las frutillas.

La siguiente etapa consistió en la formulación. Las diferencias fisicoquímicas analizadas entre la fruta, la pulpa y las mezclas correspondientes a los 4 tratamientos se pueden observar en la tabla 3.

**Tabla 3.** Características fisicoquímicas de la frutilla, pulpa y mezcla antes de concentración Fase 1

Parámetro	Frutilla	Pulpa	Mezcla antes de concentración			
			T1	T2	T3	T4
pH	3.5 ± 0.01 <sup>c</sup>	3.58 ± 0.01 <sup>d</sup>	3.39 ± 0.02 <sup>b</sup>	3.32 ± 0.02 <sup>a</sup>	3.33 ± 0.01 <sup>a</sup>	3.34 ± 0.01 <sup>a</sup>
°Brix	6.1 ± 0.05 <sup>a</sup>	6.2 ± 0.05 <sup>a</sup>	13.2 ± 0.08 <sup>b</sup>	13.1 ± 0.08 <sup>b</sup>	17.1 ± 0.08 <sup>c</sup>	17.2 ± 0.12 <sup>c</sup>

Valores promedios. Las letras comparan horizontalmente. Letras diferentes indican diferencias significativas (n=3).

Tanto el pH de la frutilla como de la pulpa y los diferentes tratamientos se encontró en el rango establecido por la FDA para frutillas de 3.0 – 3.9, lo que se puede interpretar como un factor de calidad positivo (FDA, 2007).

Además, según Vaclavik & Christian (2002), para la formación de un gel es importante que el pH de la mezcla sea ácido, inferior a 3.5, para incrementar la atracción entre las moléculas de pectina y formar el gel. Como se puede observar en la tabla 3, las mezclas cumplieron con dicha condición, por lo que no fue necesario la adición de ácido cítrico para regular el pH.

En cuanto al contenido de sólidos solubles, se incrementa al realizar las mezclas de los diferentes tratamientos por la adición de sólidos (azúcar y pectina). Los tratamientos 3 y 4 corresponden a las formulaciones con mayor cantidad de azúcar, 15% con respecto al peso de la pulpa, lo que se ve reflejado en sus grados Brix.

## **4.2. RESULTADOS FASE 1 DE EXPERIMENTACIÓN: SELECCIÓN DEL MEJOR TRATAMIENTO**

### **4.2.1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO**

Luego de la formulación se procedió a la concentración y deshidratación. Durante estas operaciones se llevó un registro de la variación de los sólidos solubles, que permitió establecer una relación lineal entre estas variables, a mayor tiempo, mayor concentración de sólidos solubles, considerando que la temperatura se mantuvo controlada ( $60^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ).

Se observó que T1 y T2, después de 2 horas de concentración solo pudieron llegar hasta 25 °Brix mientras que T3 y T4 alcanzaron 32 y 33 °Brix respectivamente. Esto está relacionado con la cantidad de azúcar que contenían las distintas formulaciones y no se extendió el tiempo de concentración ya que esto influiría en la despolimerización de la pectina

evitando la formación del gel y en la pérdida de sabor de la pulpa (Sinha et al., 2012; Vaclavik & Christian, 2002, Demarchi et al., 2013).

Finalizado el proceso de deshidratación, se analizaron las características fisicoquímicas de las láminas obtenidas. Los resultados se pueden apreciar en la tabla 4.

**Tabla 4.** Resultados del análisis fisicoquímico para láminas Fase 1

Parámetro	Tratamiento			
	T1	T2	T3	T4
pH	3.38 ± 0.01 <sup>a</sup>	3.43 ± 0.01 <sup>b</sup>	3.46 ± 0.01 <sup>b</sup>	3.46 ± 0.01 <sup>b</sup>
Sólidos solubles (°Brix)	76.1 ± 0.12 <sup>b</sup>	75.2 ± 0.21 <sup>a</sup>	75.1 ± 0.12 <sup>a</sup>	75.3 ± 0.16 <sup>a</sup>
Humedad (%)	12.8 ± 0.1 <sup>a</sup>	12.8 ± 0.1 <sup>a</sup>	12.8 ± 0.1 <sup>a</sup>	12.8 ± 0.1 <sup>a</sup>
Actividad de agua (Aw)	0.54 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.53 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.66 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.65 ± 0.01 <sup>b</sup>

Valores promedios. Las letras minúsculas comparan horizontalmente. Letras diferentes indican diferencias significativas (n=5).

El pH determinado en las láminas es bajo, lo que se estableció como parámetro de calidad, ya que, con este pH es más difícil la proliferación de la mayoría de microorganismos, lo que influye positivamente en el tiempo de conservación del producto (Sinha et al., 2012).

En cuanto a los sólidos solubles, se observa una relación inversa con la humedad de las láminas, es decir, a menor humedad, mayor cantidad de sólidos solubles.

La humedad obtenida fue cercana al 12% y no se observaron diferencias significativas entre tratamientos. Los resultados son comparables a los obtenidos por Castro & Manosalvas (2011) en su estudio sobre láminas de arazá, sin embargo se observó que las láminas no obtuvieron la flexibilidad deseada, algo que solo pudo ser notorio después de un periodo de homogenización y enfriamiento de las muestras, ya que a su salida del

deshidratador las muestras calientes no presentaban dichas características. Además, las láminas obtenidas en esta fase presentaban hasta 1mm de grosor, lo que influía negativamente en su presentación.

A pesar de los bajos valores de humedad obtenidos, los de actividad de agua en todos los casos fue mayor a 0.5, y se observaron diferencias significativas entre los tratamientos que tenían en su formulación 7% de azúcar (T1 y T2) con los que tenían 15% de azúcar (T3 y T4). Según Casp & Abril (2003) el máximo establecido para la mejor conservación de los productos deshidratados es de 0.5%, sin embargo, los resultados son comprables a los obtenidos por Guerra (2005) en su estudio para la obtención de láminas a partir de arándano y manzana, quien establece que combinado con el pH ácido (entre 3.38 y 3.46), logran evitar el crecimiento de mohos y levaduras, prolongando la vida útil del producto.

#### 4.2.2. RENDIMIENTO

El rendimiento de las láminas obtenidas se determinó en base a la comparación entre el peso total de mezcla utilizada en cada formulación, es decir, la suma del peso de la pulpa, del azúcar y la pectina, comparado con el peso de las láminas, esto es, el peso de la mezcla después de concentración y deshidratación.

**Tabla 5.** Rendimiento de las láminas de pulpa de frutilla Fase 1.

T1	T2	T3	T4
13.20% <sup>a</sup>	13.84% <sup>a</sup>	21.35% <sup>b</sup>	19.67% <sup>b</sup>

Las letras comparan horizontalmente. Letras diferentes indican diferencias significativas (n=10).

Como se puede observar en la tabla 6, hay diferencias significativas entre tratamientos. T1 y T2 corresponden a los tratamientos en los que se utilizó menor cantidad de azúcar lo cual ayuda a ligar al agua a la estructura. Ésta

retención de líquidos, se ve reflejada en un mayor peso final y por ende mayor rendimiento logrado en T3 y T4 (Guerra, 2005; Sinha et al., 2012).

### 4.2.3. ANÁLISIS DE ACEPTABILIDAD

Para conocer la muestra correspondiente al tratamiento de mayor aceptación se realizó la prueba hedónica en la que los panelistas evaluaron color, olor, sabor y textura.

Los resultados fueron analizados estadísticamente por ANOVA, aplicando la prueba de múltiple rango Tukey con un nivel de confianza del 95% para analizar diferencias estadísticamente significativas.

Los resultados obtenidos en la prueba hedónica fueron los siguientes:

#### 4.2.3.1. Color

El color se considera una característica fundamental para lograr la aceptabilidad de un producto (Guerra, 2005), por lo que al elaborar una lámina de frutilla, se espera un color similar al de la frutilla.

En la tabla 6 se observan los resultados de la prueba para color.

**Tabla 6.** Resultados de prueba hedónica para color por tratamientos

Tratamiento	Color
T1	7.22 ± 0.9 <sup>a</sup>
T2	7.18 ± 1.0 <sup>a</sup>
T3	8.00 ± 0.9 <sup>b</sup>
T4	7.24 ± 1.0 <sup>a</sup>

Valores promedios. Letras minúsculas comparan verticalmente. Letras diferentes implican diferencias significativas (n=50).

Como se puede apreciar, hay diferencias significativas con respecto a T3, lo cual indica un mayor puntaje de preferencia. Sin embargo, se pudo observar

que el resto de las muestras también obtuvieron puntajes de calificación altos.

#### 4.2.3.2. Olor

La tabla 7 muestra los resultados para olor. Se observan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos 1 y 4. Sin embargo para los evaluadores las muestras 1, 2 y 3 presentan un olor similar.

**Tabla 7.** Resultados de prueba hedónica para olor por tratamientos

Tratamiento	Olor
T1	6.90 ± 1.2 <sup>a</sup>
T2	7.02 ± 1.3 <sup>ab</sup>
T3	7.48 ± 1.2 <sup>ab</sup>
T4	7.06 ± 1.4 <sup>b</sup>

Valores promedios. Letras minúsculas comparan verticalmente. Letras diferentes implican diferencias significativas (n=50).

La ausencia de diferencias significativas para olor entre tratamientos, se atribuye al predominio del olor característico de la frutilla de las muestras. Además, el producto no contiene ningún tipo aditivo, como conservante, colorante o saborizante que pudiesen haber alterado el olor del producto (Sinha et al., 2012).

#### 4.2.3.3. Sabor

La tabla 8 muestra diferencias estadísticamente significativas entre 2 pares de muestras, el primer par comprende las muestras 1, 2 y 4, y el segundo par, las muestras 1 y 3.



**Tabla 8.** Resultados de prueba hedónica para sabor por tratamientos

Tratamiento	Sabor
T1	7.22 ± 1.3 <sup>ab</sup>
T2	6.84 ± 1.4 <sup>a</sup>
T3	7.78 ± 1.2 <sup>b</sup>
T4	7.00 ± 1.2 <sup>a</sup>

Valores promedios. Letras minúsculas comparan verticalmente. Letras diferentes implican diferencias significativas (n=50).

Con respecto al sabor, las pruebas no reflejaron un resultado concluyente sobre la preferencia de los panelistas por T3. En este caso, la evaluación de la calidad sensorial está sujeta a factores psicológicos y sociológicos que arrojan resultados muy variables, sin embargo se puede atribuir la aceptación de las muestras, a la agradable sensación originada por el gusto ligeramente ácido propio de la frutilla (Cid, 2007).

#### 4.2.4. Textura

Al analizar la textura, los panelistas juzgaron a las muestras como “duras” y resistentes a la masticación, características que no fueron de desagrado pues una textura más suave era comparable a la de un dulce cortable, lo que no corresponde al producto. Los resultados de las evaluaciones para textura se pueden observar en la tabla 9.

**Tabla 9.** Resultados de prueba hedónica para textura por tratamientos

Tratamiento	Textura
T1	6.78 ± 1.3 <sup>a</sup>
T2	6.80 ± 1.8 <sup>a</sup>
T3	7.36 ± 1.1 <sup>a</sup>
T4	6.94 ± 1.7 <sup>a</sup>

Valores promedios. Letras minúsculas comparan verticalmente. Letras diferentes implican diferencias significativas (n=50).

No se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, sin embargo se aprecia preferencia a favor de T3.

#### 4.2.5. Aceptabilidad general

Al evaluar en conjunto las características de las muestras, se obtuvieron los resultados que se observan en la tabla 10. Se obtuvieron 2 grupos homogéneos, el primero corresponde a las muestras 1, 2 y 4, y el segundo grupo las muestras 1 y 3, esto quiere decir que en dichos grupos no hay diferencias estadísticamente significativas, pero si hay diferencias entre los grupos.

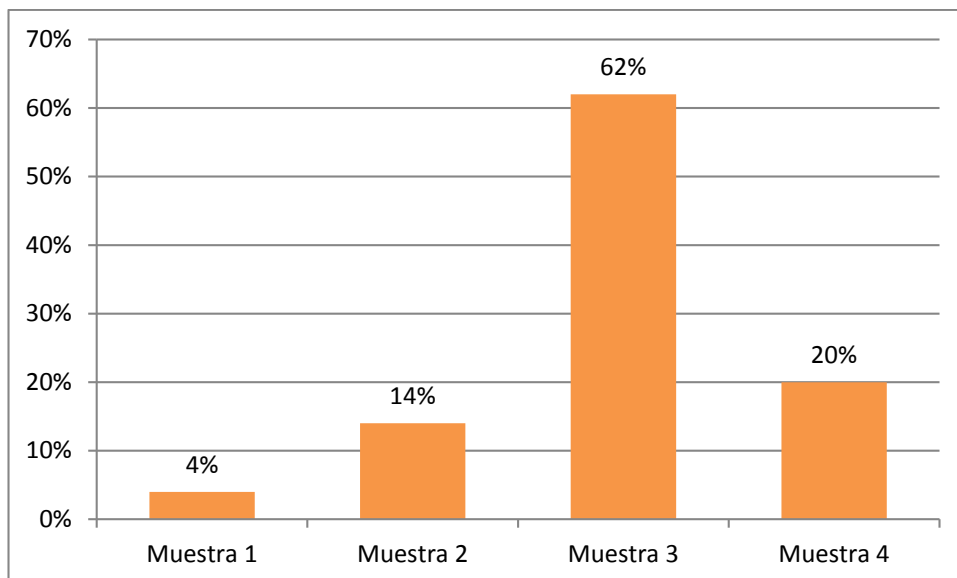
**Tabla 10.** Resultados de prueba hedónica de aceptabilidad general por tratamientos

Tratamiento	Aceptabilidad general
T1	7.32 ± 0.9 <sup>ab</sup>
T2	7.06 ± 1.1 <sup>a</sup>
T3	7.72 ± 1.0 <sup>b</sup>
T4	7.24 ± 1.0 <sup>a</sup>

Valores promedios. Letras minúsculas comparan verticalmente. Letras diferentes implican diferencias significativas (n=50).

La muestra con mayor puntaje en cuanto a la aceptabilidad general corresponde a T3, aunque el resto de muestras también obtuvieron una aceptabilidad admisible. El percepción de gusto de los evaluadores hacia las láminas, arroja como resultado un factor de calidad positivo, pues la calidad está ligada a lo que al consumidor le agrada (Hough & Fiszman, 2005).

Al final de la prueba se incluyó 1 pregunta, en dónde se pedía indicar la muestra de su preferencia. El resultado se muestra en la figura 9.



**Figura 9.** Resultados de la elección de muestra por los panelistas

Como se puede apreciar, el 62% de los encuestados seleccionó a la muestra 3 como la muestra de su preferencia.

Al examinar el análisis estadístico se puede observar que T3 obtiene el mayor puntaje en la evaluación de las características organolépticas: color, olor, sabor y textura. Además es la muestra que obtiene el mayor puntaje en la aceptabilidad general.

Tomando en cuenta lo mencionado, y que además es la muestra que la mayoría de panelistas seleccionó como la de su preferencia, se escogió dicha muestra para continuar con la Fase 2 de la investigación.

#### **4.2.6. Sondeo de Mercado**

Se realizó una encuesta para conocer la aceptación que tendría el producto en el mercado y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Del total de encuestados, se obtuvo que el 54% vive en el sector norte de la ciudad de Quito, el 32% en los valles, el 10% en el sur y el 4% en el centro.

En cuanto al sexo, del total de la muestra encuestada, el 64% fueron mujeres y el 36%, hombres.

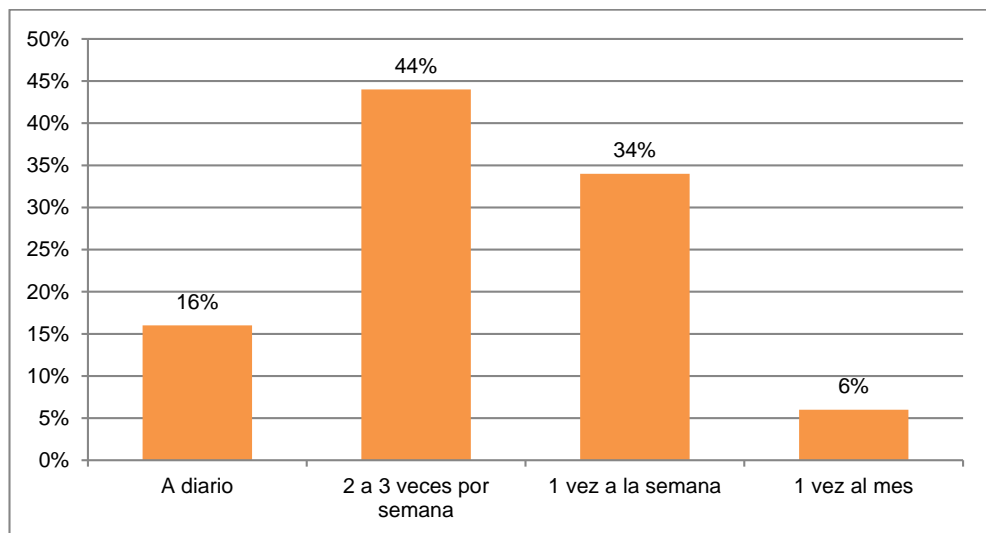
El promedio de edad de los encuestados fue de 22 años.

Pregunta 1. ¿Consumen usted snacks?

Para conocer que tanto las personas consumen snacks y tomando en cuenta que las láminas de pulpa de frutilla se comercializarían como tal, se preguntó si los consumen o no, los resultados para esta pregunta fueron afirmativos en un 100%

Presunta 2. Si respondió afirmativamente a la pregunta 1, ¿Con qué frecuencia consume snacks?

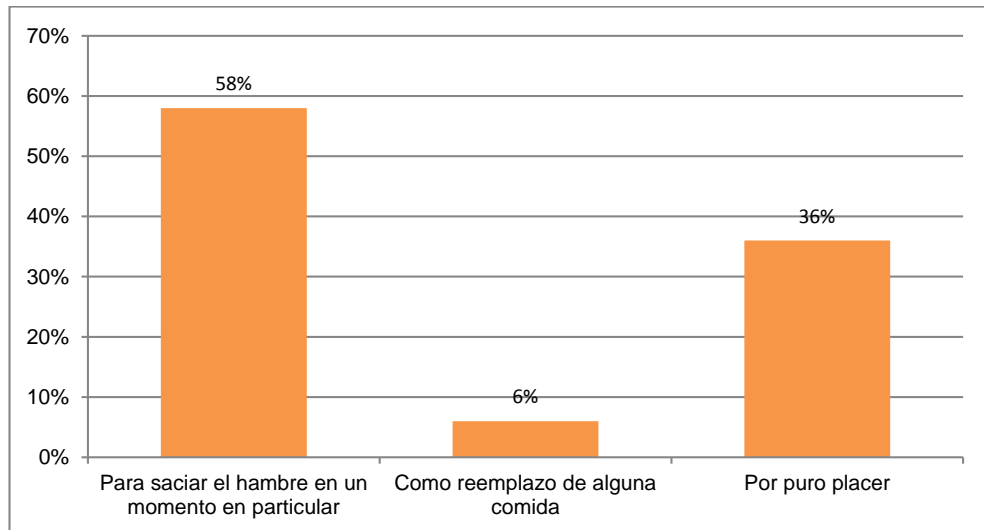
Una vez habiendo respondido que “si” consumen snacks, se planteó la frecuencia.



**Figura 10.** Resultados de encuesta para la pregunta 2

Como se puede apreciar en la figura 10, el 44% de los encuestados demuestra un consumo regular, es decir de 2 a 3 veces por semana. Esto puede ayudar a conocer la demanda que tendría el producto en el futuro.

Pregunta 3. Si respondió afirmativamente a la pregunta 1, ¿Por qué consume snacks?



**Figura 11.** Resultados de encuesta para la pregunta 3

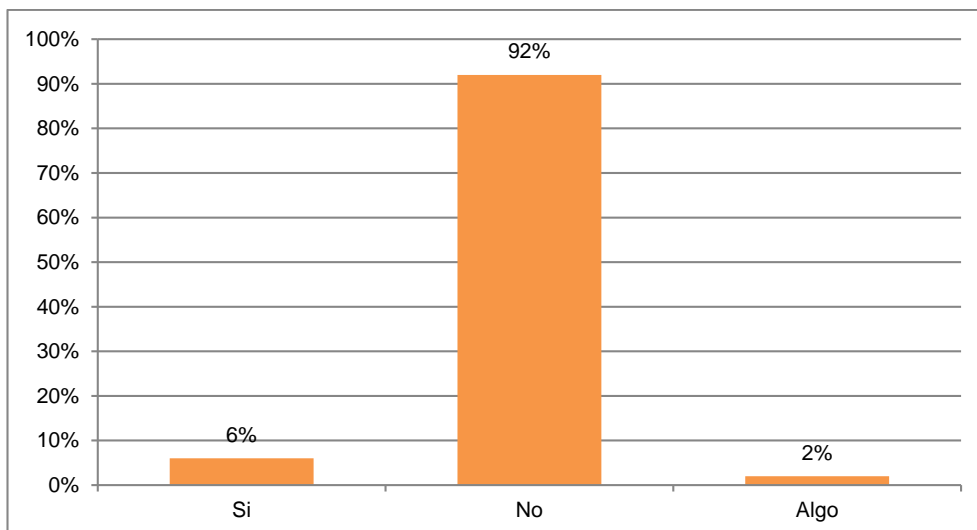
Esta pregunta se realizó para conocer el motivo de compra de los diferentes snacks.

Los resultados muestran que el saciar el hambre en algún momento motiva a la mayoría a consumir snacks. He aquí la importancia de que los snacks existentes en el mercado tengan algún aporte nutricional.

Pregunta 4. ¿Ha escuchado hablar o ha leído algo acerca de los rollos de fruta (fruit roll ups)?

Por ser las láminas de pulpa un producto relativamente nuevo en nuestro medio, se preguntó si sabían algo acerca del mismo a través de su nombre comercial “rollos de fruta”.

Como se puede apreciar en la figura 12, los resultados muestran que no es un producto conocido



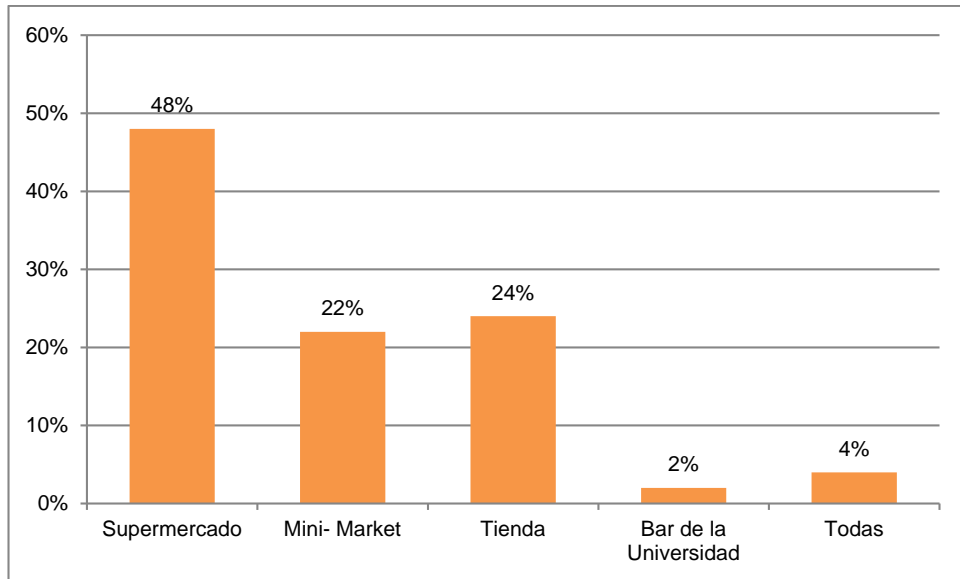
**Figura 12.** Resultados de encuesta para la pregunta 4

Pregunta 5. ¿Le interesaría probar y consumir un snack hecho a base de fruta natural?

Ahora había que conocer el grado de interés que podría existir en un producto natural, hecho a base de fruta ya que los snacks hechos a base de papa y maíz son los que dominan el mercado actual. Los resultados mostraron total interés en el nuevo producto, obteniendo un 100% de respuestas afirmativas.

Pregunta 6. Si respondió afirmativamente a la pregunta anterior, ¿Dónde le gustaría adquirir este producto?

Esta pregunta se realizó para saber en dónde podría ser expandido el nuevo producto. Según los encuestados, el mejor lugar sería el supermercado, como se muestra en la figura 13.



**Figura 13.** Resultados de encuesta para la pregunta 6

#### **4.3. RESULTADOS FASE 2 DE EXPERIMENTACIÓN: ANÁLISIS DE ESTABILIDAD**

Para la fase 2 de la experimentación se decidió, en base a los resultados obtenidos en el análisis de aceptabilidad, disminuir la concentración de sólidos solubles, aumentar la humedad y el grosor de las láminas para lograr mayor flexibilidad. Esto se logró incrementando la cantidad de muestra concentrada que se ubicó en cada bandeja del deshidratador, ya que en pruebas preliminares se pudo determinar que el grosor de la muestra deshidratada, no variaba significativamente con respecto al grosor de la muestra concentrada. Así, se obtuvieron láminas con un promedio de 68 °Brix, 15% de humedad y 2mm de grosor. Además se realizó el tamizado de los aquenios en la pulpa para obtener un producto más agradable organolépticamente, lo que influyó para que el contenido de fibra de las láminas fuera bajo.

Con las características finales buscadas, se logró disminuir el tiempo de deshidratación, de 6 horas necesarias en la Fase 1, a 5 horas en la Fase 2,

comparable a lo encontrado por Demarchi, Quintero, Concellón, & Giner (2013) en su estudio sobre láminas de manzana, en donde se establece una relación directa entre el tiempo, la temperatura y la retención de antioxidantes. Esto ayudó además a la coloración de las muestras, que al final de la deshidratación presentaban un color más similar al de la pulpa de frutilla como se puede apreciar en la figura 14, en donde además se puede observar que la muestra correspondiente a la fase 2 (derecha) no tiene ajenos y presenta un color más llamativo aún después de varias semanas de almacenamiento, lo que no ocurre con la muestra correspondiente a la Fase 1.



**Figura 14.** Comparación láminas de pulpa Fase 1 y Fase 2 de experimentación.

En el lote elaborado para esta fase de la experimentación se pudo observar que después de 2 horas de concentración, las muestras alcanzaron los 38 °Brix, lo que ayudó a disminuir el tiempo de procesamiento, y se obtuvo un rendimiento final de 20.64% con respecto al peso de la muestra antes de concentración. La relación lineal entre el tiempo y los sólidos solubles (°Brix) a través de la concentración y la deshidratación se puede observar en el anexo III.



Estas láminas fueron analizadas después de su elaboración y luego de 40 días de almacenamiento. El producto final se puede apreciar en la figura 15.



**Figura 15.** Lámina de pulpa de frutilla deshidratada

Para esta Fase de la experimentación, el lote de láminas se dividió en dos grupos, el primero fue empacado en sobres de polipropileno transparente (TA) y el segundo grupo en sobres metalizados (TB) para comparar la evolución de sus características durante un período de almacenamiento de 40 días.

#### 4.3.1. CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA

Al igual que en la Fase 1, se analizaron las características tanto de la materia prima, como del producto final. Las diferencias encontradas entre la frutilla fresca, la pulpa y las formulaciones e pueden observar en la tabla 11.

**Tabla 11.** Características fisicoquímicas de la frutilla, pulpa y formulaciones Fase 2

Parámetro	Frutilla	Pulpa	Formulación
pH	3.50 ± 0.01 <sup>b</sup>	3.55 ± 0.01 <sup>b</sup>	3.29 ± 0.02 <sup>a</sup>
°Brix	8.0 ± 0.05 <sup>a</sup>	8.10 ± 0.08 <sup>a</sup>	23.35 ± 0.09 <sup>b</sup>

Valores promedios. Las letras comparan horizontalmente. Letras diferentes indican diferencias significativas (n=5).

Para la pulpa, se tomaron como factores de calidad positivos los grados Brix de acuerdo con la Norma INEN 2337 (2008), en donde se establece un mínimo de 6.0 °Brix para pulpas de frutilla, y el pH de acuerdo a la FDA (2007) que establece un rango de 3.0 – 3.9.

Con respecto al valor encontrado en la Fase 1, la concentración de sólidos solubles pasa de 6.2 a 8.1 atribuible a la calidad de la materia prima.

En la tabla 12 se observan las características fisicoquímicas para TA y TB al inicio y al final del período de almacenamiento.

**Tabla 12.** Resultados de análisis proximal para TA y TB, al inicio y al final del almacenamiento

Fase 2 experimentación			
Parámetro	Día	Tratamientos	
		TA	TB
pH	0	3.71 ± 0.01 <sup>Aa</sup>	3.72 ± 0.01 <sup>Aa</sup>
	40	3.70 ± 0.01 <sup>Aa</sup>	3.72 ± 0.01 <sup>Aa</sup>
Sólidos solubles (°Brix)	0	70.1 ± 0.12 <sup>Bb</sup>	68.7 ± 0.08 <sup>Aa</sup>
	40	69.1 ± 0.26 <sup>Aa</sup>	68.9 ± 0.09 <sup>Aa</sup>
Humedad (%)	0	14.79 ± 0.16 <sup>Aa</sup>	14.90 ± 0.14 <sup>Aa</sup>
	40	17.45 ± 0.17 <sup>Ab</sup>	17.52 ± 0.13 <sup>Ab</sup>
Actividad de agua (Aw)	0	0.47 ± 0.01 <sup>Aa</sup>	0.48 ± 0.01 <sup>Aa</sup>
	40	0.48 ± 0.01 <sup>Aa</sup>	0.48 ± 0.01 <sup>Aa</sup>
Fibra (%)	0	0.92 ± 0.02 <sup>Aa</sup>	0.91 ± 0.02 <sup>Aa</sup>
	40	0.94 ± 0.01 <sup>Aa</sup>	0.92 ± 0.02 <sup>Aa</sup>
Vitamina C (mg/L)	0	259 ± 6.65 <sup>Aa</sup>	263 ± 5.44 <sup>Aa</sup>
	40	255 ± 5.91 <sup>Aa</sup>	276 ± 5.89 <sup>Ba</sup>
Acidez titulable (%Ac. Cítrico)	0	3.05 ± 0.02 <sup>Aa</sup>	3.06 ± 0.01 <sup>Aa</sup>
	40	3.04 ± 0.01 <sup>Aa</sup>	3.05 ± 0.01 <sup>Aa</sup>
Proteína (%)	0	1.97 ± 0.01 <sup>Aa</sup>	1.98 ± 0.01 <sup>Aa</sup>
	40	1.98 ± 0.01 <sup>Aa</sup>	1.98 ± 0.01 <sup>Aa</sup>
Azúcares Totales (%)	0	94.17 ± 1.23 <sup>Aa</sup>	94.84 ± 1.59 <sup>Aa</sup>
	40	93.87 ± 0.97 <sup>Aa</sup>	94.76 ± 0.91 <sup>Aa</sup>

Valores promedios. Las letras mayúsculas comparan horizontalmente, las letras minúsculas comparan verticalmente. Letras diferentes indican diferencias significativas (n=3).

Los resultados fisicoquímicos no arrojaron diferencias estadísticamente significativas al comparar tratamientos y tiempo de almacenamiento, excepto en el caso de sólidos solubles, humedad y contenido de Vitamina C.

Se obtuvieron diferencias significativas en los análisis de humedad, al comparar el día 0 y 40, debido a que las muestras del día 40 antes del análisis estuvieron en contacto con el ambiente, lo que demuestra que las láminas son un producto altamente higroscópico por lo que para una mejor conservación deben ser almacenadas en un ambiente fresco y seco, una recomendación general para productos deshidratados (Casp & Abril, 2003; Camacho, 2003; Hough & Fiszman, 2005). Sin embargo, su contenido todavía es bajo para considerarlo un factor de riesgo frente a cambios microbiológicos y de estabilidad que puedan afectar su calidad sensorial, y son comparables a los obtenidos por Quimbiulco (2014) en su estudio sobre láminas de pulpa de tomate de árbol amarillo, en donde para el mismo grosor de las láminas y temperatura de deshidratación, obtiene una humedad cercana al 18%.

En cuanto a la vitamina C, se analizó su contenido en la pulpa de frutilla (480 mg/L). Comparado con el de las láminas puede notarse que hay una reducción considerable. Esta pérdida es atribuida a la acción del tiempo y el calor (Demarchi et al., 2013; Latham, 2002). También se observaron diferencias estadísticamente significativas entre TA y TB al final del almacenamiento, esto se debe a la sensibilidad de ésta vitamina a factores como la luz y el calor, por lo que la protección de la luz a través de los sobres metalizados influyó positivamente en el contenido de vitamina C de TB al final del almacenamiento (Cid, 2007).

#### **4.3.2. CARACTERIZACIÓN DEL COLOR**

El análisis de color pudo llevarse a cabo con ayuda de un colorímetro.

En la tabla 13 se muestra la variación del color partiendo desde la pulpa, a través del proceso de concentración hasta llegar a las láminas de pulpa.

**Tabla 13.** Evolución de los parámetros de color muestras Fase 2 durante el procesamiento

Parámetro de color	Pulpa de frutilla	Concentrado	Láminas de pulpa
L	34.34 ± 1.38 <sup>c</sup>	28.27 ± 1.80 <sup>a</sup>	30.37 ± 1.48 <sup>b</sup>
a	25.24 ± 1.33 <sup>c</sup>	23.72 ± 1.47 <sup>bc</sup>	20.65 ± 1.29 <sup>a</sup>
b	16.41 ± 1.58 <sup>c</sup>	12.61 ± 1.34 <sup>b</sup>	9.70 ± 0.69 <sup>a</sup>
C	30.13 ± 1.72 <sup>c</sup>	26.88 ± 1.84 <sup>b</sup>	22.82 ± 1.39 <sup>a</sup>
H	32.98 ± 2.17 <sup>c</sup>	27.93 ± 1.58 <sup>b</sup>	25.16 ± 1.15 <sup>a</sup>

Valores promedios. Las letras comparan horizontalmente. Letras diferentes indican diferencias significativas (n=40).

Al analizar el color de las diferentes muestras, podemos observar que los valores en todos los casos son positivos. El color de las láminas de frutilla se compone por aportes de cromaticidad roja y amarilla, de acuerdo a los valores positivos de a\* y b\* respectivamente y de baja luminosidad, ya que los valores de L\* se ubicaron en el tercio inferior de la escala de claridad, mientras que croma y tono muestran un color poco saturado, rojo oscuro (Capilla et al., 2002).

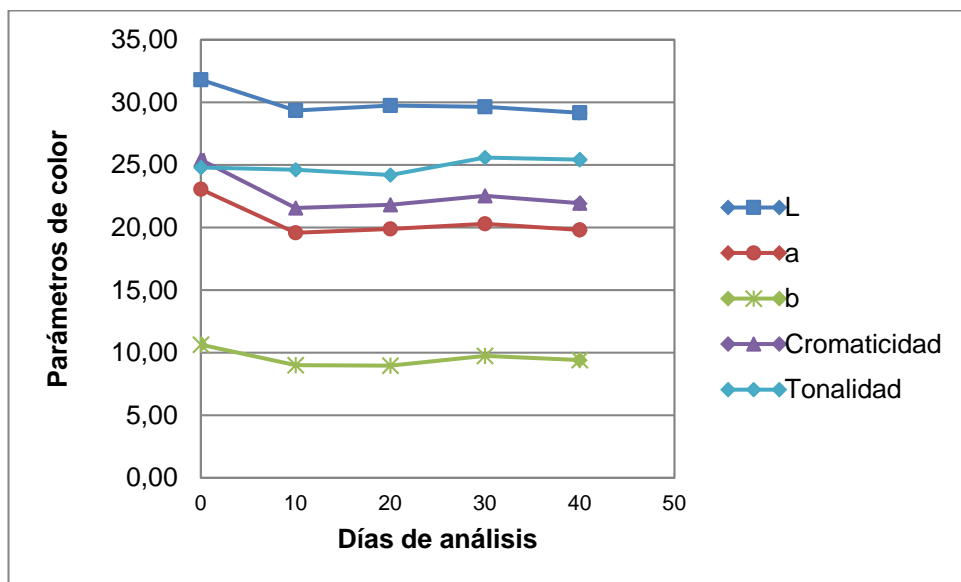
La tabla muestra que las variables del color cambian significativamente durante el procesamiento, principalmente con respecto al color de la pulpa. Sin embargo al analizar el tono de las muestras podemos ver que tanto los concentrados como las láminas presentan una tonalidad similar entre sí.

Posteriormente se analizaron las muestras cada 10 días durante su almacenamiento, para observar como influía el tipo de empaque en la coloración de las muestras. Cabe mencionar que ninguna de las muestras fue expuesta a la luz solar directa, para evitar posibles efectos del calor y luz sobre las mismas. Los resultados de este análisis se pueden apreciar en la tabla 14.

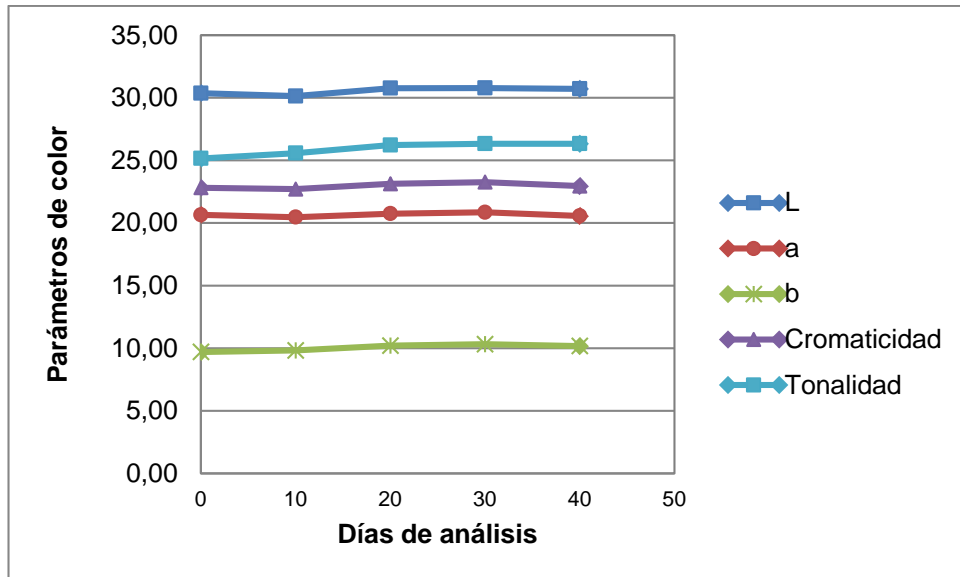
**Tabla 14.** Evolución de los parámetros de color para TA y TB durante el almacenamiento

Parámetro de Tratamiento	Días de almacenamiento					
	Día 0	Día 10	Día 20	Día 30	Día 40	
L	A	31.80 ± 1.48 <sup>Bb</sup>	29.35 ± 1.41 <sup>Aa</sup>	29.75 ± 0.60 <sup>Aa</sup>	29.64 ± 1.19 <sup>Aa</sup>	29.17 ± 0.72 <sup>Aa</sup>
	B	30.37 ± 1.48 <sup>Aa</sup>	30.13 ± 1.09 <sup>Aa</sup>	30.77 ± 1.05 <sup>Ab</sup>	30.78 ± 0.73 <sup>Ab</sup>	30.72 ± 0.77 <sup>Ab</sup>
a	A	23.07 ± 2.13 <sup>Bb</sup>	19.58 ± 1.76 <sup>Aa</sup>	19.88 ± 1.16 <sup>Aa</sup>	20.29 ± 0.83 <sup>Aa</sup>	19.81 ± 0.82 <sup>Aa</sup>
	B	20.65 ± 1.29 <sup>Aa</sup>	20.46 ± 1.30 <sup>Aa</sup>	20.75 ± 1.33 <sup>Ab</sup>	20.85 ± 0.90 <sup>Aa</sup>	20.57 ± 0.88 <sup>Ab</sup>
b	A	10.65 ± 1.02 <sup>Bb</sup>	9.01 ± 1.19 <sup>Aa</sup>	8.96 ± 1.18 <sup>Aa</sup>	9.75 ± 1.26 <sup>Ab</sup>	9.42 ± 0.62 <sup>Aa</sup>
	B	9.70 ± 0.69 <sup>Aa</sup>	9.82 ± 1.10 <sup>ABa</sup>	10.20 ± 0.58 <sup>ABb</sup>	10.32 ± 0.52 <sup>Ba</sup>	10.17 ± 0.54 <sup>ABb</sup>
C	A	25.41 ± 2.28 <sup>Bb</sup>	21.56 ± 2.07 <sup>Aa</sup>	21.82 ± 1.44 <sup>Aa</sup>	22.53 ± 1.13 <sup>Aa</sup>	21.95 ± 0.84 <sup>Aa</sup>
	B	22.82 ± 1.39 <sup>Aa</sup>	22.71 ± 1.55 <sup>Aa</sup>	23.13 ± 1.31 <sup>Ab</sup>	23.27 ± 0.97 <sup>Ab</sup>	22.95 ± 0.88 <sup>Ab</sup>
H	A	24.80 ± 1.34 <sup>Aa</sup>	24.62 ± 1.25 <sup>Aa</sup>	24.19 ± 2.13 <sup>Aa</sup>	25.59 ± 2.44 <sup>Aa</sup>	25.43 ± 1.55 <sup>Aa</sup>
	B	25.16 ± 1.15 <sup>Aa</sup>	25.58 ± 1.76 <sup>Aa</sup>	26.22 ± 1.58 <sup>Ab</sup>	26.33 ± 0.89 <sup>Aa</sup>	26.33 ± 1.35 <sup>Aa</sup>

Valores promedios. Las letras mayúsculas comparan horizontalmente, las letras minúsculas comparan verticalmente. Letras diferentes indican diferencias significativas (n=40).



**Figura 16.** Evolución de los parámetros de color en TA durante el almacenamiento

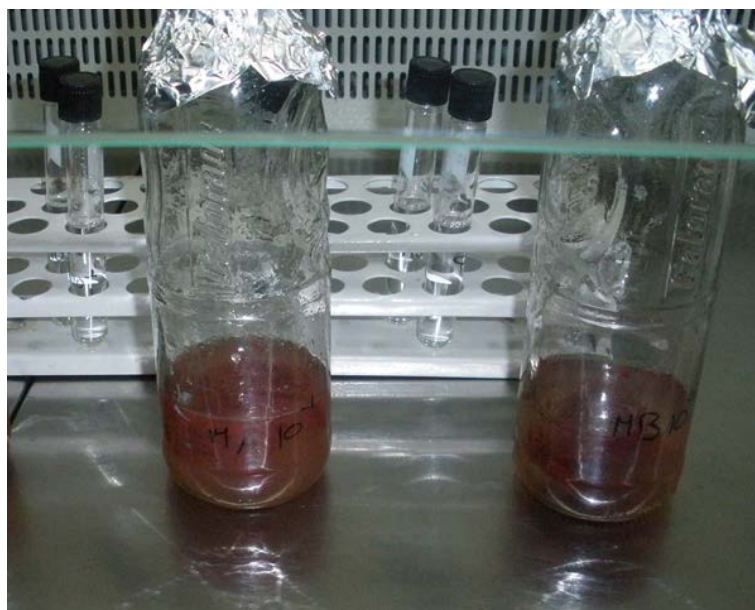


**Figura 17.** Evolución de los parámetros de color en la muestra B durante el almacenamiento

Como se puede observar en las figuras 16 y 17, la muestra B, correspondiente a las láminas que se almacenaron en empaques aluminizados, conservaron mejor su coloración original, por lo que no se observa mayor variación en los parámetros de color. Lo contrario ocurre con la TA, correspondiente a las muestras almacenadas en polipropileno transparente, en las cuales a pesar de que después de varios días de análisis se observa cierta estabilidad, no se puede decir que se mantienen sus características originales principalmente con respecto a la luminosidad.

#### 4.3.3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Para el análisis microbiológico de las láminas se utilizaron placas petrifilm tanto para aerobios mesófilos como mohos y levaduras. Se llevaron a cabo tres diluciones de la muestra, con tres repeticiones como se puede apreciar en la figura 18.



**Figura 18.** Análisis microbiológico de las láminas de pulpa de frutilla

Para el análisis de aerobios mesófilos, las placas fueron incubadas a 37.5 °C durante 24 horas. Mientras que las placas de mohos y levaduras se incubaron a 25 °C durante 5 días con recuentos al tercer y quinto día. Los resultados del análisis se pueden observar en la tabla 15.

**Tabla 15.** Resultados de análisis microbiológico para TA y TB

Microorganismo	Día 0		Día 40	
	TA	TB	TA	TB
Aerobios mesófilos	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<10 UFC/g
Mohos	10 UPM/g	<10 UPM/g	<10 UPM/g	<10 UPM/g
Levaduras	<10 UPL/g	10 UPL/g	<10 UPL/g	<10 UPL/g

UFC= Unidades formadoras de colonias; UPM= Unidades propagadoras de mohos; UPL= Unidades propagadoras de levaduras. Resultado <10 indica ausencia.

Como se puede apreciar, en la mayoría de las placas se observó ausencia de microorganismos, y en los casos positivos se observaron en la primera dilución. Esto da como resultado un producto apto para el consumo humano, aun después del periodo de conservación (Alzamora et al., 2004).

Para esta Fase también se elaboró una nueva prueba hedónica, a los 0 y 45 días de almacenamiento, luego de conocer los resultados del análisis microbiológico. A cada panelista se le entregó una muestra correspondiente a los dos tratamientos y un formulario similar al que se muestra en el anexo II, pero en este caso, aclarando que se trataba no de 4 sino de 2 muestras. Este análisis se llevó a cabo entre de las 11:00 y 15:00 horas, en un ambiente con buena iluminación, libre de olores y ruidos extraños (Liria, 2007).

Los resultados obtenidos en ambas pruebas hedónicas (día 0 y día 45) se observan en la tabla 17.

**Tabla 16.** Resultados de prueba hedónica para TA y TB al inicio y al final del almacenamiento

Característica	Día de análisis	TA	TB
Color	Día 0	7.40 ± 0.85 <sup>Aa</sup>	7.22 ± 0.94 <sup>Aa</sup>
	Día 45	6.94 ± 0.93 <sup>Ba</sup>	7.36 ± 0.89 <sup>Ab</sup>
Olor	Día 0	6.90 ± 1.17 <sup>Aa</sup>	7.06 ± 1.42 <sup>Aa</sup>
	Día 45	7.06 ± 1.24 <sup>Aa</sup>	7.34 ± 1.11 <sup>Ab</sup>
Sabor	Día 0	7.62 ± 0.80 <sup>Ba</sup>	7.54 ± 0.90 <sup>Aa</sup>
	Día 45	7.30 ± 0.85 <sup>Aa</sup>	7.68 ± 0.88 <sup>Ab</sup>
Textura	Día 0	7.42 ± 0.85 <sup>Aa</sup>	7.46 ± 1.00 <sup>Aa</sup>
	Día 45	7.34 ± 1.18 <sup>Aa</sup>	7.52 ± 1.28 <sup>Aa</sup>

Valores promedios. Letras mayúsculas compran verticalmente. Letras minúsculas comparan horizontalmente. Letras diferentes implican diferencias significativas (n=40).

Como se puede observar en la tabla 16, en la evaluación de color TA presenta diferencias estadísticamente significativas al comparar el inicio y el final del almacenamiento, obteniendo una puntuación menor. Además presenta diferencias con TB en el día 45, obteniendo esta última una puntuación mayor. Estos resultados concuerdan con el análisis por colorimetría, es decir los cambios no son solo medibles a nivel de laboratorio sino además son perceptibles por el consumidor.



El olor también presenta diferencias en el día 45 para TB, que obtiene una puntuación ligeramente mayor.

En cuanto al sabor, TA presenta un menor puntaje en el día 45, y presenta además diferencias significativas con TB, que obtiene un mayor puntaje.

También se realizó una degustación en un grupo de 30 niños de entre 6 y 10 años, para conocer el grado de aceptación del producto entre los infantes. Se les preguntó si les agradaba o no el producto y el resultado fue 93% positivo.

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- Tanto para la frutilla fresca como para la pulpa se establecieron como parámetros de calidad de las materias primas el pH, la concentración de sólidos solubles y el grado de madurez de la fruta. En ambas fases se cumplieron con los parámetros establecidos, sin embargo en la fase 2, la reducción de aceptación de fruta inmadura permitió lograr una pulpa con alrededor de 8 °Brix, lo que influyó en su poder gelificante, permitiendo, junto con el pH y la cantidad de azúcar utilizada, reducir el tiempo de procesamiento de 6 a 5 horas para la obtención de láminas.
- Al comparar los tratamientos se pudo determinar que la cantidad de azúcar presente en la formulación influye en el rendimiento de las láminas ya que combinado a la acidez del producto permiten a la pectina ligar de mejor manera las moléculas de agua logrando un mayor peso final.
- Se estableció la aceptabilidad de las láminas de pulpa de frutilla deshidratada a través de pruebas hedónicas. En la Fase 1, el tratamiento con mayor aceptabilidad fue T3, elaborado con 0.2% pectina y 15% azúcar. Posteriormente, en la Fase 2 llevada a cabo con la formulación correspondiente a T3, se observó que la disminución del tiempo de secado, contribuyó a obtener láminas con una coloración más atractiva, y que el aumento del grosor y la eliminación de aquenios influyeron positivamente en su presentación; además que las muestras correspondientes a TB fueron más aceptadas al final del período de almacenamiento ya que conservaron de mejor manera sus características originales, principalmente el color.

- Los resultados de la encuesta de sondeo de mercado, mostraron que las láminas son un producto poco conocido y que tendrían gran aceptación en el mercado estudiantil, ya que es en este segmento donde se puede apreciar de mejor manera el alto consumo de snacks, principalmente para saciar el hambre en algún momento determinado. Por todo esto, las láminas de pulpa de frutilla se presentan como una opción para los consumidores, especialmente si su expendio se realiza en supermercados.
- En cuanto a la estabilidad del producto, los análisis fisicoquímicos, los análisis de color, y las pruebas hedónicas, mostraron que el empaque influye en la conservación del producto, por lo que TB logró conservar de mejor manera las características originales del producto. En cuanto a los análisis microbiológicos, no se observaron diferencias entre tratamientos ni crecimiento de microorganismos después de 40 días de almacenamiento.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Experimentar el proceso con otro tipo de frutas para comprobar si puede ser aplicado como método de conservación para las mismas.
- Ensayar la fórmula en otro tipo de deshidratador que permita una mayor carga y menor tiempo de procesamiento.
- Realizar pruebas de la fórmula añadiendo conservantes y aditivos artificiales para comparar la aceptabilidad del consumidor.
- Estudiar el proceso a nivel industrial para comparar los resultados obtenidos con un proceso a mayor escala.
- Estudiar la capacidad antioxidante y el contenido de polifenoles de las láminas de pulpa de frutilla deshidratada.
- Realizar estudios para establecer el perfil sensorial de las láminas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

## BIBLIOGRAFÍA

- Abasto, K., Aviles, E., Céspedes, G., Claros, E., Guillén, V., Luna, N. & Morales, M. (2004) *Plantas medicinales y sus usos*. Recuperado el: 2012-01-10, de: <http://www.univalle.edu/publicaciones/brujula/brujula16/pagina07.htm>
- Advameg (2006). *How Products are made: Fruit leather*. Recuperado el: 2012-01-10, de: <http://www.madehow.com/Volume-5/Fruit-Leather.html>
- Alzamora, S., Guerrero, S., Nieto, A. & Vidales, S. (2004). *Conservación de frutas y hortalizas mediante tecnologías combinadas*. Roma: FAO.
- Baquero, J., Meneses, R., Barrantes, L., Ugalde, P., Villalobos, N. & Serrano, D. (2007) *Agrocadena de Fresa*. Recuperado el: 2012-01-08, de: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00070.pdf>
- Barioglio, C. (2006). *Diccionario de las ciencias agropecuarias*. Córdoba: Encuentro.
- Brito, J. (2008). *Estudio y propuesta nutricional y gastronómica para los estudiantes de la escuela "Merani School"*. Tesis de licenciatura, Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador
- Camacho, G. (2003) *Procesamiento y Conservación de Frutas*. Recuperado el: 2012-09-01, de: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/obmerm/p3.htm>.
- Capilla, P., Artigas, J. & Pujol, J. (2002). *Fundamentos de colorimetría*. (versión electrónica) Valencia: Universidad de Valencia.
- Casp, A. & Abril, J. (2003). *Procesos de conservación de alimentos* (2da ed.). Madrid: A. Madrid Vicente Mundi-Prensa.
- Castro, M. & Manosalvas, Y. (2011) *Obtención de láminas deshidratadas de Arazá (Eugenia Stipitata Mc Vaugh)*. Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte. Ibarra-Ecuador.

- Cid, L. (2007) *Elaboración y caracterización de láminas de Pulpa de frutilla (Fragaria x annanasa Dush) con incorporación de ácido ascórbico y concentrado de granada*. Memoria de Título. Universidad de Chile. Santiago-Chile.
- Cobo, M., Sotomayor, A., & León-Reyes, A. (2011) *Manejo postcosecha de la frutilla para obtención de pulpa*. Recuperado el: 2011-11-16, de: [http://agrytec.com/agricola/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6372:manejo-postcosecha-de-la-frutilla-para-obtencion-de-pulpa&catid=47:articulos-tecnicos&Itemid=34](http://agrytec.com/agricola/index.php?option=com_content&view=article&id=6372:manejo-postcosecha-de-la-frutilla-para-obtencion-de-pulpa&catid=47:articulos-tecnicos&Itemid=34)
- CORPOICA - Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (s. f.) *Deshidratación de frutas, una oportunidad de negocio*. Recuperado el 2011-11-16, de: <http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Foros/CURSODESHIDRATACIONDEFrutascinataima.pdf>
- Cubero, N., Monferrer, A. & Villalta, J. (2002). *Aditivos alimentarios*. (versión electrónica) Madrid: Ediciones Mundi-Prensa A. Madrid Vicente.
- DeLong, D. (1992). *How to dry foods*. (versión electrónica) Los Angeles, CA: HPBooks.
- Demarchi, S., Quintero, N., Concellón, A., & Giner, S. (2013). *Effect of temperature on hot-air drying rate and on retention of antioxidant capacity in apple leathers*. *Food & Bioproducts Processing: Transactions Of The Institution Of Chemical Engineers Part C*, 91(4), 310-318. Recuperado el: 2015-05-12, de: Academic Search Complete, EBSCOhost 10.1016/j.fbp.2012.11.008
- Dirección Nacional de Transformación y Comercialización de Productos Agrícolas y Forestales (2012). *Protocolo de calidad para frutilla fresca y congelada*. Argentina: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
- Dueñas, J. (2007). *Deshidratación, la forma más antigua de conservar alimentos*. Recuperado el: 2011-11-22, de: <http://www.conasi.eu/content/pdfs/articulos/deshidratar.pdf>
- Fabara, J. (2011). *La frutilla es un cultivo rentable*. Recuperado el: 2012-01-04, de: [http://www.elcomercio.com/agromar/frutilla-cultivo-rentable\\_0\\_551344982.html](http://www.elcomercio.com/agromar/frutilla-cultivo-rentable_0_551344982.html).

- FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2006). *Láminas de frutas*. Recuperado el: 2012-01-10, de: [http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pprocesados/FRU16.HTM](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pprocesados/FRU16.HTM)
- FDA - United States Food and Drug Administration (2007). *Approximate pH of food and food products*. Recuperado el: 2012-12-08, de: <http://www.foodscience.caes.uga.edu/extension/documents/fdaapproximatephoffoodslacf-phs.pdf>
- Fito, P., Grau, A., Barat, J. & Albors, A. (2001). *Introducción al secado de alimentos por aire caliente*. (versión electrónica) Valencia: Editorial U.P.V.
- Frenkiel, D. & Vindahl, L. (2011). *Fruit Rolls*. Recuperado el: 2012-07-16, de: <http://www.greenkitchenstories.com/fruit-rolls/>
- Gil, A. (2010). *Tratado de nutrición* (vol.2., 2da ed.). Madrid: Médica-Panamericana.
- Gimferrer, N. (2008). *El agua en los alimentos*. Recuperado el: 2011-11-28, de: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2008/03/26/175613.php>
- Gómez, D., Alberich, J. & Corral, A. (2000) *Modelos de clasificación del color*. Recuperado el: 2013-03-07, de: <http://www.enlloc.org/docencia/color/conceptes/models.htm>
- Hough, G. & Fiszman, S. (2005). *Estimación de la vida útil sensorial de alimentos*. Madrid: Programa CYTED.
- IICA- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (1994). *Third Regional Workshop on tropical fruits*. Granada: IICA.
- INEN- Instituto Ecuatoriano de Normalización (2008) *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2337: Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos*. Recuperado el: 2015-05-11, de: <http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/ACTUALIZACION/29102014/2337.pdf>.



- Ingeniería Agrícola (2008). *La frutilla: manejo básico del cultivo*. Recuperado el: 2012-01-06, de: <http://www.ingenieriaagricola.cl/downloads/frutillas.pdf>
- Landwehr, T. (2001) *La deshidratación de frutas, métodos y posibilidades*. (versión electrónica) Tolima: Corpoica.
- Latham, M. (2002). *Nutrición humana en el mundo en desarrollo*. Roma: FAO.
- Liria, M. (2007). *Guía para la evaluación sensorial de alimentos*. Lima: Agrosalud.
- MIES- Ministerio de Inclusión Económica y Social (2010). *Nutrición*. Recuperado el: 2012-10-27, de: [www.alimentateecuador.gov.ec/index.php?option=com\\_content&task=blogcategory&id=8&Itemid=28](http://www.alimentateecuador.gov.ec/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=8&Itemid=28)
- Moreno, P. (2003). *Tratado de fruticultura para zonas áridas y semiáridas*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa AMV Ediciones.
- Muñoz, M., Ledesma, J., Chávez, A., Mendoza, E., Calvo, C., Sánchez, C., Pérez, F., Castañeda, J., Castro, I. & Ávila, A. (2010). *Tablas de valor nutritivo de alimentos: los alimentos y sus nutrientes*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Nunes, M. (2008). *Color atlas of postharvest quality of fruits and vegetables*. Ames, Iowa: Blackwell Pub.
- Posse, J. (1993). *Estudio de competitividad agropecuaria y agroindustrial: Productos agropecuarios no tradicionales*. Buenos Aires: IICA.
- Quimbiulco, Y. (2014) *Efecto de la deshidratación sobre la capacidad antioxidante y contenido de polifenoles de la pulpa concentrada de tomate de árbol amarillo (Solanum Betaceum)*. Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniera de Alimentos. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito-Ecuador.
- RAE- Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la lengua española* (22<sup>a</sup> ed.). Madrid: Espasa.
- Rodríguez, V. & Magro, E. (2008). *Bases de la alimentación humana*. (versión electrónica) Oleiros, La Coruña: Netbiblo.

- Sagñay, N. (2009). *Control de calidad de frutilla (fragaria vesca) deshidratada por método de microondas a tres potencias*. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Sanz, J. & Gallego, R. (2001). *Diccionario del color*. Tres Cantos, Madrid, España: Akal.
- Sinha, N., Sidhu, J., Barta, J., Wu, J. & Cano, M. (2012). *Handbook of fruits and fruit processing*. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell.
- Vaclavik, V. & Christian, E. (2002). *Fundamentos de ciencia de los alimentos*. Zaragoza: Acribia.

**ANEXOS**

# ANEXOS

## ANEXO I.

### FORMULARIO DE ENSAYO DE ACEPTABILIDAD

#### ENSAYO DE ACEPTABILIDAD

Edad:..... Sexo:..... Fecha:.....

Usted va a recibir 4 muestras. Por favor enjuague su boca con agua antes de empezar, luego pruebe la muestra e indique con una X, en la parte de la escala que mejor describa su nivel de aceptabilidad.

MUESTRA N°:.....

	Color	Olor	Sabor	Textura	Acept. Gral.
Me gusta muchísimo	_____	_____	_____	_____	_____
Me gusta mucho	_____	_____	_____	_____	_____
Me gusta moderadamente	_____	_____	_____	_____	_____
Me gusta poco	_____	_____	_____	_____	_____
Ni me gusta ni me disgusta	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta poco	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta moderadamente	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta mucho	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta muchísimo	_____	_____	_____	_____	_____

MUESTRA N°:.....

	Color	Olor	Sabor	Textura	Acept. Gral.
Me gusta muchísimo	_____	_____	_____	_____	_____
Me gusta mucho	_____	_____	_____	_____	_____
Me gusta moderadamente	_____	_____	_____	_____	_____
Me gusta poco	_____	_____	_____	_____	_____
Ni me gusta ni me disgusta	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta poco	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta moderadamente	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta mucho	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta muchísimo	_____	_____	_____	_____	_____

Continuación...

**MUESTRA N°:**.....

	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>	<b>Acept. Gral.</b>
Me gusta muchísimo	_____	_____	_____	_____	_____
Me gusta mucho	_____	_____	_____	_____	_____
Me gusta moderadamente	_____	_____	_____	_____	_____
Me gusta poco	_____	_____	_____	_____	_____
Ni me gusta ni me disgusta	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta poco	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta moderadamente	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta mucho	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta muchísimo	_____	_____	_____	_____	_____

**MUESTRA N°:**.....

	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>	<b>Acept. Gral.</b>
Me gusta muchísimo	_____	_____	_____	_____	_____
Me gusta mucho	_____	_____	_____	_____	_____
Me gusta moderadamente	_____	_____	_____	_____	_____
Me gusta poco	_____	_____	_____	_____	_____
Ni me gusta ni me disgusta	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta poco	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta moderadamente	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta mucho	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta muchísimo	_____	_____	_____	_____	_____

Ahora por favor indique de entre las 4 muestras, cual prefiere: \_\_\_\_\_

**COMENTARIOS:**

.....  
.....  
.....

Gracias por su colaboración.

## ANEXO II.

# MODELO DE ENCUESTA DE SONDEO DE MERCADO

ENCUESTA 001

Nombre: .....

Dirección:

- Norte: .....
- Centro: .....
- Sur: .....
- Periféricos (Valles): .....

Edad: ..... Sexo: ..... Fecha: .....

Esta encuesta es realizada para conocer el grado de aceptación que tendría la introducción al mercado de un snack a base de frutilla, y así conocer que tan viable sería la creación de una nueva empresa dedicada a este negocio.

El tiempo estimado para realizar ésta encuesta es de 3 minutos.

Por favor, sea lo más honesto posible en sus respuestas.

Responda con una X en los espacios señalados y seleccione una sola respuesta.

Gracias por su colaboración.

1.- ¿Consume usted snacks?

Si (.....)

No (.....)

2.- Si respondió afirmativamente a la pregunta 1, ¿Con qué frecuencia consume snacks?

A diario (.....)

2 a 3 veces por semana (.....)

1 vez a la semana (.....)

Otro: .....

3.- Si respondió afirmativamente a la pregunta 1, ¿Por qué consume snacks?

Para saciar el hambre en un momento en particular (.....)

Como reemplazo de alguna comida (.....)

Por puro placer (.....)

Otro: .....

4.- ¿Ha escuchado hablar o ha leído algo acerca de los rollos de fruta (fruit roll ups)?

Si (.....)

No (.....)

Algo (.....)

5.- ¿Le interesaría probar y consumir un snack hecho a base de fruta natural?

Si (.....)

No (.....)

Tal vez (.....)

Continuación...

6.- Si respondió afirmativamente a la pregunta anterior, ¿Dónde le gustaría adquirir este producto?

Supermercado (.....)

Mini- Market (.....)

Tienda (.....)

Otro.....

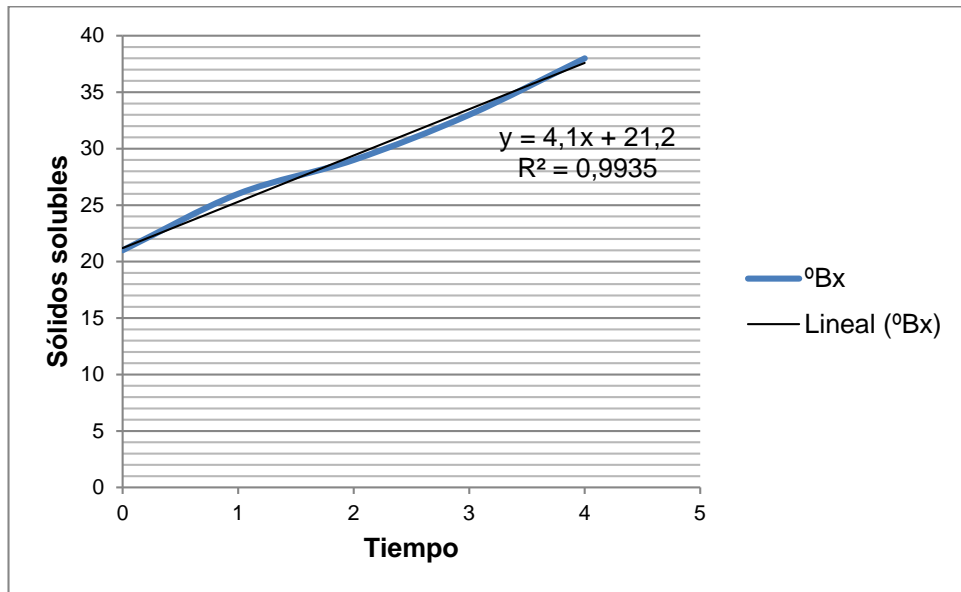
7.- Nos gustaría conocer sus comentarios o sugerencias. Por favor sea lo más breve posible.

.....

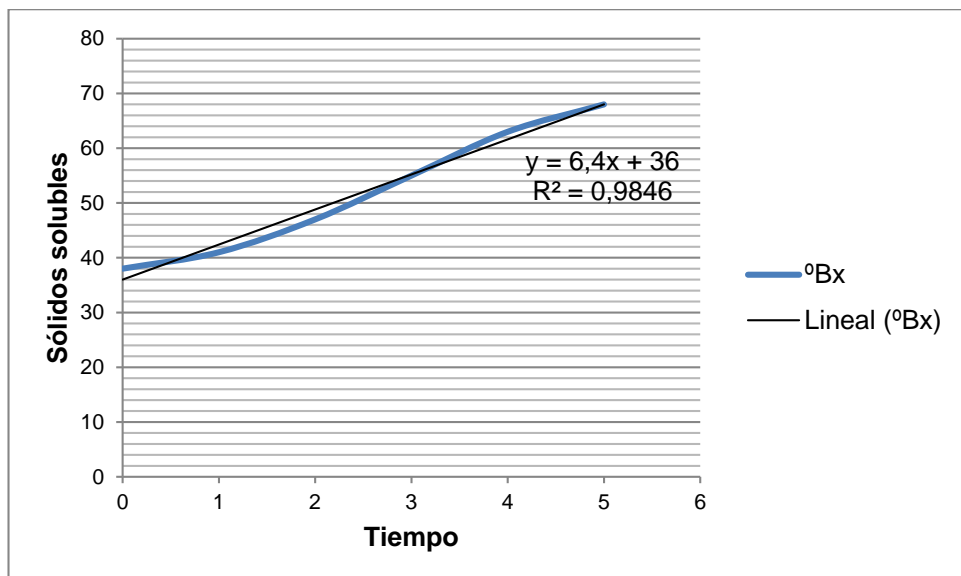
.....

.....

**ANEXO III.**  
**RELACIÓN TIEMPO – SÓLIDOS SOLUBLES (°BRIX)**  
**PARA MUESTRAS FASE 2 DURANTE LA**  
**CONCENTRACIÓN Y DESHIDRATACIÓN**



**Figura 19.** Relación tiempo - sólidos solubles para muestras Fase 2 durante la concentración



**Figura 20.** Relación tiempo - sólidos solubles para muestras Fase 2 durante la deshidratación



**ANEXO IV.**  
**FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE**  
**LÁMINAS DE PULPA DE FRUTILLA DESHIDRATADA**



a) Recepción



b) Despulpado



c) Formulación



d) Concentración

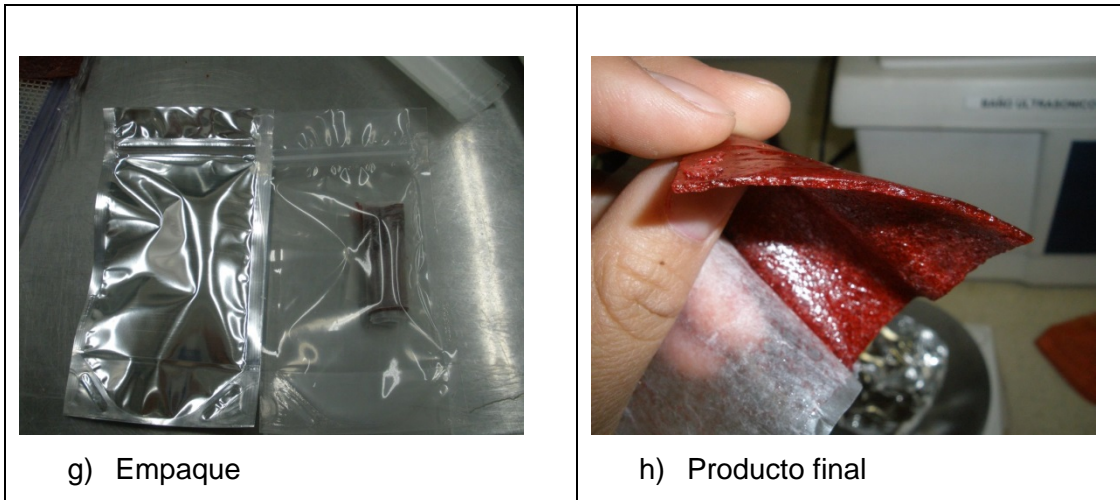


e) Deshidratación



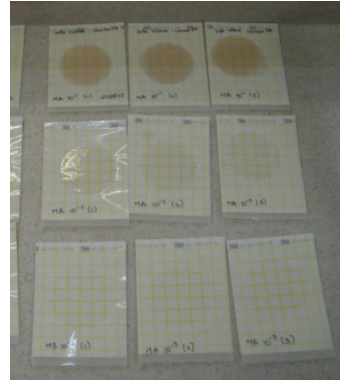
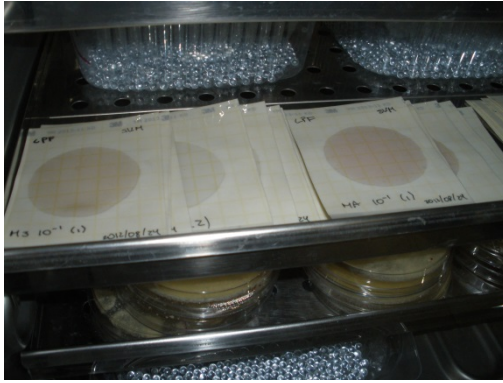
f) Enrollado

Continuación...



**Figura 21.** Fotografías del proceso de elaboración de láminas de pulpa de frutilla deshidratada

## ANEXO V. FOTOGRAFÍAS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO



a) Análisis microbiológico

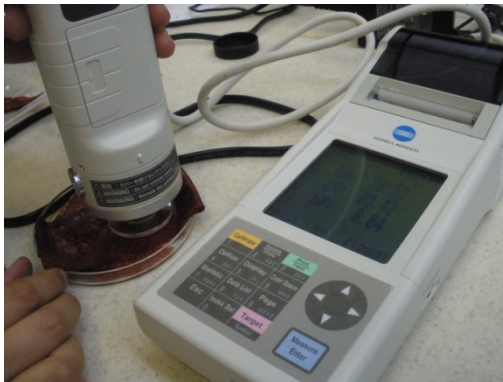


b) Análisis sensorial



c) Análisis de actividad de agua

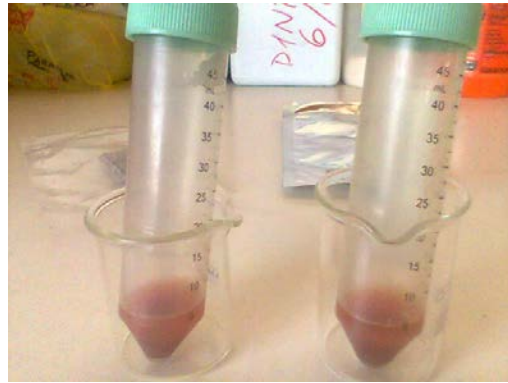
Continuación...



d) Análisis de color



e) Análisis de Vitamina C



f) Análisis de pH

**Figura 22.** Fotografías de los análisis de laboratorio

## ABREVIATURAS

**μg:** microgramos

**a<sub>w</sub>:** actividad de agua

**C:** croma

**g:** gramos

**h:** horas

**H:** tono

**Kcal:** kilocalorías

**Kg:** kilogramos

**L\*:** luminosidad

**mg:** miligramos

**mm:** milímetros

**°Brix:** grados Brix

**°C:** grados centígrados

**p:** presión parcial de agua en un alimento

**p<sub>0</sub>:** presión de vapor del agua pura

**pH:** potencial de Hidrógeno

**ppm:** partes por millón

**UFC:** Unidades formadoras de colonias

**UPL:** Unidades propagadoras de levaduras

**UPM:** Unidades propagadoras de mohos