

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

ESCUELA DE AGRONOMÍA

MEMORIA DE TITULO

**ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LÁMINAS DE  
PULPA DE FRUTILLA ( *Fragaria x annanasa Dush* ) CON  
INCORPORACIÓN DE ÁCIDO ASCÓRBICO Y  
CONCENTRADO DE GRANADA**

**LYNN ELENA CID CID**

SANTIAGO – CHILE

2007

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LÁMINAS DE PULPA  
DE FRUTILLA ( *Fragaria x annanasa Dush* ) CON INCORPORACIÓN  
DE ÁCIDO ASCÓRBICO Y CONCENTRADO DE GRANADA**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Ingeniero Agrónomo  
Mención: Agroindustria

**LYNN ELENA CID CID.**

PROFESOR GUIA	CALIFICACIONES
Sra. Elena Sepúlveda E. Ingeniero Agrónomo.	6,7
<b>PROFESORES CONSEJEROS</b>	
Sr. Italo Chiffelle G. Bioquímico, Dr.	6,8
Sr. Hugo Nuñez K. Ingeniero Agrónomo.	6,5
<b>COLABORADOR</b>	
Sra. Carmen Sáenz H. Químico Farmacéutico, Dr.	

SANTIAGO – CHILE

2007

*A mi hijo Jorge*

## **AGRADECIMIENTOS**

Mis más sinceros agradecimientos a la Sra. Elena Sepúlveda por su constante apoyo profesional y personal, gracias a los cuales pude terminar satisfactoriamente esta memoria.

A los profesores consejeros, señores Ítalo Chiffelle y Hugo Núñez y a la profesora colaboradora Sra. Carmen Sáenz, les agradezco la dedicación entregada y las recomendaciones para mejorar mi trabajo.

Agradezco a los académicos y al personal auxiliar del Departamento de Agroindustria y Enología, por su apoyo y colaboración.

Agradezco especialmente a las profesoras Ester Araya y Elena Castillo quienes me acompañaron durante el desarrollo de esta tesis con su experiencia y su calidad docente.

Finalmente mis agradecimientos son para mi madre y todos mis amigos, especialmente Aracelly Caro, Ingrid Hebel, Patricia Villalón y Luis González, Ingenieros Agrónomos de la Universidad de Chile, quienes generosamente me aportaron sus diversos conocimientos durante el desarrollo de toda mi carrera profesional, incluyendo esta última etapa.

## TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
RESUMEN.....	1
SUMMARY.....	3
INTRODUCCIÓN.....	5
MATERIALES Y MÉTODO.....	9
Materiales.....	9
Método.....	9
Determinaciones analíticas.....	12
Diseño experimental y análisis estadístico.....	13
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
Caracterización física y química de la materia prima utilizada.....	14
Caracterización del color de la materia prima utilizada.....	15
Caracterización física y química de las láminas de frutilla.....	17
Caracterización del color de las láminas de frutilla.....	21
Análisis sensorial de las láminas de frutilla.....	24
Calidad sensorial.....	24
Apariencia.....	24
Color.....	25
Gusto Ácido.....	25
Arenosidad.....	26
Aceptabilidad.....	27
CONCLUSIONES.....	28
LITERATURA CITADA.....	29
ANEXO 1.....	34
ANEXO 2.....	35
ANEXO 3.....	36
ANEXO 4.....	37

## RESUMEN

Las láminas deshidratadas de pulpa de fruta, han aumentado en interés para el segmento de los snack, incrementando el valor comercial de los frutos y diversificando su uso industrial. El objetivo de este trabajo fue evaluar la adición de concentrado de granada (*Púnica granatum cv Wonderfull*) y de ácido ascórbico, a la pulpa de frutilla (*Fragaria x annanasa Dush*) en las formulaciones de láminas, comparando la evolución de las características físicas, químicas, sensoriales y nutricionales de láminas deshidratadas de pulpa de frutilla, durante un período de almacenamiento de 90 días.

Se elaboraron tres formulaciones de láminas (T1, T2, T3) utilizando pulpa de frutilla y azúcar (10%), a T2 se le agregó 3,5% de concentrado de granada y a T3, 0,3% de ácido ascórbico, como estabilizadores de color. La pulpa se deshidrató (10 h,  $58 \pm 2$  °C) en un equipo Excalibur, modelo 2900. Las láminas obtenidas se caracterizaron química y sensorialmente, se envasaron en polipropileno y se almacenaron a temperatura ambiente (18 – 20 °C). La evolución del color, determinado por los parámetros L\*, a\*, b\*, C\* y H\*, se evaluó cada 15 días, desde el inicio hasta los 90 días de almacenamiento. Las características químicas (pH, acidez, sólidos solubles, fibra dietaria, lípidos y proteínas) se determinaron al inicio y 90 días. La vitamina C se evaluó a los 90 días. Las evaluaciones sensoriales de calidad y aceptabilidad, se realizaron al inicio, 45 y 90 días.

La mayoría de los parámetros químicos presentaron valores similares para todos los tratamientos, durante el periodo de almacenamiento, salvo la vitamina C, que fue significativamente superior en T3, con 690,3 mg/100 g, mientras que T1 y T2 promediaron 36,3 mg/100 g. El color en las láminas del T3 se diferenció significativamente de los otros dos tratamientos, en casi todos los parámetros, excepto en a\* durante la segunda mitad del almacenamiento. La evaluación sensorial indicó que T3 presentó, en todos los controles, diferencias significativas en la intensidad del color respecto a los otros tratamientos, ubicándose en un rango de intensidad de color "normal" a "levemente alto". La intensidad de color de T1 y T2 fue calificada de "levemente alta" a "alta". A los 90 días de almacenamiento la formulación con concentrado de granada (T2) presentó una intensidad de color significativamente mayor a los otros dos tratamientos.

Durante el periodo de almacenamiento de 90 días, al comparar cada tratamiento entre sí, no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los análisis químicos ni sensoriales evaluados. Sin embargo se observó variación del color, lo que se reflejó en los parámetros a\*, C\* y H\*, siendo

más notorio en T3, cuyo valor inicial de  $a^*$  varió de 23,1 a 16,4 a los 90 días;  $H^*$  de 27,6 a 35,6 y  $C^*$  de 26,1 a 20,1, respectivamente. En tanto  $b^*$ , sólo disminuyó en T1. La luminosidad aumentó en T1 hacia la mitad del periodo y luego disminuyó nuevamente, mientras que en T2 disminuyó de manera constante hacia el final del periodo y en T3 no sufrió variaciones. El tono se incrementó en todos los tratamientos, a diferencia de la cromaticidad que se vio significativamente disminuida hacia el día 90.

Con todas las formulaciones fue factible obtener snacks naturales, nutritivos, con alto aporte de fibra dietaria y calorías. El tratamiento 3, como se esperaba, presentó un contenido significativamente mayor de vitamina C que el de los otros dos tratamientos, además el ácido ascórbico le proporcionó un color rojo anaranjado calificado sensorialmente como de menor intensidad respecto a los demás tratamientos, lo cuál determinó una disminución en la aceptabilidad del producto.

#### Palabras Claves

- Láminas de fruta
- Láminas de frutilla
- Pulpa de frutilla
- Snack
- Concentrado de granada.
- Ácido ascórbico.

## SUMMARY

Fruit pulp dehydrated leathers, have gained interest in the snack segment, raising the commercial value of fruit and diversifying its industrial use. The objective of this research was to evaluate the pomegranate concentrate (*Púnica granatum cv Wonderfull*) and ascorbic acid addition, inside the strawberry (*Fragaria x annanasa Dush*) pulp in the formulations, comparing the evolution of the physical, chemical, sensory and nutritional characteristics of dehydrated leathers of strawberry pulp, during a 90 day-period of storage.

Three formulations (T1, T2, T3), were made using strawberry pulp and sugar (10%); 3,5% of pomegranate concentrate was added to T2 and 0,3% ascorbic acid was added to T3 as a color stabilizer. The pulp was dehydrated (10 hours,  $58 \pm 2$  °C) in Excalibur equipment, model 2900. The leathers were characterized chemically and sensorial, were packed in polypropylene and stored at ambient temperature (18 – 20 °C). The color evolution determined by parameters L\*, a\*, b\*, C\* and H\*, was checked every 15 days, since the beginning until day 90 of storage. The chemical characteristics (pH, acidity, soluble solids, dietary fiber, lipids and proteins) were determined at the beginning and 90 days. Vitamin C was checked at 90 days. The sensory quality evaluations and acceptability were done at the beginning, 45 and 90 days.

The majority of the chemical parameters showed similar values for all treatments during storage, except the vitamin C, which was significantly higher, whit 690,3 mg /100 g, whereas T1 and T2 averaged 36,3 mg/100 g. T3 colors were significantly different from the other two treatments, in almost all the parameters, except in a\* during the second half to the storage. The sensory evaluation indicated that T3 presented, in all the controls, significant differences in the intensity of color with respect to the other treatments, ranking intensity of color “normal” to “slightly high”. At 90 days of storage, the formulation of pomegranate concentrate (T2) presented color intensity significantly higher than the other two treatments.

During the 90 day-storage period, no significant differences were found in the chemical or sensory analyses under evaluation when comparing each treatment. However, color of leathers suffered variation, which were reflected by the parameters a\*, C\*, and H\*, being most notorious in T3, which initial value of a\* varied from 23,1 to 16,4 at 90 days; H\* from 27,6 to 35,6 and C\* from 26,1 to 20,1 respectively. While b\*, only decreased in T1. The luminosity increased in T1 toward



the middle of the period and then diminished again, in T2 it diminished constantly toward the end of the period and in T3 it did not suffer variations. The tone increased in all the treatments, different from chromaticity, which diminishes significantly towards the day 90.

With all formulations, natural and nutritious snacks were feasible to obtain, with high dietary fiber and calories supply. Treatment 3, as was expected, showed significantly higher content of vitamin C respect the other two treatments, also ascorbic acid determined an orange-red color described as less intense respect other treatments, diminishing the product's acceptability.

Key words:

- Fruit leather
- Strawberry leather
- Strawberry Pulp
- Snack
- Pomegranate Concentrate
- Ascorbic Acid

**ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LÁMINAS DE PULPA DE FRUTILLA  
(*Fragaria x annanasa* Dush) CON INCORPORACIÓN DE ÁCIDO ASCÓRBICO Y  
CONCENTRADO DE GRANADA**

PROCESSING AND CHARACTERIZATION OF STRAWBERRY (*Fragaria annanasa*  
Dush) LEATHERS, WITH INCLUSION OF ASCORBIC ACID AND POMEGRANATE  
CONCENTRATE

Lynn Elena Cid Cid

**INTRODUCCIÓN**

La frutilla, tradicional cultivo para el consumo interno en fresco, tras un proceso de mejoramiento varietal y tecnológico, ha tomado en Chile, un ritmo expansivo. De 800 hectáreas hasta inicios de la década del 2000, se estima que alcanza en el año 2005 a 1700 hectáreas, las cuales se concentran en las zonas de San Pedro (Región metropolitana), que mantiene alrededor de 500 ha, Santo Domingo (V Región) y Chanco y Romeral (VIII Región). Los volúmenes de producción muestran un interesante aumento en las últimas temporadas, superando las 35 mil toneladas el año 2005. Esto resulta de los incrementos en los rendimientos por hectárea, consecuencia de un mejor manejo, no obstante estos progresos, las metas de productividad no se han alcanzado plenamente. En los últimos años se constata un aumento del destino agroindustrial, particularmente para congelado, en menor proporción, para conservas y sulfitados, aparte de jugos, pulpas y mermeladas. Las exportaciones de frutilla fresca aumentaron de 229 toneladas el año 2003 a 468 toneladas el año 2005, mientras que las de frutilla congelada han experimentado un notable aumento, de 10.608 toneladas el 2003 hasta 13.400 toneladas el año 2005. Chile representa poco más del 1% de la oferta mundial de frutilla, por lo que depende de las fluctuaciones de los grandes productores, EE.UU., España, Polonia, México, Japón e Italia, lo que evidencia importantes espacios de crecimiento para su oferta, sin afectar los equilibrios internacionales (Gámez, 2006).

En la frutilla, el fruto corresponde al aquenio, la sección comestible corresponde al receptáculo que al ser fecundado los ovarios, se ensancha y desarrolla (Sudzuki, 1992). Destacan como características de la frutilla su apariencia, el color y forma, el valor nutritivo, el alto contenido de

vitamina C, ácido fólico y la gran cantidad de ácido elálgico, de enorme interés por sus propiedades como anticancerígenos (Villagrán, 2000; Moraga, 2004)

En Chile, la frutilla es una especie frutal de amplia difusión, por sus numerosas variedades que se adaptan a diversas condiciones agroclimáticas. Puede ser plantada tanto en invierno como en verano, pero el momento más adecuado es entre abril y mayo. La producción de fruta se extiende desde septiembre a abril. Entre las variedades destacan Chandler, Pájaro, Selva F1, Fern y más recientemente Camarosa y Seascape (Gámez, 2006).

La composición química de variedades californianas cultivadas en Chile, ha sido descrita por Basáez *et al.* (1975), Almendares (1978) y Vega (1993), señalando para sólidos solubles un rango de 7,49 - 10,24 °Brix; acidez entre 0,80 - 1,10 % de ácido cítrico; pH de 3,43 a 3,76; pectina de 0,45 - 0,65 % y vitamina C en rango de 52,22 - 93,53 mg/100 g. Pak (2001) encontró para la frutilla, un contenido total de fibra dietética de 3,16 g/100 g, con 2,50 g/100 g de fibra insoluble y 0,66 g/100 g de fibra soluble. Dada la importancia del consumo de la fibra en la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles, se ve la necesidad de estimular su consumo según las recomendaciones de las guías alimentarias actuales. El Anexo 1, presenta tres fuentes internacionales que señalan composición química de la frutilla.

En relación al procesamiento de la frutilla, un amplio campo de investigación y desarrollo ofrece la industria elaboradora de snack, productos de fácil consumo, de tamaño pequeño, líquidos o sólidos, que requieren una mínima o ninguna preparación (Tettweiler, 1991). Esto sumado a los cambios en los hábitos alimenticios de la población, principalmente en el segmento infantil, que hoy demanda, además de alimentos de fácil consumo y agradable sabor, que sean naturales, sin aditivos sintéticos, nutritivos y saludables, determina que las frutas y en particular la frutilla, se hayan convertido en una materia prima importante, gracias a su aporte en azúcares, fibra, vitaminas, antioxidantes y otros componentes funcionales, además de sus apreciadas características sensoriales.

Un snack con escaso desarrollo en Chile, son las láminas de fruta, también llamadas rollos de fruta, caramelos de fruta, o “fruit leathers”, son productos sabrosos y masticables elaborados con fruta molida, deshidratada y finalmente presentadas como láminas o enrolladas (Ayote, 1976; Henneman y Malon, 1993; Kansas State University, 2007). Se elaboran láminas de diversos frutos

como damasco, manzana, uva, berries, piña, naranja, durazno, tomate, ciruela y frutas tropicales (Michigan State University Extensión, 1999; Ichef, 2001).

Su preparación consiste en la selección de fruta madura, lavada, sin carozos o semillas y peladas si se desea. Esta se corta en trozos y se muele hasta obtener una pulpa uniforme (University of California Cooperative Extension, 1997; Michigan State University Extensión, 1999). La pulpa de fruta se puede endulzar utilizando azúcar, jarabe de maíz o miel (Henneman y Malone, 1993). Álvarez (1997) utilizó en la elaboración de láminas de tuna con incorporación de pulpa de membrillo un 10% de azúcar respecto de la mezcla de pulpas. Para reducir la pérdida de color y de nutrientes, se agregan antioxidantes tales como ácido ascórbico, ácido cítrico, jugo de limón o jugo de piña, antes de la etapa de secado. La pulpa ya elaborada se dispone en moldes o bandejas de baja profundidad (0,6 cm), previamente cubiertas con un film de cloruro de polivinilo u otro producto similar, cuyo fin es evitar la adherencia de la pulpa deshidratada en las bandejas (Ayote, 1976; Henneman y Malone, 1993; University of California Cooperative Extension, 1997; Michigan State University Extensión, 1999).

Posteriormente se someten a deshidratación para remover la humedad, reduciendo el volumen y peso de la pulpa. Este proceso disminuye la actividad de agua ( $a_w$ ) e impide que bacterias, hongos y levaduras puedan crecer y deteriorar la lámina de fruta, además de retardar la acción de enzimas. Este conjunto de efectos combinados determina que las láminas de fruta sean productos fáciles de almacenar y preservar. La deshidratación se puede realizar por acción del sol, en un horno o en un equipo deshidratador de alimentos (Brewer, 1992; Henneman y Malone, 1993).

Para almacenar los productos, ya sea en forma de láminas planas o en rollos, se envasan en plásticos flexibles adecuados, impermeables a la humedad y a la luz. Se pueden mantener a temperatura ambiente en lugares oscuros, fríos y secos por periodos de 4 meses a 1 año. Si se quiere aumentar el tiempo de almacenamiento por más de 1 año, se pueden almacenar en temperaturas de refrigeración (Raab y Oehler, 1990; Brewer, 1992; Henneman y Malone, 1993; Ayote, 1998).

El desarrollo de un snack, elaborado a partir de pulpa de frutilla, representaría una nueva opción para incrementar el valor comercial y diversificar el uso industrial de este fruto, obteniendo a su vez un producto 100% natural.

En base a lo anterior, los objetivos de la presente investigación fueron:

- Elaborar láminas de fruta utilizando pulpa de frutilla y evaluar el efecto de la adición de ácido ascórbico y de jugo concentrado de granada como estabilizadores de color.
- Caracterizar física, química y sensorialmente el producto recién obtenido y durante su almacenamiento.

## MATERIALES Y MÉTODO

### Materiales

La investigación se llevó a cabo en los laboratorios del Departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile. La materia prima consistió en frutillas congeladas de la variedad Chandler obtenidas en el mercado (Región Metropolitana), jugo concentrado de granada cv. Wonderful<sup>1</sup>, ácido ascórbico (de uso alimentario) y azúcar (sacarosa de uso alimentario).

### Método

Se realizaron 3 tratamientos correspondientes a las formulaciones T1: pulpa de frutilla y azúcar, T2: pulpa de frutilla, azúcar y concentrado de granada y T3: pulpa de frutilla, azúcar y ácido ascórbico. En el Cuadro 1 se indican las proporciones de los componentes utilizados en los 3 tratamientos.

Cuadro 1. Proporción de componentes de las láminas de fruta

	T1	T2	T3
Pulpa de frutilla	90,00 g	86.50	89,70 g
Concentrado de granada	----	3,50g	----
Ácido Ascórbico	----	----	0,30g
Azúcar	10,00 g	10,00 g	10,00 g
TOTAL	100,00 g	100,00g	100,00g

<sup>1</sup>Sepúlveda, E. 1999. Obtención y caracterización de jugo concentrado de granada cv *Wonderful*, desarrollado en laboratorios del Dpto. de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas, U. de Chile. Comunicación personal.

Las láminas de frutilla se obtuvieron a partir de frutillas congeladas, para lo cual se realizaron las operaciones indicadas en la Figura 1.

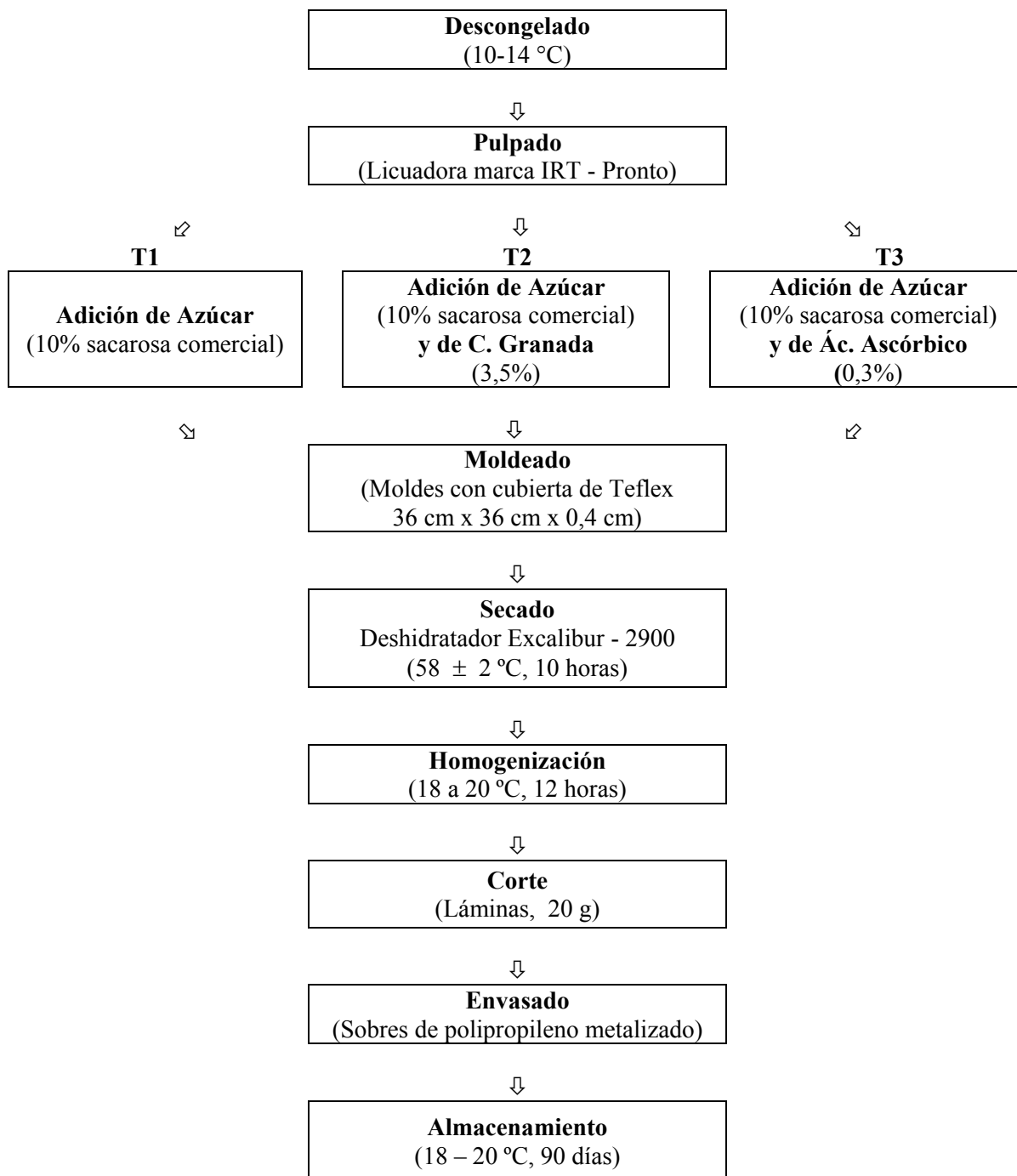


Figura 1: Línea de flujo para la obtención de láminas de frutillas.

Para la deshidratación de las láminas de frutilla se utilizó un deshidratador eléctrico marca Excalibur, modelo 2900 de 600 watts de potencia y ventilador de 16 cm de diámetro. Sus dimensiones son 31 cm de altura x 42 cm de ancho x 45 cm de largo. Contiene 9 bandejas de 36 cm x 36 cm, con un área total de secado de 1,2 m<sup>2</sup>. Las bandejas fueron recubiertas con láminas de Teflex<sup>TM</sup> para evitar la adherencia de la fruta. La Figura 2 muestra el deshidratador utilizado, con las pulpas de frutilla, en el momento de iniciar el proceso de deshidratación.

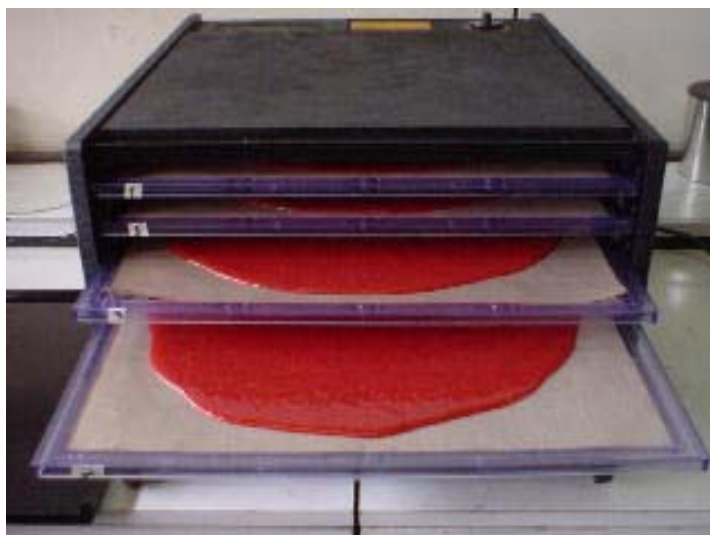


Figura 2: Deshidratador Excalibur con las bandejas con pulpa de frutilla formulada.

La deshidratación se realizó por un periodo de 10 horas a una temperatura de  $58 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , hasta obtener en cada bandeja, láminas circulares con un grosor aproximado de 2 mm en los bordes a 4 mm en el centro. Estas se cortaron en cuartos, con un peso aproximado de 20 g cada una, se envasaron enrolladas en sobres sellados de polipropileno metalizado y se almacenaron por 90 días a temperatura ambiente ( $18 - 20^{\circ}\text{C}$ )

Los análisis físicos y químicos a las láminas de frutilla se efectuaron al inicio y a los 90 días de almacenamiento, excepto las mediciones de color, que se realizaron cada 15 días desde su elaboración. Las evaluaciones sensoriales se realizaron al inicio, a los 45 y 90 días de almacenamiento.



## Determinaciones analíticas

En las frutillas (materia prima), y en las formulaciones correspondientes a los tres tratamientos, se determinaron las siguientes características, previo a la deshidratación:

- pH: potenciómetro marca Fischer Accumet, modelo 210.
- Sólidos solubles: refractómetro marca Zeis Opton de Laboratorio calibrado a 20° C y el resultado se expresó en ° Brix.
- Acidez: titulación potenciométrica según el método de la AOAC (1984), utilizando NaOH 0,1 N (hasta alcanzar un pH de 8,2). El resultado se expresó como porcentaje de ácido cítrico.
- Vitamina C: se midió el contenido de ácido ascórbico en la materia prima, mediante valoración con 2,6 diclorofenol (Escobar, 2000)<sup>2</sup>.
- Color: colorímetro de reflectancia marca Minolta modelo CR- 200b.

A las láminas de frutillas se le efectuaron los análisis físicos y químicos que se detallan a continuación, recién elaboradas y a los 90 días de almacenamiento:

- Rendimiento: se expresó en porcentaje respecto a pulpa formulada.
- Humedad: se cuantificó por diferencia de peso, en estufa al vacío a 70°C, hasta peso constante y los resultados se expresaron en porcentaje (AOAC, 1984).
- Actividad de agua ( $a_w$ ): se determinó mediante un equipo Lufft, modelo 5803 (Sepúlveda, 1998).
- Proteínas: se determinó por el método de Micro-Kjeldahl (factor 6,25) (AOAC, 1984).
- Lípidos: extracción con solvente (eter de petróleo) en equipo Soxhlet (AOAC, 1984).
- Cenizas: mediante el método de incineración seca en mufla a 550°C (AOAC, 1984).
- Fibra dietética total, soluble e insoluble: método enzimático gravimétrico, MES-TRIS Buffer (Lee y De Vries, 1992).
- Hidratos de Carbono totales (E.N.N): se determinó por diferencia.
- Calorías: se determinó en forma indirecta utilizando los coeficientes de Atwater (Anexo 2).
- Vitamina C: la determinación del contenido de ácido ascórbico se realizó mediante valoración con 2,6 diclorofenol (Escobar, 2000).
- Color: colorímetro de reflectancia marca Minolta modelo CR- 200b. Las mediciones se realizaron cada 15 días por el periodo de 90 días de almacenamiento.

---

<sup>2</sup> Modificación del método descrito por: Dickinson, D. y Goose, P. 1955. Laboratory inspection of canned and bottled foods. Blackie & Son ltd. London.

Sensorialmente se evaluó la aceptabilidad de cada uno de los productos con el método de la escala hedónica (pauta no estructurada de 0 a 15 centímetros) con un panel compuesto por 12 evaluadores entrenados y 12 evaluadores no entrenados. La determinación de calidad sensorial la efectuaron 12 panelistas entrenados, quienes calificaron los atributos de apariencia, sabor, textura y sus respectivos parámetros con pauta no estructurada de 15 centímetros. La interpretación de los datos de las pautas de calidad y aceptabilidad, se encuentran en los anexos 3 y 4 respectivamente.

#### Diseño experimental y análisis estadístico

Para los análisis físicos y químicos, tanto de la pulpa de frutilla de las formulaciones, como del producto terminado, se utilizó un diseño experimental de 4 bloques completos al azar.

Para comparar y evaluar sensorialmente los productos obtenidos se utilizó un diseño de bloques (panelistas) completos al azar y tres tratamientos.

Los resultados se analizaron en forma independiente, para cada uno de los tiempos de evaluación y para cada uno de los tratamientos.

Los resultados se analizaron estadísticamente por ANDEVA, y cuando existieron diferencias significativas entre las muestras se aplicó la prueba de rango múltiple de Duncan a un nivel de significancia del 5%.

La unidad experimental consistió en 1.000 g de formulación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización física y química de la materia prima utilizada.

Para este estudio se utilizaron frutillas enteras congeladas, por método IQF, de color rojo característico de fruta madura, con menos del 8% de los frutos descoloridos en más de 1/3 de la superficie. Presentaron forma típica cónica, de tamaño uniforme, con frutos de diámetro ecuatorial entre 2,5 a 3,2 cm, de sabor y aroma característicos.

Las características físicas y químicas de la pulpa de frutilla antes y después de preparar las formulaciones, se presentan en el Cuadros 2.

Cuadro 2. Características físicas y químicas de la pulpa de frutilla (materia prima) y de las tres formulaciones.

	Pulpa de Frutilla	T1	T2	T3
pH	3,3 ± *0,02 A	3,4 ± 0,02 A	3,4 ± 0,02 A	3,3 ± 0,02 A
Sólidos solubles (° Brix)	9,9 ± 0,15 C	18,6 ± 0,15 B	20,0 ± 0,15 A	18,6 ± 0,15 B
Acidez (% de ácido cítrico)	1,06 ± 0,02 C	1,01 ± 0,02 C	1,23 ± 0,02 A	1,15 ± 0,02 B
Vitamina C (mg/100 g)	55,57			

Valores promedios. Las letras comparan horizontalmente. Letras diferentes implican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ). \*Indica error estándar.

El pH determinado en la pulpa de frutilla y en las pulpas ya formuladas (3,3 – 3,4) no presentó diferencias significativas entre tratamientos y además concuerda con valores de pH determinados para frutilla por Basáez *et al.* (1975). Por otra parte, el jugo concentrado de granada utilizado en T2, presentó un pH de 2,7<sup>3</sup>, el cual no incidió significativamente en el pH final de la formulación.

El contenido de sólidos solubles en la pulpa de frutilla, se encuentra dentro del rango determinado para frutilla por Almendares (1978), Basáez *et al.* (1975) y Vega (1993). En las pulpas formuladas, los sólidos solubles, aumentan aproximadamente al doble por la adición de azúcar, la formulación con adición de concentrado de granada presentó un mayor contenido, debido a que la concentración de sólidos solubles presentes en el jugo concentrado de granada, fue de 65,5 °Brix<sup>4</sup>.

<sup>3</sup>Sepulveda, E... *Op cit.*

<sup>4</sup>Sepulveda, E... *Op cit.*

Los valores de acidez para la pulpa de frutilla y la formulación T1, no presentaron diferencias entre sí, con promedios de acidez semejantes a las determinaciones hechas para frutilla por Basález *et al.* (1975). Sin embargo las formulaciones T2 y T3 presentan valores significativamente mayores. En T2, el aumento en la acidez se debió a la adición de jugo concentrado de granada el cual presentó 6,9 % de ácido cítrico<sup>5</sup>, siendo T3 la formulación de mayor acidez, debido a la incorporación de ácido ascórbico.

Se determinó vitamina C en la pulpa de frutilla utilizada como materia prima, obteniendo 55,57 mg de ácido ascórbico en 100 g de pulpa de frutilla, valor que es menor al descrito por las fuentes internacionales citadas en el Anexo 1. Pennacchiotti (1998), señaló que la frutilla es una buena fuente de ácido ascórbico, dado que el aporte diario recomendado (RDA) para vitamina C, es de aproximadamente 100 mg al día, el que varía de acuerdo con la edad el sexo, el grupo de riesgo y el criterio que se ocupa en cada país.

### Caracterización del color de la materia prima utilizada

El color está determinado por las coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , que definen un espacio cartesiano, en el que  $L^*$  corresponde a la claridad o luminosidad, mientras que  $a^*$  y  $b^*$  definen la cromaticidad. Además por las coordenadas cilíndricas  $C^*$  (croma) y  $H^*$  (tono) (Calvo, 1989). La Figura 3 grafica los parámetros de color (Minolta, 1993).

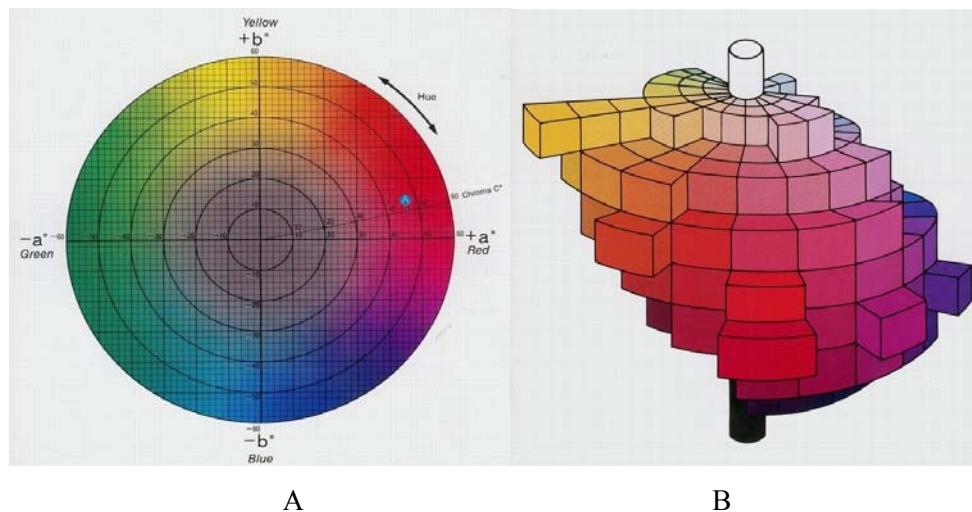


Figura 3: A. Diagrama de color  $L^*$   $a^*$   $b^*$ . B. Sólido de color.

<sup>5</sup> Sepulveda, E... Op cit.

Los parámetros de color se determinaron para la pulpa de frutilla y las tres formulaciones, los resultados se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Caracterización del color de la pulpa de frutilla y de las tres formulaciones.

Parámetros de color	Pulpa de Frutilla	T1	T2	T3
L*	31,9 ± *0,15 A	30,6 ± 0,15 C	29,8 ± 0,15 D	31,5 ± 0,15 B
a*	21,7 ± 0,32 A	19,9 ± 0,32 B	18,8 ± 0,32 C	21,7 ± 0,32 A
b*	9,7 ± 0,16 A	8,9 ± 0,16 B	8,1 ± 0,16 C	10,1 ± 0,16 A
H*	24,2 ± 0,10 B	24,1 ± 0,10 B	23,3 ± 0,10 C	25,0 ± 0,10 A
C*	23,8 ± 0,35 A	21,8 ± 0,35 B	20,5 ± 0,35 C	23,9 ± 0,35 A

Valores promedios. Las letras comparan horizontalmente. Letras diferentes implican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ). \*Indica error estándar.

Del cuadro anterior se desprende que la pulpa de frutilla sola, presenta un color rojo anaranjado, similar al de T3, pero con mayor luminosidad y menor tono. Mientras que, los tratamientos T1 y T2 presentaron respectivamente, menores aportes de amarillo y rojo. Los valores de L\* fueron significativamente diferentes en los 3 tratamientos, siendo más altos en T3, seguido por T2 y finalmente T1, todos corresponden a colores oscuros debido a la luminosidad obtenida (entre 29,78 y 31,95), la cual se encuentra en el tercio inferior de la escala de claridad.

El jugo concentrado de granada (*Púnica granatum cv Wonderful*), se incorporó a T2 como estabilizador de color, El-Nemr *et al.* (1990) señala que el jugo de granada puede ser usado en la fabricación de bebidas, jugos naturales y para la obtención de bebidas enlatadas, ya que posee compuestos flavonoides como antocianinas, leucoantocianinas, catequinas, revelando su uso beneficioso como aditivo para suplir el color rojo de los alimentos. Zafrilla *et al.* (1998) concluyeron que al agregar jugo de granada a mermeladas de frutilla se obtiene un color final más anaranjado, efecto que puede hacer este producto más atractivo a los consumidores, además señalan que altos niveles de jugo de granada permiten prevenir la pérdida de color durante el almacenamiento. El color de las variedades de granada, va de rosado suave a rojo púrpura, los cuales se deben a los variados pigmentos antociánicos. Algunas variedades altamente coloreadas pueden contener de 600 a 765 mg de antocianos por 100 gramos de jugo (Kriventsov y Arendt, 1981 citado por Velioglu *et al.*, 1997). Estos pigmentos corresponden a delfinidina, cianidina y pelargonidina-3-glucósido y 3,5-diglucósido, esta última confiere mayor estabilidad antociánica (Robinson *et al.*, 1996; Timberlake y Bridle, 1980 citados por Velioglu *et al.*, 1997). Las

antocianinas del jugo de granada son relativamente estables al calor según Mishkin and Saguy (1982) citado por Velioglu *et al.* (1997). Roy y Waskar (1997), citado por Sepúlveda *et al.* (1998), reconocen que la variedad *Wonderful* presenta un buen rendimiento de jugo, de intenso color carmesí, debido al alto contenido de antocianos.

En relación al efecto del ácido ascórbico en la mantención del color, Pennacchiotti (1988) señala que el fenómeno de pardeamiento, que sufren por acción enzimática algunas frutas y hortalizas, en ocasiones se ve disminuido, esto puede explicarse por una mayor cantidad de ácido ascórbico en los tejidos de los mismos, el que impide que se produzca esta reacción que cambia el color, el sabor y el aroma de los alimentos, disminuyendo además su valor nutritivo. La forma de acción es descrita por Santerre *et al.* (1988) como la formación de una barrera a la difusión de oxígeno dentro del producto, en que el ácido ascórbico reduce las o-quinonas, limitando el pardeamiento por un proceso conocido como “reacción – desactivación”.

#### Caracterización física y química de las láminas de frutilla.

El rendimiento de las láminas obtenidas, se determinó en base al peso total de pulpa que conforma cada formulación. El rendimiento promedio fue de 23% y no hubo diferencia significativa entre los tratamientos.

Las láminas de frutilla se analizaron física y químicamente inmediatamente después de elaboradas y luego de 90 días de almacenamiento. Como se observa en el Cuadro 4, las láminas de frutilla presentaron contenidos de humedad cercanos al 10%, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, al inicio ni durante los 90 días de almacenamiento. Los valores de  $A_w$  para las láminas de frutilla, de los tres tratamientos, fueron menores a 0,75; con esta baja actividad de agua se asegura que no exista desarrollo de bacterias patógenas ni hongos (Beuchat, 1981). Stier (1996) obtuvo para láminas deshidratadas de pulpa de kiwi y manzana un  $A_w$  inferior a 0,65, mientras que Sepúlveda (2000), determinó en láminas de tuna con incorporación de pulpa de membrillo, valores de  $A_w$  entre 0,55 y 0,60.

En la medición inicial no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. Los valores de  $A_w$  son en general bajos, sin embargo a los 90 días de almacenamiento la formulación con ácido ascórbico (T3), fue estadísticamente mayor a los otros dos tratamientos. Al comparar

cada tratamiento entre sí no se observaron diferencias significativas durante el periodo de almacenamiento en la humedad ni en Aw.

Cuadro 4. Contenido de humedad y Aw de los tres tratamientos, al inicio y a los 90 días de almacenamiento.

	Día	T1	T2	T3
Humedad (%)	0	10,1 ± *0,67 Aa	9,4 ± 0,67 Aa	10,2 ± 0,67 Aa
	90	9,8 ± 0,71 Aa	10,5 ± 0,71 Aa	10,8 ± 0,7 Aa
Aw	0	0,64 ± 0,02 Aa	0,61 ± 0,02 Aa	0,64 ± 0,02 Aa
	90	0,58 ± 0,01 Ba	0,58 ± 0,01 Ba	0,64 ± 0,01 Aa

Valores promedios. Las letras mayúsculas comparan horizontalmente, letras minúsculas comparan verticalmente. Letras diferentes implican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ). \*Indica error estándar.

El contenido de proteínas de las láminas de frutilla (Cuadro 5) fue similar para los tres tratamientos durante la medición realizada al inicio del almacenamiento y fluctuó alrededor de 2,6 %. A los 90 días de almacenamiento la formulación con concentrado de granada (T2) presentó un porcentaje de proteínas de 2,5%, significativamente menor a las otras dos formulaciones que presentaron valores de 2,7%. Dentro de cada tratamiento no se observó diferencias significativas durante el periodo de almacenamiento.

El contenido de lípidos en las láminas de frutilla fue, en general, muy bajo y los tratamientos no presentaron diferencias en ninguna de las mediciones (Cuadro 5).

Al comparar los valores promedios de cenizas obtenidos en las láminas de frutillas (cuadro 5), con otros snacks obtenidos en laboratorios del Departamento de Agroindustria de la Universidad de Chile, se observó un mayor contenido en las láminas, con rango entre 1,7 a 1,9%. Las láminas con concentrado de granada (T2), presentaron un porcentaje de cenizas estadísticamente mayor en la medición inicial, pero a los 90 días de almacenamiento se observaron similares porcentajes de cenizas en los tratamientos.

Cuadro 5. Contenidos de Proteínas, lípidos y cenizas de los tres tratamientos, al inicio y a los 90 días de almacenamiento.

	Día	T1	T2	T3
Proteínas (%)	0	2,6 ± *0,05 Aa	2,6 ± 0,05 Aa	2,6 ± 0,05 Aa
	90	2,7 ± 0,02 Aa	2,5 ± 0,02 Ba	2,7 ± 0,02 Aa
Lípidos (%)	0	0,002 ± 0,00 Aa	0,001 ± 0,00 Aa	0,001 ± 0,00 Aa
	90	0,001 ± 0,00 Aa	0,001 ± 0,00 Aa	0,001 ± 0,00 Aa
Cenizas (%)	0	1,7 ± 0,01 Aa	1,8 ± 0,01 Ba	1,7 ± 0,01 Aa
	90	1,9 ± 0,05 Aa	1,9 ± 0,05 Aa	1,8 ± 0,05 Aa

Valores promedios. Las letras mayúsculas comparan horizontalmente, letras minúsculas comparan verticalmente. Letras diferentes implican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ). \*Indica error estándar.

Con el objeto de favorecer el aporte de fibra en las láminas de frutilla, las pulpas no fueron tamizadas, conservando los aquenios, lo que contribuyó a los altos valores en la determinación de la fibra dietaria total, insoluble y soluble, los que fueron similares para los tres tratamientos, en ambas mediciones y también se obtuvo similares resultados al comparar cada tratamiento entre sí, durante el almacenamiento (Cuadro 6). El aporte de fibra total de cada porción (20 g) de estos snack, podría corresponder a 1/5 de la ingesta diaria deseable para un adulto normal, que de acuerdo a Pack, (2000) es de 20 – 35 g/día, con una relación de fibra insoluble a fibra soluble de 3:1, la que en las láminas de frutilla fue de 2:1. Por otra parte, al ser un producto deshidratado, aporta de 6 a 7 veces la cantidad de fibra dietaria total que igual porción de frutilla fresca (100g de frutilla poseen 3,16 g de fibra dietaria, de acuerdo a lo señalado por Pack, 2001).

Cuadro 6: Fibra dietaria total, insoluble y soluble de las láminas de frutillas, al inicio y a los 90 días de almacenamiento.

	Día	T1	T2	T3
Fibra dietaria total (%)	0	21,7 ± *2,41 Aa	19,5 ± 2,41 Aa	17,3 ± 2,41 Aa
	90	22,8 ± 2,05 Aa	22,9 ± 2,05 Aa	22,5 ± 2,05 Aa
Fibra dietaria insoluble (%)	0	13,4 ± 2,40 Aa	13,5 ± 2,40 Aa	11,1 ± 2,40 Aa
	90	16,3 ± 1,80 Aa	15,2 ± 1,80 Aa	15,0 ± 1,80 Aa
Fibra dietaria soluble (%)	0	8,2 ± 1,01 Aa	6,3 ± 1,01 Aa	6,2 ± 1,01 Aa
	90	6,5 ± 0,54 Aa	7,7 ± 0,54 Aa	7,5 ± 0,54 Aa

Valores promedios. Las letras mayúsculas comparan horizontalmente, letras minúsculas comparan verticalmente. Letras diferentes implican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ). \*Indica error estándar.



En el Cuadro 7, se observa que el contenido de hidratos de carbono totales (ENN) y el aporte calórico no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, para ambas fechas de medición, ni para un mismo tratamiento, durante el almacenamiento, lo que era de esperar ya que a todas las formulaciones se les incorporó el mismo porcentaje de sacarosa comercial. De acuerdo a estos resultados, las láminas de frutilla obtenidas, resultaron con un alto aporte energético, conteniendo en promedio por porción (20 g) un valor cercano a las 300 Kcal.

Cuadro 7. Hidrato de carbono totales (ENN) y aporte calórico de las láminas de frutilla, al inicio y a los 90 días de almacenamiento.

	Día	T1	T2	T3
Hidratos de carbono totales (%)	0	73,9 ± *2,41 Aa	75,8 ± 2,41 Aa	78,3 ± 2,41 Aa
	90	72,6 ± 2,02 Aa	72,6 ± 2,02 Aa	72,9 ± 2,02 Aa
Calorías (Kcal/100 g)	0	306,3 ± 9,61Aa	313,7 ± 9,61 Aa	323,9 ± 9,61 Aa
	90	301,2 ± 8,12 Aa	300,7 ± 8,12 Aa	302,7 ± 8,12 Aa

Valores promedios. Las letras mayúsculas comparan horizontalmente, letras minúsculas comparan verticalmente. Letras diferentes implican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ). \*Indica error estándar.

La figura 4 grafica el contenido de vitamina C en las láminas de frutilla de los tres tratamientos, al término del almacenamiento. La vitamina C es soluble en agua, sensible al calor a la luz y al oxígeno. En los alimentos puede ser parcial o totalmente destruida por almacenamiento prolongado o por efectos térmicos.

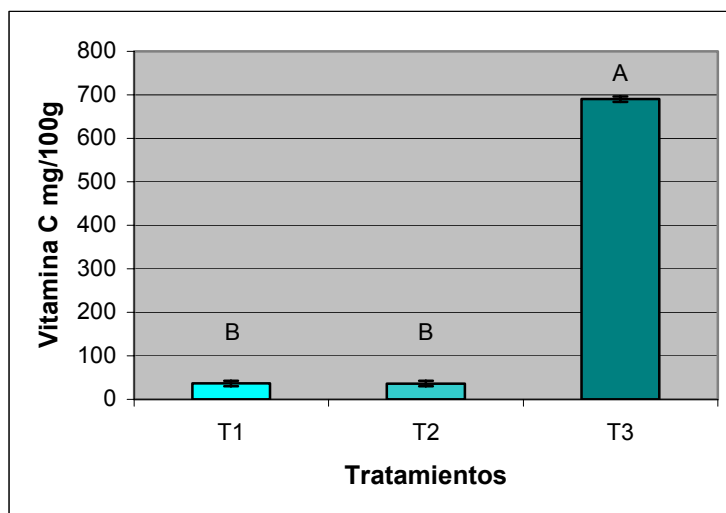


Figura 4: Contenido de Vitamina C en las láminas de frutilla. Letras diferentes implican diferencias significativas (a un nivel de 5%). Error estándar ± 6,15.

Como era de esperar, la formulación con adición de ácido ascórbico (T3) presentó el mayor contenido de vitamina C después de 90 días de almacenamiento, con 690,3 mg/100 g, mientras que no hubo diferencias significativas entre T1 y T2. Al comparar el contenido de ácido ascórbico determinado en la pulpa de frutilla inicial (55,57 mg/100 g), con el de las láminas deshidratadas sin incorporación de este, se observó que tanto T1 (36,56 mg/100 g) como T2 (36,13 mg/100 g) presentaron un menor contenido de vitamina C después del proceso de deshidratación y almacenamiento, por lo que la incorporación de ácido ascórbico en T3 permitió compensar pérdidas de vitamina C y obtener un producto final que en 100g contiene sobre 6 veces el aporte diario recomendado (RDA) para mantener un estado de salud óptimo, correspondiente a 100 mg al día, de acuerdo a lo señalado por Pennachiotti (1988).

### Caracterización del color de las láminas de frutilla

El color es el primer atributo que el consumidor percibe en un alimento. Es considerado como un índice de calidad general, además puede ser un indicador de muchos cambios deteriorativos que pueden sufrir los alimentos y puede influenciar a los consumidores incluso en atributos como el sabor (Giese, 1995; Sepúlveda, 1998).

La frutilla debe su color a las antocianinas y a compuestos fenólicos. Las antocianinas son pigmentos solubles en agua, que están localizados en las vacuolas y confieren un rango de color de rojo a púrpura, son relativamente inestables, teniendo un comportamiento más estable únicamente en medio ácido, cuando el pH se hace alcalino viran a violeta y después a azul oscuro. Por efecto de la temperatura y la luz sufren degradaciones durante los periodos de almacenamiento. Por calentamiento a altas temperaturas en presencia de oxígeno, provocan pardeamiento (Braverman, 1988; Brouillard, 1988, citado por Legua *et al.*, 1998). Los compuestos fenólicos pueden actuar como copigmentos y además proveer protección a la radiación UV, al ataque de insectos, como también pueden ser sustrato en reacciones de pardeamiento enzimático. También tienen implicaciones para la salud humana, por ejemplo el ácido elágico ha sido descrito como un antimutagénico, un anticancerígeno y también reduce las enfermedades coronarias (Maas *et al.*, 1990 citado por Gil *et al.*, 1997).

Gil *et al.*, (1997) analizaron por HPLC frutillas de la variedad Selva, señalando tres antocianos: cianidina 3-glucósido, pelargonidina 3-glucósido y pelargonidina 3-rutinósido y otros compuestos

fenólicos en cantidades significativas: p-coumaroilglucosa, quercetina-3-glucósido, quercetina-3-glucoronido, kaemferol-3-glucósido, kaemferol-3-glucorónido y ácido elágico descrito como un importante constituyente fenólico de la frutilla (Rommel y Wrolstad, 1993 citado por Gil *et al.*, 1997). Entre sus antocianos la frutilla contiene en mayor proporción a la pelargonidina, la que le confiere mayor estabilidad antociánica (Gomez-Cordovés, 2002; Velioglu *et al.*, 1997<sup>6</sup>).

Los tres tratamientos de láminas de frutilla deshidratadas presentaron un atractivo color rojo como se puede observar en la Figura 5.

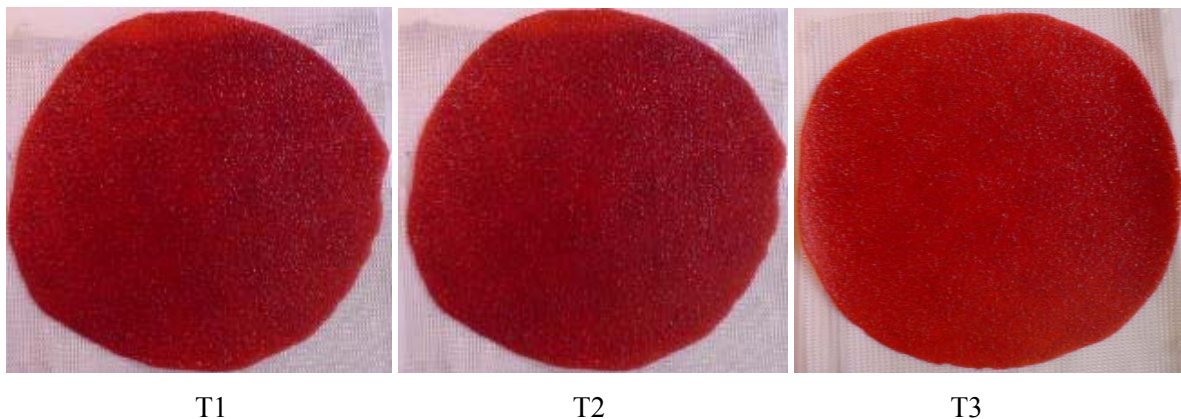


Figura 5: Láminas de frutilla deshidratadas.

Para obtener la caracterización del color de las láminas de frutilla, los parámetros de color se midieron cada 15 días, durante los 90 días de almacenamiento y los resultados se describen en el Cuadro 8. 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. Al inicio del almacenamiento el color de las láminas T3, presentó cromaticidad con aportes significativamente mayores de rojo y amarillo, como también mayor luminosidad y tonalidad que los determinados para T1 y T2, esta tendencia se mantuvo para todos los parámetros durante el almacenamiento, excepto para  $a^*$ , que durante la segunda mitad del almacenamiento presentó aportes similares de rojo en los tres tratamientos. Durante el almacenamiento, en T1, disminuyeron todos los parámetros de color hacia el día 90, excepto la tonalidad que aumentó en este periodo. T2 se comportó igual que T1, excepto en el aporte de cromaticidad amarilla ( $+b^*$ ), la que no sufrió variación significativa durante el almacenamiento, finalmente en T3, no varió la luminosidad, ni el aporte de cromaticidad amarilla, y los otros tres parámetros se comportaron igual que en los otros dos tratamientos.

<sup>6</sup> Velioglu *et al.*, 1997 cita a Robinson *et al.*, 1996 y a Timberlake y Bridle, 1980.

Cuadro 8. Evolución de los parámetros de color, L\*, a\*, b\*, C\* y H\*, de las láminas de frutilla, durante el almacenamiento.

Parámetros de color	Tratamientos	Días de almacenamiento						
		Día 0	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60	Día 75	Día 90
L*	T1	32,52 CDb	33,28 Ab	32,91 ABb	33,03 ABb	32,72 BCb	32,52 CDb	32,21 Db
	T2	32,73 ABb	33,05 Ab	32,72 ABb	32,65 ABCb	32,31 BCDb	32,02 CDb	31,89 Db
	T3	35,29 Aa	35,93 Aa	35,48 Aa	35,78 Aa	35,26 Aa	35,29 Aa	34,94 Aa
a*	T1	18,89 Ab	18,06 Bb	16,87 Cb	16,44 Ca	15,19 Da	14,77 Da	13,98 Ea
	T2	19,78 Ab	18,69 Ab	17,27 Bb	16,65 BCa	15,92 CDa	15,56 CDa	15,01 Da
	T3	23,09 Aa	21,82 Ba	19,98 Ca	18,96 Da	17,54 Ea	17,31 Ea	16,37 Fa
b*	T1	7,77 ABb	7,91 Ab	7,73 ABb	7,76 ABb	7,52 BCb	7,31 CDb	7,14 Db
	T2	8,06 Ab	7,93 Ab	7,70 Ab	7,51 Ab	7,61 Ab	7,62 Ab	7,50 Ab
	T3	12,09 Aa	12,51 Aa	12,36 Aa	12,41 Aa	11,97 Aa	11,86 Aa	11,73 Aa
H*	T1	22,35 Cb	23,66 BCb	24,61 ABCb	25,29 ABCb	26,35 ABb	26,98 Ab	27,08 Ab
	T2	22,18 Cb	23,03 BCb	24,12 BCb	24,43 BCb	25,73 BCb	32,05 Aab	26,79 Bb
	T3	27,57 Ea	29,78 DEa	31,74 CDa	33,21 BCa	34,32 BCa	38,49 Aa	35,58 Ba
C*	T1	20,42 Ab	19,72 ABb	18,55 Bb	18,18 Cb	16,95 Db	16,48 DEb	15,70 Eb
	T2	21,39 Ab	20,31 Bb	18,92 Cb	18,28 CDb	17,67 DEb	17,35 DEb	16,81 Eb
	T3	26,08 Aa	25,17 Ba	23,53 Ca	22,71 Ca	21,28 Da	21,03 DEa	20,18 Ea

Valores promedios. Las letras mayúsculas comparan horizontalmente, letras minúsculas comparan verticalmente. Letras diferentes implican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).

El análisis de los parámetros de color permite señalar que la incorporación de concentrado de granada (T2) no afectó significativamente el color en relación a las láminas elaboradas solo con pulpa de frutilla (T1). La formulación con ácido ascórbico (T3) presentó diferencias significativas con los otros dos tratamientos, determinando un color rojo de mayor claridad y tono, que se mantuvo durante el periodo de almacenamiento, lo que se puede atribuir a la acción del ácido ascórbico como retardador de pardeamiento (Santerre *et al.*, 1988; Schmidt-Hebbel, H. y Pennacchiotti, I., 1982 citado por Pennacchiotti, 1988).

## Análisis sensorial de las láminas de frutilla.

### Calidad sensorial

Se evaluaron los parámetros de apariencia, color, aroma, gusto ácido, dulzor, amargor, sabor, arenosidad, textura, para un periodo de almacenamiento de 90 días, con análisis a los tiempos 0, 45 y 90 días. Los evaluadores recibieron las láminas de frutilla deshidratada, correspondientes a los tres tratamientos, en forma de pequeños rollos, como lo indica la Figura 6. La interpretación de los datos de calidad sensorial obtenidos, se describe en el Anexo 3.

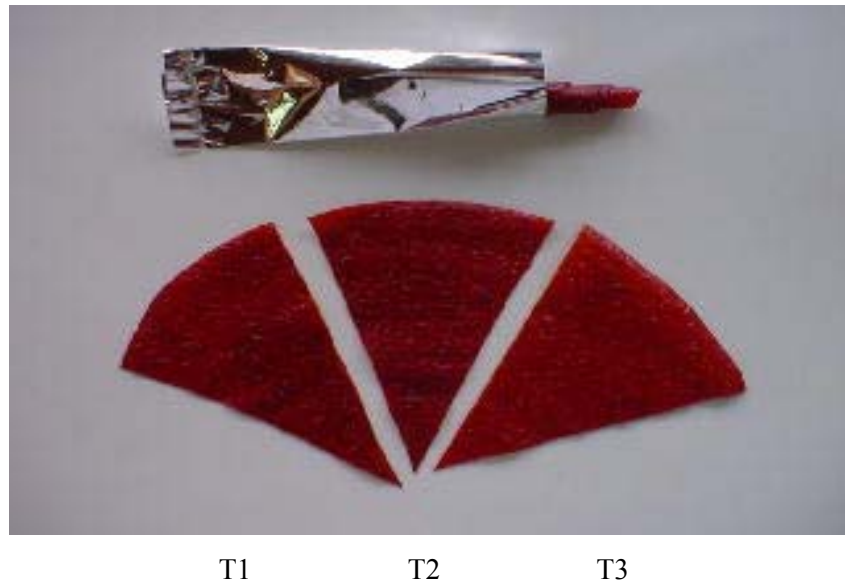


Figura 6: Rollo de frutilla deshidratada en la parte superior de la figura y láminas deshidratadas de los tres tratamientos, en la parte inferior.

Apariencia: La apariencia en las láminas de frutillas está dada por características como color, brillo, relieves superficiales otorgados por las semillas y de defectos en la superficie. Como se puede apreciar en el Cuadro 9, la evaluación de la apariencia de las láminas de frutilla, no presentó diferencias significativas entre los tratamientos y cada tratamiento, comparado con sí mismo, presentó apariencia similar, durante todo el periodo de almacenamiento. De acuerdo a la pauta de calidad para las láminas de frutilla, los promedios obtenidos se encuentran en el rango de apariencia “buena” a “muy buena”, variando a “buena” después de los 45 días de almacenamiento.

Cuadro 9. Apariencia de las láminas de frutilla.

Láminas de frutilla	Día 0	Día 45	Día 90
T1	11,2 ± *0,4 Aa	9,7 ± 0,5 Aa	11,5 ± 0,4 Aa
T2	11,3 ± 0,4 Aa	10,4 ± 0,5 Aa	11,1 ± 0,4 Aa
T3	11,5 ± 0,4 Aa	11,0 ± 0,5 Aa	10,1 ± 0,4 Aa

Valores promedio. Las letras mayúsculas comparan verticalmente, letras minúsculas comparan horizontalmente. Letras diferentes implican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ). \*Indica error estándar.

Color. El color, como lo señala Costell (1988), es el atributo más importante desde el punto de vista sensorial, pues influye fuertemente en la aceptación o rechazo de un alimento. De acuerdo a los análisis efectuados, se encontró que las láminas con incorporación de ácido ascórbico (T3) presentaron, en todas las evaluaciones, diferencias significativas en la intensidad del color ubicándose en un rango de intensidad de color “normal” a “levemente alto”. Estos resultados coinciden con la determinación instrumental de color, en que el tratamiento 3 fue significativamente diferente a los tratamientos 1 y 2, para todos los parámetros de color, en casi todas las fechas de medición. Las formulaciones 1 y 2 fueron evaluadas en el rango de “levemente alta” a “alta” intensidad de color. A los 90 días de almacenamiento la formulación con concentrado de granada presentó una intensidad de color significativamente mayor a los otros dos tratamientos. La comparación de cada tratamiento por si mismo indica que el color no varió significativamente durante el almacenamiento en ninguno de los tres. La puntuación promedio obtenida por las láminas para este parámetro se presenta en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Color de las láminas de frutilla.

Láminas de frutilla	Día 0	Día 45	Día 90
T1	9,3 ± * 0,4 Aa	10,9 ± 0,3 Aa	8,8 ± 0,3 Ba
T2	9,4 ± 0,4 Aa	10,7 ± 0,3 Aa	9,8 ± 0,3 Aa
T3	8,0 ± 0,4 Ba	8,4 ± 0,3 Ba	7,4 ± 0,3 Ca

Valores promedio. Las letras mayúsculas comparan verticalmente, letras minúsculas comparan horizontalmente. Letras diferentes implican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ). \* Indica error estándar.

Gusto Ácido: La acidez en este tipo de productos es una característica deseable y aunque para todas las personas no es agradable la sensación originada por el estímulo ácido, se debe tener en cuenta, que la calidad sensorial, está sujeta a factores psicológicos y sociológicos que la hacen ser variable en el tiempo. Se ha visto que el gusto ácido es cada vez más aceptado, pues se relaciona con productos naturales más frescos, que han despertado la atención por parte de los consumidores

(Costell, 1988). A pesar que las pulpas formuladas, previo a la deshidratación, presentaron diferencias entre sí en la determinación química de acidez, esto no se percibió sensorialmente en las láminas deshidratadas, en las cuales no se encontraron diferencias significativas en este parámetro, entre tratamientos ni dentro de estos, en las evaluaciones sensoriales realizadas a las láminas durante el almacenamiento. Como se observa en el Cuadro 11, las láminas, se encuentran en el rango de gusto ácido “normal” a “levemente alto”, ello atribuible a la acidez natural de las frutillas.

Cuadro 11. Gusto ácido de las láminas de frutilla.

Láminas de frutilla	Día 0	Día 45	Día 90
T1	8,5 ± * 0,2 Aa	9,2 ± 0,4 Aa	7,7 ± 0,3 Aa
T2	8,2 ± 0,2 Aa	9,1 ± 0,4 Aa	8,7 ± 0,3 Aa
T3	8,7 ± 0,2 Aa	8,7 ± 0,4 Aa	8,2 ± 0,3 Aa

Valores promedio. Las letras mayúsculas comparan verticalmente, letras minúsculas comparan horizontalmente. Letras diferentes implican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ). \* Indica error estándar.

Arenosidad: La arenosidad en este caso está referida al efecto que ejerce la presencia de los aquenios de la frutilla sobre la textura de las láminas. El análisis estadístico no señaló diferencias significativas entre los tratamiento en ninguna de las mediciones efectuadas, como tampoco existieron diferencias al comparar cada tratamiento entre sí, durante el almacenamiento. El panel de evaluadores consideró que la arenosidad de las láminas se encontró en rango de “levemente suave” a “levemente alta”. En el Cuadro 12 se detallan los valores obtenidos para este parámetro.

Cuadro 12. Arenosidad de las láminas de frutilla.

Láminas de frutilla	Día 0	Día 45	Día 90
T1	6,7 ± *0,5 Aa	8,4 ± 0,5 Aa	7,9 ± 0,3 Aa
T2	6,3 ± 0,5 Aa	6,9 ± 0,5 Aa	7,3 ± 0,3 Aa
T3	6,5 ± 0,5 Aa	8,1 ± 0,5 Aa	7,7 ± 0,3 Aa

Valores promedio. Las letras mayúsculas comparan verticalmente, letras minúsculas comparan horizontalmente. Letras diferentes implican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ). \* Indica error estándar.

Los demás parámetros de calidad evaluados no presentaron diferencias significativas al comparar entre tratamientos y cada tratamiento por sí mismo, durante el almacenamiento. Los valores de intensidad aromática de las láminas de frutilla estuvieron en el rango de “levemente suave” a “levemente alto”, el dulzor fue “normal a levemente alto” y “sin amargor a bajo amargor”. El sabor fue evaluado como “normal” a “levemente alto”, mientras que en la textura se evaluaron,

dureza o blandura y la consistencia de las láminas principalmente, resultando “más que regular a buena”, para variar a “buena” al finalizar el almacenamiento.

### Aceptabilidad

En un control sensorial este parámetro es el que define si un producto es aceptado o no, dependiendo de todos los factores de calidad previamente medidos. En el Cuadro 13, se presentan los resultados obtenidos por las láminas de frutilla en las distintas evaluaciones. La interpretación de los datos de aceptabilidad obtenidos, se describe en el Anexo 4.

Cuadro 13. Aceptabilidad de las láminas de frutilla.

Láminas de frutilla	Día 0	Día 45	Día 90
T1	11,1 ± *0,3 Aa	10,7 ± 0,4 Aa	11,4 ± 0,3 ABa
T2	11,2 ± 0,3 Aa	11,4 ± 0,4 Aa	11,8 ± 0,3 Aa
T3	11,0 ± 0,3 Aa	10,5 ± 0,4 Aa	10,5 ± 0,3 Ba

Valores promedio. Las letras mayúsculas comparan verticalmente, letras minúsculas comparan horizontalmente. Letras diferentes implican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ). \* Indica error estándar.

Como se aprecia en el Cuadro 13, todas las formulaciones se ubican dentro de la zona de “aceptación”, en cada una de las mediciones. Estadísticamente no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, durante las dos primeras mediciones y la aceptabilidad durante este período, según la interpretación de la pauta, determinó que el producto “gusta medianamente”. En la evaluación efectuada a los 90 días de almacenamiento, las formulaciones con concentrado de granada y ácido ascórbico, presentaron diferencias significativas entre sí, mostrando el tratamiento con concentrado de granada una mayor aceptación, señalando que este tratamiento “gusta mucho”. Los otros dos tratamientos se ubicaron en el rango de “gusta medianamente”, esto es atribuible, a la menor intensidad de color con que fueron calificadas las láminas en que se incorporó ácido ascórbico, en cada una de las evaluaciones y a la significativa mayor intensidad de color, que presenta la formulación con concentrado de granada, en la evaluación efectuada a los 90 días. Al comparar cada tratamiento por sí mismo no se obtuvieron diferencias en la aceptabilidad, durante el almacenamiento.



## CONCLUSIONES

En las condiciones en que se realizó esta integración es posible concluir que:

1. Es factible obtener un snack, a base de pulpa de frutilla deshidratada, natural, nutritivo y con agradables características sensoriales, destacando los aportes de vitamina C y fibra dietética.
2. La adición de jugo de granada, no mostró efecto positivo en el color respecto a la pulpa sola. El ácido ascórbico provocó una leve modificación, aumentando la cromaticidad roja y amarilla, lo cual determinó un color rojo anaranjado, menos intenso que influyó en forma levemente negativa en la aceptabilidad sensorial del producto.
3. La mayoría de los parámetros físicos, químicos y sensoriales fueron similares en los tres tratamientos, excepto el contenido de vitamina C, que como es lógico dada la incorporación de ácido ascórbico, fue significativamente superior en T3. No se observaron cambios significativos durante el periodo de almacenamiento.
4. El bajo contenido de humedad y de actividad de agua de las láminas, unido a la alta acidez de la materia prima, permiten afirmar que se obtuvo un producto de adecuada estabilidad microbiológica.

## LITERATURA CITADA

ALMENDARES, L. 1978. Elaboración de jugos clarificados de frutilla ( *Fragaria x ananassa* Duch). Memoria Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 66p.

AOAC. 1984. Official methods of analysis. Association of official analytical chemists. Arlington, Virginia. 1141 p.

AYOTE, E. 1976. Fruit Leather. [En línea]

<<http://www.uaf.edu/ces/publications/freepubs/FNH-00228.pdf>> [Consulta: 15 marzo 2007].

BASÁEZ, G., ARAYA, E. y CASTILLO, E. 1975. Características tecnológicas de nueve variedades de frutillas. Investigación Agrícola. 1(1):25-34

BEUCHAT, L.R. 1981. Microbial stability as affected by water activity. Cereal Foods World 7(26):345-349.

BREWER, S. 1992. Fruit leather and meat jerky. [En línea]

< <http://foodsafety.ufl.edu/consumer/il/il063.htm>> [Consulta: 18 enero 2006].

BRAVERMAN, J. 1988. Introducción a la bioquímica de los alimentos. El manual moderno. México.

CALVO, C. 1989. Otros sistemas de medidas: Hunter, Munsell, etc. El color en los alimentos. Medidas instrumentales. Santiago, Universidad de Chile, facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Publicaciones misceláneas agrícolas. 31:37 – 47.

COSTELL, E. 1988. Expectativas del consumidor desde el punto de vista sensorial. Alimentos. 13(1):63-67

ELNEMR, S., ISMAIL, I. and RAGAB, M. 1990. Chemical composition of juice and seeds of pomegranate fruit. Die Nahrung. 7(34):601-606.

ELMADFA, I., AIGN, W., FRITSCH, D., CREMER, H. D. 1992. Die Grosse GU Nährwert Tabelle: Kalorien/Joule-u. Nährstoffgehalte unserer Lebensmittel. Editorial Gräfe y Unzer, München. 320p.

ESCOBAR, B. 2000. Guía de trabajos prácticos. Bioquímica de alimentos. Departamento de Agroindustria y Enología. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Chile. 21p.

GÁMEZ, M. 2006. Mercados y Rubros: Frutales y Viñas: Temporada 2005 de frutales menores seleccionados. [en línea] <<http://odepa.gob.cl>> [consulta:15 marzo 2007]

GIESE, J. 1995. Measuring physical properties of foods. Food Technology 2(49):54-63.

GIL, M., HOLCROFT, D., and KADER, A. 1997. Changes in Strawberry Anthocyanins and Other Polyphenols in Response to Carbon Dioxide Treatments. J. Agric. Food Chem. 5(45):1662-1667.

GOMEZ-CORDOVÉS, C. 2002. Pigmentos antociánicos: Su papel en la caracterización y bioactividad de bayas. En: Seminario de alternativas de procesamiento industrial para berries. Facultad de Ciencias agronómicas, Universidad de Chile, Universidad Austral de Chile, FIA Gobierno de Chile. Santiago de Chile

HENNEMAN, A. and MALONE, N. 1993. Drying Fruit Leathers. [En línea] <<http://lancaster.unl.edu/factsheets/116-94.htm>> [consulta: 15 Marzo 2007].

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 1981. Tabela de composição de alimentos. ENDEF, Río de Janeiro. 210p.

ICHEF. 2001. Fruit Leather. [En línea]. <<http://icchef.com/icchef-recipes/Fruits/15142.htm>> [consulta: 15 marzo 2007].

KANSAS STATE UNIVERSITY. 2007. KSU Drying Bulletin: Drying–Fruit Leather. [En línea]. <<http://extension.missouri.edu/extensioninfont/article.asp?id=3202>> [consulta: 27 marzo 2007].

LEE, S. and DE VRIES, J. 1992. Determination of total, soluble and insoluble dietary fiber, in foods. Enzymatic gravimetric method. Mes-Tris Buffer. Collaborative Study. J. of AOAC International. 3(75):395-416.

LEGUA, P., MELGAREJO, P., MARTINEZ, M Y HERNÁNDEZ, F. 1998. Evolución del contenido en antocianos en 4 clones de granado (*Púnica granatum* L) durante el desarrollo del fruto. In: I Simposio Internacional sobre el Granado. Escuela Politécnica Superior de Orihuela, Universidad Miguel Hernández, Orihuela (Alicante), España. 7p.

MICHIGAN STATE UNIVERSITY EXTENSIÓN. 1999. Fruit Leathers. [En línea]. <<http://web1.msue.msu.edu/imp/mod01/01600536.html>> [consulta: 15 marzo 2007].

MINOLTA. 1993. Caracterización precisa del color. 21p. 1993.

MORAGA, E. 2004. Auge de exportaciones: La berrymanía llegó a Chile. Revista del Campo. (1434):6-7.

PAK, N. 2000. La fibra dietética en la alimentación humana, importancia en la salud. Anales de la Universidad de Chile 6(11):119-130.

PAK, N. 2001. Fibra Dietética en alimentos chilenos, p.179-185. In: Lajolo, F., Saura-Calixto, F., Witting, E y Wenzel, E Fibra dietética en ibero América: tecnología y salud. Librería Varela, Sao Paulo. 469p.

PRODUCE MARKETING ASSOCIATION. 2007. PMA's Labeling Facts: Strawberries nutrition facts. [En línea]. <<http://freshcutproduce.com/nutrifax/strawberries.html>> [consulta: 15 Marzo 2007].

PENNACCHIOTTI, I. 1988. El ácido ascórbico en la nutrición y en la tecnología de los alimentos. Alimentos. 13(3):56-57.

RAAB, C. and OEHLER, N. 1990. Making dried fruit leather. Oregon State University Extension Service. 2p.

SANTERRE, C., CASH, J and VANNORMAN, D. 1988. Ascorbic acid/citric acid combination of frozen apple slices. *J. Food Sci.* 53(6):1713-1716

SEPÚLVEDA, E. 1998. Manual de trabajos prácticos de análisis de alimentos. Departamento de Agroindustria y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. 51p.

SEPÚLVEDA, E., GALLETI, L., SÁENZ, C., y TAPIA, M. 1998. Procesamiento mínimo de granada var. *Wonderful*. In: I Simposio Internacional sobre el Granado. Escuela politécnica superior de Orihuela, Universidad Miguel Hernández, Orihuela (Alicante), España. 1/6-6/6

SEPÚLVEDA, E., SAENZ, C. and ALVAREZ, M. 2000. Physical, chemical and sensory characteristics of dried fruit sheets of cactus pear (*Opuntia ficus indica* (L) Mill) and quince (*Cydonia oblonga* Mill). *Ital. J. Food Sci.* 12(1):47-54.

STIER, A. 1996. Elaboración y caracterización de láminas deshidratadas de pulpa, de kiwi y manzana. Memoria Magíster en Ciencias Agropecuarias, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 57p.

SUDZUKI, F. 1992. El cultivo de la frutilla. *El Campesino.* 3(123):20-23.

TAGLE, M.A. 1980. Nutrición. Ed. Andrés Bello, Santiago. 231p.

TETTWEILER, P. 1991. Snack food worldwide. *Food Technology* 2(45):58-62.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA COOPERATIVE EXTENSION. 1997. Apple fruit Leather. [En línea] <<http://seasonalchef.com/appleleather.htm>> [consulta: 15 marzo 2007].

VEGA, M. 1993. Efecto de la radiación ionizante en la conservación de frutilla (*Fragaria x annanasa* Duck), Var. Pájaro. Memoria Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 85p.

VELIOGLU, S., UNAL, C., and CEMEROGLU, B. 1997. Chemical characterization of pomegranate juice. *Fruit Processing* 8(97):307-310.

VILLAGRÁN, V. 2000. Buen futuro para la frutilla. *Revista del Campo*. 1241:4-5.

VOLLMAR, K. & WILLENBERG, B. 1994. Quality for keeps-Drying foods. [En línea]. <<http://muextension.Missouri.edu/xplor/hesguide/foodnut/gh1562.htm>> [consulta: 18 enero 2006].

ZAFRILLA, P., VALERO, A and GARCÍA-VIGUERA C. 1998. Stabilisation of strawberry jam colour with natural colorants. *Food Sci. Technol. Inter.* 4:99-105.

## ANEXO 1

Composición química de la frutilla.

COMPOSICIÓN QUÍMICA	Unidades	(A) En 100 g de parte comestible	(B) En 100 g de parte comestible	(C) En g 100 g de parte comestible
Calorías	kcal	36	37	31
Humedad	%	90	90	--
Proteínas	g	0,8	0,8	1
Grasas	g	0,3	0,5	0
Carbohidratos	g	8,5	7,3	8
Fibras	g	1,3	2,2	3
Calcio	mg	29	--	--
Fósforo	mg	29	--	--
Fierro	mg	1,0	--	--
Sodio	mg	2	--	--
Vitamina A	mg	--	--	--
Vitamina B1	mg	0,03	--	--
Vitamina B2	mg	0,04	--	--
Vitamina B5	mg	0,4	--	--
Vitamina C	mg	70	62	96
Potasio	mg	--	156	--
Zinc	mg	--	--	--
Niacina	mg	--	--	--

Fuente: A) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1981. B) Elmadfa et. al., 1992. C) Produce Marketing Association, 2007

## ANEXO 2

Método utilizado para calcular el contenido calórico de las láminas de frutilla utilizando los coeficientes de Atwater (Tagle, 1980).

$$\text{(Extracto no nitrogenado * 4) + (Proteínas * 4) + (Extracto etéreo * 9) = Calorías.}$$

Ejemplo de cálculo: contenido calórico del tratamiento 1.

$$(77,7 * 4) + (3,0 * 4) + (0,001 * 9) = 323 \text{ Kcal.}$$



### ANEXO 3

Interpretación de los datos de calidad, obtenidos con la pauta no estructurada (0 – 15 cm), para las láminas de frutilla.

Distancia en centímetros	Calidad Sensorial (Apariencia y Textura)
0,00 – 1,75	Muy mala
1,76 – 3,50	Mala
3,51 – 5,24	Deficiente
5,25 – 6,99	Menos que regular
7,00 – 7,99	Regular
8,00 – 9,75	Más que regular
9,76 – 11,50	Buena
11,51 – 13,25	Muy buena
13,26 – 15,00	Excelente

Distancia en centímetros	Intensidad (color, aroma, gusto ácido, dulzor, amargor, sabor, arenosidad)
0,00 – 1,75	Sin (color, aroma, gusto ácido, dulzor, amargor, sabor, arenosidad)
1,76 – 3,50	Muy suave o muy bajo
3,51 – 5,24	Suave, bajo
5,25 – 6,99	Levemente suave o levemente bajo
7,00 – 7,99	Normal
8,00 – 9,75	Levemente alto
9,76 – 11,50	Alto
11,51 – 13,25	Muy intenso (color, aroma, gusto ácido, dulzor, amargor, sabor, arenosidad)
13,26 – 15,00	Extremadamente alto

#### ANEXO 4

Interpretación de los datos de aceptabilidad, obtenidos con la pauta no estructurada (0 – 15 cm), para las láminas de frutilla.

Distancia en centímetros	Aceptabilidad	
0,00 – 1,75	Desagrada extremadamente	Zona de rechazo
1,76 – 3,50	Disgusta mucho	
3,51 – 5,24	Disgusta poco	
5,25 – 6,99	Disgusta algo	Zona indiferencia
7,00 – 7,99	Indiferente	
8,00 – 9,75	Gusta algo	
9,76 – 11,50	Gusta medianamente	Zona aceptación
11,51 – 13,25	Gusta mucho	
13,26 – 15,00	Gusta extremadamente	