



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE BIOLOGÍA

Desarrollo de láminas flexibles enriquecidas con calcio de parchita  
(*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) con tomate de árbol  
(*Cyphomandra betacea* Sendth) y parchita con fresa (*Fragaria* sp)

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**  
Presentado ante la ilustre Universidad  
Central de Venezuela, por la bachiller  
**Cuevas Yanes María Julieta** como  
requisito parcial para optar al título de  
Licenciado en Biología

Tutor: Prof. **Emaldi Unai**

CARACAS, VENEZUELA  
Marzo 2012

# INDICE

|   | Pág N°    |
|---|-----------|
| INDICE DE TABLAS.....   | iv        |
| INDICE DE FIGURAS.....  | v         |
| <b>1. RESUMEN.....</b>  | <b>vi</b> |
| <b>2. INTRODUCCIÓN.....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>3. OBJETIVOS.....</b>  | <b>3</b>  |
| 3.1 Objetivo general.....   | 3         |
| 3.2 Objetivo específico.....  | 3         |
| <b>4. ANTECEDENTES.....</b>   | <b>4</b>  |
| 4.1 Parchita.....   | 4         |
| 4.2 Tomate de árbol.....  | 8         |
| 4.3 Fresa.....  | 13        |
| 4.4 Alimentos funcionales.....  | 18        |
| 4.5 Alimentos enriquecidos y fortificados.....                              | 19        |
| 4.5.1 Enriquecimiento con calcio.....                                       | 21        |
| 4.6 Alimentos deshidratados.....  | 24        |
| 4.7 Láminas flexibles de frutas.....  | 24        |
| <b>5. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>   | <b>30</b> |
| 5.1 Materiales.....   | 30        |
| 5.2 Métodos.....  | 30        |
| 5.2.1 Obtención de la pulpa de parchita.....                                | 30        |
| 5.2.2 Obtención de la pulpa de fresa.....                                   | 31        |
| 5.2.3 Obtención de la pulpa de tomate de árbol.....                         | 31        |
| 5.2.4 Caracterización de física de los frutos de tomate de árbol.....       | 31        |
| 5.2.5 Caracterización de la pulpa de parchita, tomate de árbol y fresa..... | 32        |
| 5.2.5.1. Humedad.....   | 32        |
| 5.2.5.2. Sólidos solubles.....  | 32        |
| 5.2.5.3 pH.....   | 32        |

|  |    |
|--|----|
| 5.2.5.4. Acidez total titulable.....   | 32 |
| 5.2.5.5 Cenizas.....   | 32 |
| 5.2.5.6 Compuestos fenólicos.....  | 32 |
| 5.2.5.7 Color.....   | 32 |
| 5.2.6. Desarrollo de formulaciones de láminas de parchita con tomate de árbol.....   | 33 |
| 5.2.7. Desarrollo de formulaciones de láminas de parchita con fresa.....   | 34 |
| 5.2.8 Análisis de las láminas elaboradas.....  | 34 |
| 5.2.8.1. Humedad.....  | 34 |
| 5.2.8.2. Sólidos solubles.....   | 34 |
| 5.2.8.3. pH.....   | 34 |
| 5.2.8.4. Acidez total titulable.....   | 34 |
| 5.2.8.5. Color.....  | 34 |
| 5.2.9. Aceptabilidad.....  | 35 |
| 5.2.10 Curva de secado.....  | 35 |
| 5.2.11. Caracterización de las láminas de parchita con tomate de árbol, y de las láminas de parchita con fresa, enriquecidas con calcio..... | 36 |
| 5.2.11.1. Humedad.....   | 36 |
| 5.2.11.2. Sólidos solubles.....  | 36 |
| 5.2.11.3. pH.....  | 36 |
| 5.2.11.4. Acidez total titulable.....  | 36 |
| 5.2.11.5 Cenizas.....  | 36 |
| 5.2.11.6 Azúcares reductores, no reductores y totales.....   | 36 |
| 5.2.11.7 Actividad de agua.....  | 36 |
| 5.2.11.8 Compuestos fenólicos totales.....   | 36 |
| 5.2.11.9. Color.....   | 36 |
| 5.2.11.10 Contenido de calcio.....   | 37 |
| 5.2.11.11 Textura.....   | 37 |
| 5.2.11.12 Poder reductor.....  | 37 |
| 5.2.12 Aceptabilidad por consumidores.....   | 38 |

|   |           |
|---|-----------|
| 5.2.13 Análisis estadísticos de los resultados.....                   | 39        |
| <b>6. RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>                                 | <b>40</b> |
| 1. Características físicas de la materia prima del tomate de árbol... | 40        |
| 2. Caracterización de la pulpa de parchita, tomate de árbol y fresa.. | 43        |
| 2.1. Humedad.....   | 44        |
| 2.2. Sólidos solubles.....  | 46        |
| 2.3. pH.....  | 47        |
| 2.4. Acidez total titulable.....                                      | 49        |
| 2.5. Cenizas.....   | 50        |
| 2.6. Color.....   | 52        |
| 3. Caracterización de las láminas de parchitas con tomate de árbol    | 53        |
| 3.1 Humedad.....  | 54        |
| 3. 2 Sólidos solubles.....  | 54        |
| 3. 3 pH.....  | 55        |
| 3. 4 Acidez total titulable.....                                      | 56        |
| 3. 5 Color.....   | 57        |
| 3. 6 Aceptabilidad.....   | 58        |
| 4. Caracterización de las láminas de parchitas con fresa.....         | 59        |
| 4.1 Humedad.....  | 60        |
| 4.2 Sólidos solubles.....   | 60        |
| 4.3 pH.....   | 61        |
| 4.4 Acidez total titulable.....                                       | 61        |
| 4.5 Color.....  | 62        |
| 4.6 Aceptabilidad.....  | 63        |
| 5. Curva de secado .....  | 65        |
| 6. Caracterizaciones de las láminas enriquecidas con calcio.....      | 66        |
| 6.1 Humedad.....  | 68        |
| 6.2 Sólidos solubles.....   | 69        |
| 6.3 pH.....   | 69        |
| 6.4 Acidez total titulable.....                                       | 70        |

|  |           |
|--|-----------|
| 6.5 Azúcares totales, reductores y no reductores.....              | 71        |
| 6.6 Actividad de agua.....   | 71        |
| 6.7 Compuestos fenólicos.....                                      | 72        |
| 6.8 Capacidad antioxidante.....                                    | 74        |
| 6.9 Cenizas.....   | 75        |
| 6.10 Calcio.....   | 75        |
| 6.11 Textura.....  | 76        |
| 7. Ración para el consumo de las láminas enriquecidas con calcio.. | 77        |
| 8. Calorías aportadas por las láminas enriquecidas con calcio..... | 78        |
| 9. Aceptabilidad por consumidores.....                             | 79        |
| <b>7. CONCLUSIONES.....</b>  | <b>81</b> |
| <b>8. RECOMENDACIONES.....</b>                                     | <b>83</b> |
| <b>9. REFERENCIAS.....</b>   | <b>84</b> |

## INDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1.</b> Composición del jugo de parchita.....  | 8  |
| <b>Tabla 2.</b> Valores de carbohidrato y fósforo presentes en algunos frutos comunes en Venezuela.....  | 8  |
| <b>Tabla 3.</b> Composición proximal de 100 g de pulpa de tomate de árbol.....   | 12 |
| <b>Tabla 4.</b> Contenido de proteínas, hierro y fósforo presentes en algunos frutos comunes en Venezuela.....   | 13 |
| <b>Tabla 5.</b> Composición de la fresa, para 100g de parte comestible.....  | 18 |
| <b>Tabla 6.</b> Composición de humedad, vitamina C y calcio presentes en algunos frutos comunes en Venezuela.....  | 19 |
| <b>Tabla 7.</b> Características físicas del fruto de tomate de árbol.....  | 43 |
| <b>Tabla 8.</b> Parámetro químicos y físicos determinados en la pulpa de parchita, tomate de árbol y fresa.....  | 46 |
| <b>Tabla 9.</b> Contenido de humedad de algunas de las frutas comunes en Venezuela.....  | 47 |
| <b>Tabla 10.</b> Parámetros químicos y físicos determinados a las tres formulaciones de láminas de parchita con tomate de árbol.....                         | 55 |
| <b>Tabla 11.</b> Proporción de los componentes en las tres formulaciones utilizadas para la elaboración de las láminas de parchita con tomate de árbol.....  | 57 |
| <b>Tabla 12.</b> Evaluación sensorial de las láminas de parchita con 25, 50 y 75% de tomate de árbol.....  | 60 |
| <b>Tabla 13.</b> Parámetros químicos y físicos determinados a las láminas de parchita con fresa.....   | 62 |
| <b>Tabla 14.</b> Proporciones de los componentes de las tres formulaciones utilizadas para la elaboración de láminas de parchita con fresa.....              | 63 |
| <b>Tabla 15.</b> Evaluación sensorial de las láminas de parchita con 90, 70 y 50% de fresa.....  | 65 |
| <b>Tabla 16.</b> Proporción de los componentes de las formulaciones para la elaboración de láminas de parchita con tomate de árbol y parchita con fresa..... | 68 |
| <b>Tabla 17.</b> Parámetros químicos y físicos determinados a las láminas de parchita con tomate de árbol enriquecidas con calcio.....                       | 69 |
| <b>Tabla 18.</b> Evaluación sensorial por consumidores, según su género, de láminas de parchita con tomate de árbol enriquecidas con calcio.....             | 82 |
| <b>Tabla 19.</b> Evaluación sensorial por consumidores, según su género, de láminas de parchita con fresa enriquecidas con calcio.....                       | 82 |

## INDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Adecuación de los aportes nutricionales de las disponibilidades alimentarias a los requerimientos de la población Venezolana | 24 |
| <b>Figura 2.</b> Patrón de disponibilidad de fuentes de calcio  | 25 |
| <b>Figura 3.</b> Corte longitudinal del fruto de tomate de árbol  | 42 |
| <b>Figura 4.</b> Corte transversal del fruto de tomate de árbol   | 42 |
| <b>Figura 5.</b> Curva de secado de las láminas de parchita con tomate de árbol (75% parchita/ 25% tomate de árbol).....                      | 67 |
| <b>Figura 6.</b> Curva de secado de las láminas de parchita con fresa (50% parchita / 50% fresa).....   | 67 |

## 1. RESUMEN

En el presente trabajo se desarrollaron y se probó la aceptabilidad de láminas enriquecidas con calcio a partir de mezclas de parchita (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Degener) con tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendth) y láminas de parchita con fresa (*Fragaria sp*). Luego de la caracterización de las pulpas de los frutos usados, se procedió a ensayar tres formulaciones para la elaboración de las láminas de parchita con tomate de árbol y parchita con fresa, las cuales fueron evaluadas de forma química, física y sensorial. Aunque todas las formulaciones presentaron muy buenas características químicas y físicas, y prácticamente todas fueron evaluadas de forma sensorial de manera similar, seleccionándose para cada caso la formulación de 75% parchita/25% tomate de árbol y la de 50% parchita/50% fresa, las cuales después fueron utilizadas como vehículo base para probar su enriquecimiento con calcio. Según los resultados obtenidos, es posible elaborar láminas flexibles enriquecidas con calcio de parchita con tomate de árbol y parchita con fresa, que sean de bajo contenido de humedad, bajo pH, baja actividad de agua y muy buena aceptación. Además, las láminas de parchita con tomate de árbol y parchita con fresa pueden llegar a suministrar el 41,70 % y el 36,49 % del requerimiento diario de calcio, respectivamente.

## 2. INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2003) señalaron que una dieta basada en el bajo consumo de alimentos muy energéticos ricos en grasas saturadas y azúcar y en la ingesta abundante de frutas y hortalizas, así como un modo de vida activo, figuran entre las principales medidas para combatir las enfermedades crónicas.

La carga que suponen las enfermedades crónicas, entre las cuales destacan; las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, la diabetes y la obesidad, aumenta rápidamente en todo el mundo. En 2003, las enfermedades crónicas representaron aproximadamente el 59% de los 56,5 millones de defunciones comunicadas en todo el mundo y el 46% de la carga de morbilidad mundial (FAO/OMS, 2003).

La OMS recomienda un consumo diario mínimo de 400 gramos de hortalizas y frutas al día o cinco porciones de 80 gramos cada una, para mantener una dieta sana. En Venezuela, el consumo de frutas y hortalizas se encuentra por debajo de dichas recomendaciones y podría ser considerablemente bajo en los sectores con menor acceso económico a los alimentos (Abreu, 2004)

Es por ello que, actualmente, existe una tendencia por parte de algunos consumidores de mantener una dieta sana y equilibrada. Esto ha hecho que el consumo de frutas se haya incrementado en los últimos años por su contribución de nutrientes indispensables para la salud y bienestar del individuo, así como también, por su aporte de fibras, vitaminas, minerales y sustancias de acción antioxidante, tales como, las vitaminas C y E,  $\beta$ -caroteno, licopeno, luteína,

flavonoides y antocianinas, entre otros (Murcia, 2001). Otro factor clave en el desarrollo de nuevos alimentos es el aprovechar los excedentes de frutas que quedan del consumo fresco y de la agroindustria tradicional (Merino, 2002).

Por lo anterior y en búsqueda de diseñar un producto novedoso con aporte nutricional, de fácil consumo y buena estabilidad de almacenamiento, es que se exploró la adaptabilidad de frutas al esquema tecnológico de elaboración de láminas deshidratadas de frutas enriquecidas con calcio de parchita (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Degener) con tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendth) y láminas de parchita con fresa (*Fragaria sp*).

Se empleó como ingrediente principal la parchita en la elaboración de las láminas flexibles, ya que esta proporciona un alto rendimiento debido a que se usa en conjunto el jugo de parchita y el mesocarpio.

Este “snack” con escaso desarrollo en Venezuela a parte de ofrecer el beneficio de una alternativa de consumo de frutas, las cuales son en sí alimentos funcionales, incrementa el efecto funcional al ser enriquecido con calcio, el cual es un mineral de gran importancia ya que es fundamental para la mineralización. En Venezuela, el INN reporta como requerimientos diarios de calcio entre 1.200 mg/día y 1.000 mg/día según la etapa de vida en particular.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

Desarrollar y probar la aceptabilidad de láminas enriquecidas con calcio a partir de las mezclas de parchita (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Degener) con tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendth) y láminas de parchita con fresa (*Fragaria sp*).

#### **3.2 Objetivos específicos**

- 1) Determinar el rendimiento en pulpa de la materia prima (parchita, tomate de árbol y fresa).
- 2) Caracterizar la pulpa de la materia prima en cuanto a pH, color y sus contenidos de humedad, sólidos solubles, acidez total titulable y cenizas.
- 3) Desarrollar formulaciones para elaborar láminas flexibles enriquecidas con calcio a partir de la mezcla de pulpa de parchita con tomate de árbol.
- 4) Desarrollar formulaciones para elaborar láminas flexibles enriquecidas con calcio de forma a partir de pulpa de parchita con fresa.
- 5) Caracterizar física y química las láminas flexibles elaboradas.
- 6) Evaluar la capacidad antioxidante de las láminas flexibles elaboradas.
- 7) Evaluar la aceptabilidad por los consumidores de las láminas flexibles de parchita con tomate de árbol y las láminas de parchita con fresa (*Fragaria sp*), enriquecidas ambas con calcio.

## 4. ANTECEDENTES

### 4.1 La fruta principal utilizada en este trabajo fue la parchita amarilla

#### Origen de la especie

Según Márquez (1998), la parchita del género *Passiflora* es un arbusto trepador, cuyo origen puede estar entre Paraguay y Brasil. La especie pertenece a la familia Passifloraceae, de la cual existen cerca de 400 especies diferentes. Dhawan y colaboradores (2004) indican que la planta crece en climas cálidos y regiones tropicales, principalmente en América del Sur, siendo muy extraño su cultivo en Asia, la región tropical de África y Australia. Entre las especies cultivables se destaca *Passiflora edulis*, sin embargo, otras son cultivadas por sus flores exóticas.

En el mercado venezolano de frutas pueden encontrarse en menor cantidad otras passifloras como son la parchita púrpura (*Passiflora edulis* f. *edulis* Sims), la curuba (*Passiflora mollissima* Bailey), la parcha, parcha real o badea (*Passiflora quadrangularis* L.) y la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) (Márquez, 1998)

#### Taxonomía de la especie

Según García (2002) a la parchita se le conoce también como maracuyá, amarillo, chinola, granadilla, pasionaria, fruta de la pasión, calala, maracujá y “yellow passion-fruit”.

La planta recibe el nombre científico de *Passiflora edulis* forma *flavicarpa* Degener; pertenece al género *Passiflora*, el cual comprende aproximadamente

400 especies, dicho genero pertenece a la familia Passifloraceae, y al orden Violales (Hoyos, 1989).

### **Producción de la parchita**

Aular (2005) mencionó que entre las especies de la familia Passifloraceae en Venezuela, la más importante ha sido la parchita. Existen aproximadamente unas 2000 hectáreas plantadas con pasifloras de las cuales, el 80% corresponde a la parchita amarilla. La demanda nacional está formada, en su mayor parte, por la de frutas frescas para el consumo directo, ya que las industrias procesadoras de nuestro país absorben algo más de un 2% de la producción nacional. La parchita se vende directamente a las industrias procesadoras, es decir, que no existen modalidades de contratos establecidos, dado que tanto las condiciones de la materia prima, como los precios varían mucho de un año a otro y depende de la oferta y la demanda. La parchita se produce en los estados Zulia, Mérida, Barinas, Cojedes, Aragua, Carabobo, Apure, Táchira, Monagas y Yaracuy.

A nivel mundial, hasta el año 1970, se consideraba que solo 8 países producían alrededor del 90% de parchita: Estados Unidos, Australia, Nueva Guinea, África del Sur, Fiji, Kenia, Colombia y Sri Lanka (Manica, 1980). Sin embargo, en los últimos años Brasil ha sido uno de los más grandes productores a nivel mundial, cosechando 193.938 toneladas en 28.559 hectáreas (Figbe, 1991). De igual manera, Ecuador, Colombia y Perú han aumentado de manera significativa su producción, por ejemplo, para el año 2007 Ecuador era el exportador más grande de parchita procesada (Ulrich, 2007).

### **Características físicas de la parchita**

García (2002) describió a la fruta como una baya, de formas globosa u ovoide, con un diámetro de 4 a 8 cm y de 6 a 8 cm de largo. La base y el ápice son redondeados; la corteza es de color verde, que al madurar se torna amarilla, de consistencia dura, lisa y cerosa, de unos 0,3 cm de espesor, con un pericarpio grueso. Contiene de 200 a 300 semillas, cada una rodeada de un arilo (membrana mucilaginosa) que contiene un jugo aromático donde se encuentran vitaminas y otros nutrientes.

### **Características químicas y nutricionales de la parchita**

Márquez (1998) reportó datos composicionales del jugo de parchita donde se puede apreciar que la parchita es una fuente potencial de carbohidratos fáciles de digerir, ácido ascórbico,  $\beta$ - caroteno (provitamina A), ácido nicotínico y riboflavina.

En la tabla 1 se presenta valores de la composición química y nutricional del jugo de parchita, reportados por distintas fuentes, en donde se puede observar que el fruto está compuesto principalmente por agua (80-85,9 %) y carbohidratos (2,4-14,45 %). Si se compara la proporción de carbohidratos de la parchita con algunas de las frutas más populares en Venezuela, se puede observar que se encuentra entre las frutas con mayor contenido de carbohidratos y fósforo (Tabla 2).

Es importante mencionar que la composición química de la parchita puede variar de acuerdo a factores como la variedad, grado de madurez, fecha de cosecha, estación, localidad, etc. (Morton, 1987).

**Tabla 1.** Composición del jugo de parchita.

| Componente       | I     | II    | III   | IV   | V     |
|------------------|-------|-------|-------|------|-------|
| Calorías (Kcal)  | -     | 56    | 53    | 78   | 60    |
| Humedad (%)      | 80,10 | 82,30 | -     | 85   | 84,21 |
| Carbohidratos(%) | 13,90 | 16,10 | 13,72 | 2,4  | 14,45 |
| Grasas (%)       | 3,40  | 0,10  | 0,05  | 0,6  | 0,18  |
| Proteínas (%)    | 1,8   | 0,90  | 0,67  | 0,8  | 0,67  |
| Ceniza (%)       | 0,80  | 0,70  | 0,49  | -    | -     |
| Fibra (%)        | -     | -     | 0,17  | 0,2  | 0,2   |
| Calcio (mg%)     | 20    | 9,0   | 3,80  | 5    | 4     |
| Fosforo (mg%)    | 9     | 30,0  | 24,60 | 18   | 25    |
| Hierro (mg%)     | 1,60  | 1,70  | 0,36  | 0,3  | 0,36  |
| Vitamina C (mg%) | -     | 22,0  | 20    | 20   | 18,2  |
| Vitamina A (µg%) | -     | 410,0 | 2410  | 684  | 943   |
| Niacina (mg%)    | -     | 0,80  | 2,24  | 2,24 | 2,24  |

I. Instituto Nacional de Nutrición (2000)

II. FAO 2012

III. Santos (1980)

IV. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal del Salvador, 2002

V. United States Department of Agriculture (USDA, 2012).

**Tabla 2.** Valores de carbohidratos y fósforo presentes en algunos frutos comunes en Venezuela

| Fruta            | Carbohidratos (%) | Fósforo (%) |
|------------------|-------------------|-------------|
| Cambur           | 22,84             | 22          |
| Mango            | 14,98             | 14          |
| Guayaba          | 14,32             | 40          |
| Parchita         | 14,15             | 25          |
| Piña             | 13,12             | 8           |
| Naranja          | 11,89             | 17          |
| Lechosa          | 10,82             | 10          |
| Tomate de árbol* | 10,10             | 41          |
| Limón            | 9,32              | 16          |
| Melón            | 8,16              | 15          |
| Fresa            | 7,68              | 24          |
| Patilla          | 7,55              | 11          |

Base de datos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos

\* Valor reportado por INN (2000).

El consumo de parchita provee una fuente de vitaminas y minerales que confieren diferentes beneficios a la salud, entre los que se pueden mencionar: propiedades antioxidantes, formación de tejidos blandos/óseos y refuerzo al sistema inmunológico (Vitamina A y C) (Márquez, 1998)

Zibadi y colaboradores (2007) realizaron estudios clínicos en donde concluyeron que el consumo del mesocarpio de la parchita disminuye la presión arterial en personas hipertensas, le atribuyen a esta fruta propiedades antimicrobianas conferidas por los ácidos fenólicos.

#### **4. 2. Tomate de árbol**

##### **Origen de la especie *Cyphomandra betacea***

Según Portela (1999), el centro del origen de *Cyphomandra betacea* se encuentra en Sudamérica, de donde son nativas la gran mayoría de las especies de *Cyphomandra*. Su área de distribución se extiende a lo largo de la cordillera de los Andes, desde Venezuela hasta el norte de Argentina, pero no hay plena certeza acerca de dónde se encuentran sus orígenes.

Brucher (1989) sostiene que, probablemente, haya derivado de *C. bolivaiensis*, una especie del sureste de Venezuela y sur de las Guayanas. Mientras que Bohs (1989) indica que ese origen posiblemente se encuentre en las “yungas”, selvas y bosques que se encuentran al sur de Bolivia y noreste de Argentina.

Portela (1999), por su parte, agregó que el tomate de árbol se difundió a través de todos los continentes a partir del siglo XIX y que, actualmente, se cultiva de forma comercial en varios países, como lo son Ecuador, Perú, Colombia y Nueva Zelanda.

## **Taxonomía de la especie**

Según Hoyos (1989), el tomate de árbol es una solanácea cuyo nombre científico es *Cyphomanda betacea* *Senedtener*. El nombre del género se compone de dos vocablos griegos que significan “tumor macho”, el cual le fue dado debido a una formación de las anteras. El nombre de la especie proviene de la remolacha, que es conocida con el nombre de “betarraga” y que tiene el nombre científico de *Beta vulgaris*.

Guzmán (1998) mencionó que el tomate de árbol es también conocido como tomate francés, tomate cimarrón, tomate de palo, chilito, sima, tomate de lima, tomate chimango, tomate de castilla, tomate de ají, pepino de árbol, tomate dulce, tomate del serrano, tomate de monte y tamarillo, siendo este último el más conocido a nivel mundial.

## **Producción**

La planta se cultiva en zonas caracterizadas por un clima templado y fresco, con altitudes que varían de 1.000 a 3.000 msnm (Bohs, 1989). Álvarez y Manzano (2008) reportaron que en Venezuela, se cultiva en las Cordilleras Andinas, Centrales y Orientales, mientras que Moreno y colaboradores (2007) reseñaron de manera más específica, que en Venezuela se cultiva en los estados Andinos y en el estado Aragua de forma ornamental. Actualmente se carece de datos sobre la producción nacional de esta fruta

A nivel mundial los principales productores de tomate de árbol son Nueva Zelanda, Colombia, Sir Lanka, Kenia, India y Ecuador. La información estadística de la producción y exportación de tomate de árbol es muy escasa a excepción de

países como Colombia, Ecuador y Nueva Zelanda. Por ejemplo, para el año 2005 Colombia exportó 471 toneladas, mientras que Ecuador para este mismo año exportó 10.68 Toneladas (Potencial Agroindustrial Antioqueño, 2005 y CICO, 2009).

### **Características físicas del fruto**

Guzmán y Tovar (1998) reportaron que los frutos del tomate de árbol son carnosos, resistentes al transporte y almacenamiento. Su forma es ovoide-apiculada y su longitud varía entre 8 y 9 cm y su diámetro ecuatorial alcanza unos 5 a 6 cm. Los frutos inician el cambio de color verde a rojo (o amarillo, según sea el caso) a las 16 semanas, a partir de la antesis floral, alcanzando la maduración completa entre las 22 y 23 semanas después de la antesis.

La piel (exocarpo) es suave y según el tipo de tomate de árbol, puede ser de color púrpura, rojo oscuro, anaranjado, amarillo o rojo y amarillo. El color del mesocarpo también varía en función del tipo, ya sea rojizo o anaranjado a amarillo o blancuzco, pudiendo ser jugosos y de sabor agridulce (Meza y Manzano, 2008).

Por su lado, las semillas son pequeñas, planas, circulares y lisas de un color amarillo o pardo, las cuales se encuentran distribuidas en dos lóculos y rodeados por un tejido mucilaginoso negro en los frutos de color púrpura o rojo y amarillo en los de color amarillo o anaranjado (Meza y Manzano, 2008). Cada fruto contiene un promedio de entre 300 y 500 semillas y tienen un peso promedio de 1,5 a 2,5 gramos (Guzmán y Tovar, 1998).

## Características químicas y nutritivas del tomate de árbol

Existen pocos reportes con respecto a la composición química del tomate de árbol. Para tener una idea de esto, se puede mencionar que no existe registro del tomate de árbol (o tamarillo) en la base de datos en USDA (2012). No obstante en la tabla 3 se puede observar la composición química proximal reportada por distintas fuentes.

**Tabla 3.** Composición proximal de 100 g de pulpa de tomate de árbol

| Componente        | I    | II   | III   | IV          | V     |
|-------------------|------|------|-------|-------------|-------|
| Calorías (Kcal)   | 35   | -    | 32    | -           | 32,24 |
| Humedad (%)       | 91,1 | 88,5 | 90,95 | 87 – 92     | 91,6  |
| Carbohidratos (%) | 7,30 | 9,7  | 7,68  | -           | 5,51  |
| Fibra (%)         | -    | 1,8  | 2,0   | 1,2 – 1,8   | 1,68  |
| Proteínas (%)     | 0,60 | 0,8  | 0,67  | -           | 0,81  |
| Grasas (%)        | 0,40 | 0,5  | 0,30  | 0,20- 0,27  | 0,4   |
| Ceniza (%)        | 0,60 | 0,5  | -     | 0,32 – 0,42 | -     |
| Fosforo (mg%)     | 19   | 27   | 24    | 26,3        | 26,0  |
| Calcio (mg%)      | 14   | 28   | 16    | 22,3 – 24,4 | 21,47 |
| Hierro (mg%)      | 0,40 | 0,8  | 0,41  | 1 – 1,38    | 0,46  |
| Niacina (mg%)     | 0,20 | -    | 0,38  | 0,42 – 0,84 | 0,79  |
| Vit C (mg%)       | 57,0 | 60   | 58,8  | 70 – 82     | 54,93 |
| Vit A (mg%)       | 4,0  | 6,0  | 1,0   | -           | 3,0   |

- I. NutrimedPeru (1993)
- II. Tabares y Velásquez (2003)
- III. Revista de la sociedad química de Perú (2008)
- IV. Taylor (2001)
- V. Instituto de Investigación para las Plantas y los Alimentos. Ministerio de Salud de Nueva Zelanda (2011)
- VI. Murton (1987)
- VII. Munsell y colaboradores (1950)
- VIII.FAO, (2012)

Si se compara la composición del tomate de árbol con otras frutas comunes en Venezuela, se puede notar que es rica en minerales, tales como, hierro y fósforo (tabla 4), con un contenido de nitrógeno y aminoácidos libres alto.

**Tabla 4.** Contenido de proteínas, hierro y fósforo presentes en algunos frutos comunes en Venezuela

| Fruta            | Proteínas (g) | Hierro (g) | Fósforo (g) |
|------------------|---------------|------------|-------------|
| Guayaba          | 2,55          | 0,26       | 40          |
| Tomate de árbol* | 2             | 0,9        | 41          |
| Limón            | 1,1           | 0,6        | 16          |
| Cambur           | 1,09          | 0,26       | 22          |
| Naranja          | 1,04          | 0,09       | 17          |
| Melón            | 0,84          | 0,21       | 15          |
| Mango            | 0,82          | 0,16       | 14          |
| Parchita         | 0,67          | 0,36       | 25          |
| Fresa            | 0,67          | 0,41       | 24          |
| Patilla          | 0,61          | 0,24       | 11          |
| Piña             | 0,54          | 0,29       | 8           |
| Lechosa          | 0,47          | 0,25       | 10          |

Base de datos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (2012)

\*\* Valor reportado por INN (2000).

Según Meza (2009), el fruto posee cualidades nutricionales, especialmente sus propiedades de reducción de colesterol y su alto contenido de fibra, el cual favorece el tránsito intestinal. El valor nutritivo del tomate de árbol radica en su excelente aporte de vitaminas, en especial las vitaminas: A, B6, C (ácido ascórbico) y E, otorgando diferentes beneficios a la salud, entre los que se pueden mencionar la función antioxidante y el fortalecimiento del sistema inmunológico.

### Usos

Guzmán y Tovar (1992), al igual que Álvarez y Manzano (2008), reportaron que el tomate de árbol es una fruta que, generalmente, se comercializa en fresco, puesto que posee un sabor agridulce muy agradable. También se usa en la elaboración de alimentos procesados, como productos congelados en forma de

pulpa, helados, frutos en almíbar, jugos, mermeladas, postres, bebidas fermentadas y como colorante vegetal.

Actualmente en Venezuela, este fruto no se encuentra industrializado; su uso es generalmente doméstico y el estado de conocimiento de las posibilidades agroindustriales es bajo. En este sentido, es necesario desarrollar esta área para disminuir pérdidas postcosecha derivadas por el corto tiempo de almacenamiento, darle valor agregado y aprovechar los beneficios nutricionales que aporta su consumo (Álvarez y Manzano 2008).

### **4.3 Fresa**

#### **Origen de la fresa**

Según Sagñay (2009), las fresas o frutillas son varias especies de plantas rastreras del género *Fragaria*, nombre que se relaciona con la fragancia que posee (*fraga*, en latín), cultivadas por su fruto comestible.

Sagñay (2009) reportó que las fresas son originarias de Los Alpes y fueron descubiertas por los romanos, para quienes eran un alimento privilegiado y exclusivo de la clase noble. Por su parte, la Comisión de Fresas de California reportó que no existe un origen exacto para la especie, pero se cree que los romanos y los griegos cultivaban esta fruta en sus jardines y que la usaban con fines médicos, además de servirla en banquetes como manjar.

Según Hoyos (1989), aunque existen más de 600 variedades de fresas, éstas se dividen en dos grandes grupos para su comercialización: las de fruto grande o fresones y las de fruto pequeño o fresas propiamente dichas. Las fresas que se cultivan actualmente a nivel mundial son originarias del cruce de dos especies,

que se encontraban en América a la llegada de los colonos ingleses: una en Norteamérica (*Fragaria virginiana*) y la otra en Suramérica (*Fragaria chiloensis*), ambas llevadas a Europa, donde se realizaron los cruces que dieron origen a las fresas comerciales de hoy en día.

### **Taxonomía de la especie**

La planta *Fragaria x Ananassa* Duch., pertenece a la familia de las Rosáceas, subfamilia Rosídeas y al género *Fragaria* (Guttridge, 1985 citado por Pérez y colaboradores, 2002).

Sagñay (2009) reportó que a la frutilla o fresa se le conoce con los siguientes nombres: fresa o frutilla en español, *fragola* en latín, *morongo* en portugués, *fraise* en francés, *strawberry* en inglés y *terdbeere* en alemán.

### **Producción**

Gonzales (1991) reportó que en Venezuela la fresa se cultiva en pequeñas plantaciones, con una producción baja, a pesar de la gran demanda que siempre ha tenido, tanto para el consumo fresco, como para el uso industrial. Existen dos zonas productoras de fresas en Venezuela: la región de Los Andes y la Colonia Tovar en el Estado Aragua. Además, destaca que los cultivadores de fresas poseen poca información sobre los aspectos de siembra, cosecha y su comercialización.

Según los registros de la FAO, del año 2000 al 2008 los países que más produjeron fresas fueron: Estados Unidos, España, Rusia y Turquía, siendo Estados Unidos el mayor productor, superando el millón de toneladas anuales,

que representa alrededor del 30% de la producción mundial. De los países latinoamericanos, México es el de mayor producción, con alrededor de 200.000 toneladas anuales, mientras que para Venezuela, en el año 2000, se reportó una producción de 7.255 toneladas anuales, sin embargo, se ha observado un incremento progresivo en la producción alcanzándose la cantidad de 16393 toneladas para el año 2008.

### **Características físicas de la fresa**

Pedraza (1999) menciona que la fresa se clasifica como un fruto blando y que, posiblemente, sea el más estudiado de este grupo. Su estructura es poco usual, siendo el verdadero fruto el aquenio, pequeña semilla dispuesta en el exterior de un gran receptáculo blando y unido a él mediante conexiones vasculares. Sin embargo, en general se refieren al fruto como al conjunto de ambos órganos.

Según Sagñay (2009) la fresa es un fruto denominado botánicamente “eterio”, cuyo receptáculo constituye la parte comestible, el cual ofrece una gran variedad de gustos, aromas y consistencias que caracterizan a cada variedad.

### **Características químicas y nutritivas de la fresa**

Según Pedraza (1999), los azúcares son uno de los principales componentes solubles en los frutos blandos. En la fresa madura, la glucosa y la fructosa están presentes en concentraciones similares y representan el 83% del contenido total de azúcares.

Al igual que los azúcares, los ácidos orgánicos son componentes importantes, tanto del aroma, como del sabor de la fresa. Este autor menciona que la relación

azúcar/ácido se usa muy frecuentemente como un índice que predice la calidad del fruto y su aceptabilidad por el consumidor. Esto, de manera general, porque existen otros componentes como los compuestos volátiles (ésteres de alcohol, ácidos grasos, carbonilos, etc.) que también interviene en el aroma y sabor; es tan complejo la mezcla de compuestos volátiles que proporcional el aroma y el sabor de la fresa que han llegado a distinguir más de 200 componentes.

Existen estudios y bases de datos que reportan la composición química de la fresa. En la tabla 5 se muestran los datos de algunas de las fuentes comúnmente utilizadas, por ejemplo, la USDA (2012), la FAO (2012) e INN (2001).

**Tabla 5.** Composición de la fresa, para 100 g de parte comestible, según distintas fuentes consultadas.

| Componente        | I    | II   | III   | IV          | V     |
|-------------------|------|------|-------|-------------|-------|
| Calorías (Kcal)   | 35   | -    | 32    | -           | 32,24 |
| Humedad (%)       | 91,1 | 88,5 | 90,95 | 87 – 92     | 91,6  |
| Carbohidratos (%) | 7,30 | 9,7  | 7,68  | -           | 5,51  |
| Fibra (%)         | -    | 1,8  | 2,0   | 1,2 – 1,8   | 1,68  |
| Proteínas (%)     | 0,60 | 0,8  | 0,67  | -           | 0,81  |
| Grasas (%)        | 0,40 | 0,5  | 0,30  | 0,20- 0,27  | 0,4   |
| Ceniza (%)        | 0,60 | 0,5  | -     | 0,32 – 0,42 | -     |
| Fosforo (mg%)     | 19   | 27   | 24    | 26,3        | 26,0  |
| Calcio (mg%)      | 14   | 28   | 16    | 22,3 – 24,4 | 21,47 |
| Hierro (mg%)      | 0,40 | 0,8  | 0,41  | 1 – 1,38    | 0,46  |
| Niacina (mg%)     | 0,20 | -    | 0,38  | 0,42 – 0,84 | 0,79  |
| Vit C (mg%)       | 57,0 | 60   | 58,8  | 70 – 82     | 54,93 |
| Vit A (mg%)       | 4,0  | 6,0  | 1,0   | -           | 3,0   |

- I. FAO (2012)
- II. INN (2001)
- III. USDA (2012)
- IV. Munsell y colaboradores (1950)
- V. Departamento de Nutrición y Bromatología de la Universidad Complutense de Madrid (2010)

Al comparar la composición química de la fresa con algunas de las frutas de consumo común en Venezuela, se puede notar que la fresa posee un elevado porcentaje de agua y un alto contenido de vitamina C, calcio (Tabla 6) hierro y fósforo (Tabla 4).

**Tabla 6.** Composición de humedad, vitamina C y calcio presentes en algunos frutos comunes en Venezuela

| Fruta            | Humedad (%)  | Vitamina C (mg) | Calcio (mg) |
|------------------|--------------|-----------------|-------------|
| Patilla          | 91,45        | 8,1             | 7           |
| <b>Fresa</b>     | <b>90,95</b> | <b>58,8</b>     | <b>16</b>   |
| Melón            | 90,15        | 36,7            | 9           |
| Limón            | 88,98        | 53,0            | 26          |
| Lechosa          | 88,06        | 88,4            | 20          |
| Tomate de árbol* | 86,7         | 29,0            | 9           |
| Naranja          | 86,36        | 48,5            | 40          |
| Piña             | 86           | 78,9            | 13          |
| Parchita         | 84,21        | 18,2            | 4           |
| Mango            | 83,46        | 36,4            | 11          |
| Guayaba          | 80,8         | 228,3           | 18          |
| Cambur           | 74,91        | 8,7             | 5           |

Base de datos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos

\*\* Valor reportado por INN (2000).

Algunos estudios indican que los extractos de fresas tienen propiedades, tales como: prevención del envejecimiento del cerebro, además de prevenir el cáncer de piel (Hinneburg y colaboradores 2004).

Sagñay (2009) se refirió a la importancia de la fresa en función a su contenido de pigmentos naturales, tales como los antocianos, que son sustancias con acción antioxidante. Igualmente, Pedraza (1999) reportó que muchos de los compuestos de la fresa proporcionan una variedad de efectos biológicos, incluyendo actividad antioxidante, antimicrobiana, antiinflamatoria y acción vasodilatadora.

## **Usos**

Según Sagñay (2009), las fresas son adecuadas en regímenes dietéticos, dado que tienen escasa concentración de glúcidos. Se consumen solas o mezcladas con azúcar, yogurt, helados, mermeladas y también son muy apreciadas en repostería como dulces, pasteles. También se emplea en la producción de bebidas alcohólicas.

### **4.4 Alimentos funcionales**

En la actualidad, se ha incrementado la preocupación por la posible relación entre el estado de salud personal y la alimentación que se recibe. Incluso se acepta, sin protesta, que la salud es un bien preferentemente controlable a través de la alimentación (Alvidez y colaboradores 2002)

Según Martínez (2003), es en esta creciente preocupación por la salud cuando surgen lo que se puede denominar “nuevos alimentos” y/o “alimentos funcionales”. Estos son productos que, además de alimentar a quienes los consumen, le aportan ciertas sustancias nutritivas que ejercen un efecto beneficioso sobre el conjunto de su salud.

La regulación en relación con los alimentos saludables está siendo constantemente revisada y modificada, el cual constituye uno de los temas de mayor dinamismo en los organismos regulatorios y en la industria alimentaria. El concepto de desarrollar alimentos, no sólo para disminuir las deficiencias nutricionales, sino más bien para proteger la salud de la población, fue desarrollado a principios de los años 80 en Japón, a través del Ministerio de Salud,

preocupado por los elevados gastos en salud de la población japonesa con alta expectativa de vida (Araya y Lutz, 2003).

Actualmente, la Asociación Dietética Americana promueve la prevención de enfermedades a través de la investigación e innovación en el campo de los alimentos funcionales, así como también en desarrollar normas de regulación de dichos alimentos. De manera general, todos los países concuerdan en criterios básicos acerca de cómo debe ser un alimento funcional. Dentro de estos criterios se puede mencionar: que son “alimentos”, más no “suplementos”; deben ser seguros e inocuos; su etiquetado o promoción no puede ser falso o inducir engaño; las declaraciones deben referirse a acciones o efectos de un nutriente o de un componente alimentario reconocido y aceptado en forma general (Araya y Lutz, 2003)

#### **4.5 Alimentos enriquecidos y fortificados**

Según Martínez (2003), generalmente se llama alimento enriquecido a aquél, cuyas cantidades de uno o varios de sus nutrientes característicos han sido incrementados, con el propósito de lograr un mayor aporte del mismo en la dieta, asegurando así una mayor probabilidad que la población alcance a ingerir las cantidades necesarias y recomendadas de dicho nutriente. El término enriquecido se ha extendido hoy a la adición de otros nutrientes no característicos del propio alimento o de sustancias no nutritivas que aportan beneficios a la salud.

Por su parte, la Organización Mundial para la Salud (OMS) y la FAO han definido los alimentos fortificados como la adición de uno o más nutrientes esenciales a un alimento esté o no presente en el alimento, con el propósito de

prevenir o corregir una deficiencia probada de uno o más nutrientes en una población específica. De igual manera, ambos organismos han reconocido que existe alrededor de un tercio de la población mundial que presenta alguna deficiencia de micronutrientes.

La deficiencia de micronutrientes tiene distintos efectos adversos sobre la salud; no todos los efectos son clínicamente visibles, incluso bajo niveles de deficiencia pueden desencadenar grandes problemas en la salud. Por ejemplo, se estima que por encima de 2 billones de personas sufren de anemia, menos de dos billones de personas sufren de deficiencia de yodo y 254 millones de niños menores de tres años sufren de deficiencia de vitamina A. La OMS reporta que alrededor de 0,8 millones de muertes mundiales (1,5% del total de muertes) se pueden atribuir a la deficiencia de hierro y números similares se reportan en cuanto a la vitamina A. Adicional a estos factores, la deficiencia de micronutrientes es un factor de riesgo para otras enfermedades (FAO y OMS, 2003).

La FAO y la OMS (2003) proponen, principalmente, tres estrategias para combatir la deficiencia de micronutrientes; éstas son: incrementar la diversidad en el consumo de alimentos, la fortificación de alimentos y la ingesta de suplementos dietéticos.

La fortificación de alimentos es una estrategia que puede ofrecer un resultado positivo en el control en la deficiencia de micronutrientes de una manera rápida y accesible. Por ejemplo, tiene la ventaja de que se puede enriquecer una gran variedad de alimentos, como los de producción local, logrando evitar la problemática económica que sufren algunas poblaciones de bajos recursos que tienden a reducir sus dietas a los alimentos accesibles, que por lo general no

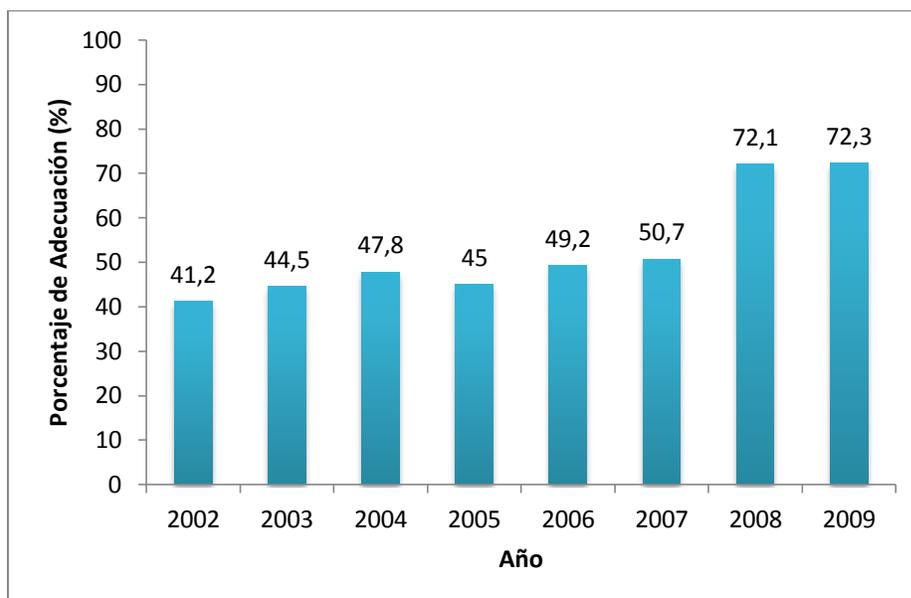
proporcionan todos los requerimientos de una dieta completa. También, está el caso de las personas con algún hábito alimentario incorrecto, por ejemplo, que le no le agrada consumir los lácteos, en este caso podría serle más fácil ingerir algún alimento enriquecido en calcio.

#### **4.5.1 Enriquecimiento con calcio**

Este mineral es el más abundante en el cuerpo humano, constituyendo del 1,5 al 2,0% del peso corporal del hombre adulto y encontrándose la mayor parte (mas del 99%) en los huesos y dientes. El resto está distribuido en los líquidos y tejidos corporales, participando en procesos activos de formación de huesos y reabsorción, así como en otras funciones importantes, como la coagulación de la sangre, la irritabilidad neuromuscular, la contractibilidad muscular y la función miocárdica (Weaber y Heany, 1999 y Palacios, 2007). Arnaud y colaboradores (1997) reportaron que sólo del 30 al 50% del calcio ingerido se absorbe en condiciones normales (absorción fraccionada). Esto se debe a que la absorción del calcio en el intestino puede estar fuertemente influenciada por otros componentes de la dieta, como son la vitamina D, las proteínas, los aminoácidos, el ácido cítrico y la lactosa, mientras que puede reducirse ligeramente si la dieta es muy alta en fibra insoluble, ácido oxálico o ácido fítico.

Según la Hojas de Balance de Alimentos (2009), el consumo de calcio en alimentos ha ido en aumento desde el año 2002 hasta el 2009; sin embargo, se encuentra por debajo del valor establecido como requerimiento diario, el cual corresponde a 1.000 mg/día, valor establecido por el INN en el año 2000 para la población Venezolana. Estos datos se representan en la figura 1 como porcentaje de adecuación, siendo 100% el valor de referencia ponderado.

**Figura 1.** Adecuación de los aportes nutricionales de las disponibilidades alimentarias a los requerimientos de la población Venezolana.



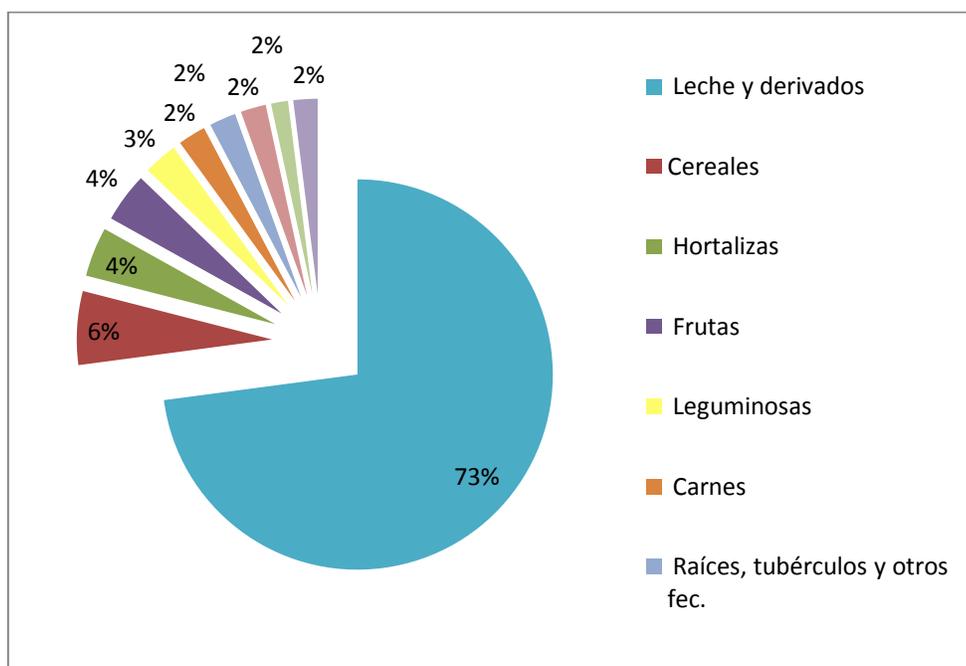
Hojas de balance de Alimentos (HBA) de Venezuela para el período 2002 – 2009

Los efectos de una dieta deficiente en calcio son numerosos, en especial para la salud ósea, porque aun cuando la ingesta de calcio sea mínima las diferentes rutas metabólicas no se detienen, sino extraen el calcio necesario de los huesos para lograr el correcto funcionamiento metabólico. Además, el alto consumo de calcio incrementa la masa ósea durante el crecimiento, en la etapa adulta e incluso en ancianos y disminuye la pérdida ósea en la menopausia o la incidencia de fracturas (Palacios, 2007).

Para el año 2000, el INN reportó 1.200 mg/día como valor referencial de ingesta de calcio para el sexo femenino entre 8 y 19 años, mientras que para el sexo masculino, este mismo valor está señalado para edades entre 11 y 19 años. Individuos de ambos sexos con edades entre 20 y 50 años, deben consumir 1.000 mg/día de calcio.

En Venezuela, la leche y sus derivados son las principales fuentes de calcio según la Hojas de Balance de Alimentos del 2009, seguido por los cereales enriquecidos y frutas (figura 2). Palacios (2007) indicó que en Venezuela no se cuenta con suficiente disponibilidad de alimentos lácteos para cubrir las recomendaciones actuales. Es por ello que el aumento en el consumo de complementos de calcio y de alimentos enriquecidos ha hecho que surja un interés por la ingestión de mayores cantidades de calcio, con el fin de satisfacer las necesidades establecidas (Palacios, 2007).

**Figura 2.** Patron de disponibilidad para consumo humano según los distintos grupos de alimentos.



Fuente: Hojas de Balance de Alimentos (2009).

#### **4.6 Alimentos deshidratados**

Las exigencias actuales del mercado conllevan a la oferta de productos de máxima calidad. Para el caso de los productos deshidratados, los aspectos de calidad más importantes son el color y la textura, junto a su vida útil, factores indispensables para que en un período de tiempo determinado, un producto llegue a ser o no aceptable desde los puntos de vista sensorial, nutritivo o de seguridad. No obstante, se debe recordar que existen multitud de aspectos que van a influir sobre la vida útil de un alimento, como son los tratamientos a los que se ha sido sometido, el tipo de envase utilizado, la temperatura de almacenamiento, etc. (Walker, 1995).

En general, se entiende por deshidratación la eliminación del agua contenida en un sólido por medio de aire caliente, tomando en cuenta los mecanismos de transporte de materia, así como la transmisión de calor. El secado con aire caliente es uno de los métodos más utilizados para la deshidratación de frutas y los equipos principalmente empleados son los secadores tipo plataforma, de bandejas y de túnel (Del Álamo y Nevarez, 2006).

#### **4.7. Láminas flexibles de frutas**

La producción de láminas flexibles de frutas comenzó a ser estudiada en 1942, como una solución para obtener raciones de emergencia para las Fuerzas Armadas durante la Segunda Guerra Mundial, en parte, debido a su alto contenido energético y además éstas pueden ser almacenadas en temperaturas desde -18 °C hasta 40 °C, sin sufrir ningún tipo de deterioro (Cruess 1981, citado por Guerra, 2005).

Según Guerra (2005), las láminas deshidratadas o flexibles son originarias de Norteamérica. En la actualidad su consumo se ha extendido a otros países de Centro y Suramérica, África del Norte, Europa, países mediterráneos, Medio Oriente, etc., por ser una excelente alternativa al poderse almacenar aun en lugares de condiciones climáticas adversas.

Raab y Oehler (1976) reportaron que la elaboración de las láminas de frutas se da por la deshidratación de purés de fruta. Este puede ser ligeramente endulzado, luego esparcido en una bandeja en forma de lámina y, finalmente, deshidratado. El producto tiene una apariencia traslúcida-brillante, textura masticable, buen sabor y aroma.

La lámina se despega del molde, se corta y se envasa (Guerra, 2005). Así se obtiene como producto final un "snack" de agradable sabor, que no requiere de ningún otro tipo de procesamiento antes de ser consumido.

Se han realizado un gran número de estudios sobre la formulación, la elaboración y desarrollo de láminas flexibles. Se puede mencionar el trabajo realizado por Álvarez (1997), mediante el cual se elaboraron láminas de tuna con pulpa de membrillo con tres formulaciones en cantidades iguales de azúcar, con tres tratamientos de distintas proporciones de pulpas, metabisulfito de sodio, aceite de oliva y canela. Para reducir la pérdida de color y de nutrientes, se agregaron antioxidantes, tales como, ácido ascórbico, ácido cítrico, jugo de limón o jugo de piña, antes de la etapa de secado. Obtenidas las láminas, se procedió a cortarlas en tiras y a envasarlas en empaques de polipropileno impermeable. Se evaluó el cambio sensorial de los productos durante el almacenamiento (cada 30 días por 3 meses), encontrándose que ninguna de las formulaciones sufrió

cambios significativos durante el almacenamiento, manteniendo su apariencia, textura y sabor.

Merino (2002) desarrolló láminas flexibles a partir de pulpa de murta (*Ugni molinae* Turcz) congelada. A la materia prima se le determinó el pH y los contenidos de sólidos solubles, acidez y humedad. Adicionalmente, al producto terminado se le midió el contenido de fibra dietaria soluble e insoluble, la actividad de agua, el aporte calórico y el contenido de vitamina C, además de las evaluaciones sensoriales, de aceptabilidad y calidad. Se encontró que en las mezclas, la acidez disminuyó a medida que se incorporó manzana y la humedad se mantuvo cercana al 75%, excepto en el tratamiento con mayor contenido de azúcar. A su vez, el tratamiento con mayor contenido de manzana tuvo el mayor aporte calórico y el tratamiento con mayor contenido de azúcar fue el que obtuvo una mejor aceptabilidad.

Guerra (2005) estudió la elaboración de láminas de frutas a partir de arándano (*Vaccinium corymbosum*) y manzana (*Malus pumilia* Mill). Para esto, realizó tres formulaciones y aplicaron los tratamientos mencionados por Merino (2002), obteniéndose que el tratamiento con mayor contenido de fibra dietaria fue el tratamiento con 80% de arándanos, 15% de manzana y 5% de azúcar. Sensorialmente, los tres tratamientos obtuvieron una evaluación promedio de 7 en una escala hedónica de 9 puntos, por un panel sensorial entrenado de 8 jueces.

En Estados Unidos, las láminas de frutas son una de las merienda populares en la dieta de los estadounidenses, es por esto que Ratphitagsanti y colaboradores (2005) investigaron los efectos de la adición de tres ingredientes (jarabe de maíz, pectina y ácido cítrico) al puré de fresa antes de ser deshidratado,

para ser comparado con las láminas de frutas vendidas comercialmente. Para cada tratamiento se midieron el pH, la actividad de agua, el contenido de humedad, el color, la textura y la viscosidad. Los prototipos tenían un color atractivo, con enrojecimiento moderado y bajo amarillo. De los resultados se encontró que, dependiendo de los aditivos agregados a la pulpa de fresa, cambiaban las propiedades tales como, la gomosidad y la dureza, entre otros. Otras características como la textura fueron similares a algunas marcas comerciales de láminas deshidratadas.

Lynn (2007) elaboró tres formulaciones de láminas utilizando pulpa de fresa con la incorporación de ácido ascórbico como estabilizante de color y concentrado de granada. Las láminas obtenidas se caracterizaron química y sensorialmente; se envasaron en polipropileno y se almacenaron a temperatura ambiente (18-20°C). Luego de 90 días de almacenamiento, se determinaron las características químicas. Las evaluaciones sensoriales de calidad y aceptabilidad se realizaron al inicio, 45 y 90 días. Durante el período de almacenamiento (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 y luminosidad de uno de los tratamientos, lo cual se atribuyó a la concentración de ácido ascórbico, lo que originó la disminución en la aceptabilidad del producto.

También, se han realizado estudios donde se analiza la producción de láminas deshidratadas desde un punto de vista comercial, tal es el caso de Ekanayake y Bandara (2002) quienes observaron que en Sri Lanka, durante la época de producción de banana, había una gran pérdida del producto (alrededor de un 30%)

que no se vendía ni se podía transportar y decidieron desarrollar láminas deshidratadas de bananas, debido a la gran ventaja que les da su larga vida útil.

En Asia, el durián (*Durio zibethinus* L.) es una fruta ampliamente distribuida y cultivada que no se comercializa en grandes cantidades, considerándose la deshidratación de la fruta como un método conveniente de comercialización. Jaswir y colaboradores (2008) estudiaron la identificación de los componentes volátiles y su retención durante el procesamiento y almacenamiento de láminas deshidratadas de durián. Durante el almacenamiento de las láminas deshidratadas, la proporción relativa de ácidos aumentó, mientras que los ésteres, aldehídos y alcoholes disminuyó. Estos datos fueron considerados de importancia para garantizar la calidad de las láminas de frutas producidas.

En Venezuela, se han desarrollado distintas formulaciones para la elaboración de laminas deshidratadas, tal es el caso de Álvarez (2009), quien trabajó con láminas flexibles de parchitas enriquecidas con calcio, empleando tres proporciones de fructosa (15, 20, 25%) del total de azúcar agregado para llevarlas a un contenido de sólidos solubles de 20 y 40 °Brix. Se les realizaron diversos análisis fisicoquímicos y concluyó que la preparación con mayor contenido de azúcar fue la más aceptada, con una aceptación promedio de 3 en una escala hedónica de 3 puntos.

Ramírez (2009) estudió las variables: contenido de sólidos solubles (20 y 30°Brix), pectina añadida (0; 0,75 y 1,50%) y estabilidad de almacenamiento a temperatura ambiente durante 1 y 4 semanas sobre láminas flexibles de mango enriquecidas con calcio. Concluyó que la adición de pectina sin añadir azúcar incrementó la dureza y que en aquellas láminas con azúcar añadida afectó

favorablemente su color y que si no se añade pectina, el añadir azúcar favorece la dureza de las láminas. Por otro lado, el producto se mantuvo estable durante las 4 semanas de almacenamiento que duró el estudio.

Rodríguez (2011) desarrolló láminas deshidratadas enriquecidas con calcio a partir de una mezcla de parchita con zanahoria y parchita con remolacha. Se probaron distintas formulaciones de pulpas y de azúcar, además de realizar distintos análisis físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales, encontrándose que es posible la elaboración de dichas láminas con alrededor de 20% de humedad, un pH bajo, baja actividad de agua, un bajo contaje microbiológico y muy buena aceptación con un porcentaje de remolacha y porcentaje de zanahoria.

Ramírez (2011) reportó que era posible elaborar láminas flexibles de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) enriquecidas con calcio, de buena aceptabilidad, bajo pH, bajos valores de humedad y actividad de agua; alta acidez y de apropiada calidad microbiológica.

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 Materiales**

Se utilizaron parchitas (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Degener), tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendth) y fresas (*Fragaria sp*), adquiridas en un mercado local de la ciudad de Caracas.

### **5.2 Métodos**

#### **5.2.1 Obtención de la pulpa de parchita**

Para la obtención de la pulpa de parchita se empleó el método utilizado por Álvarez (2009). Primero, se lavaron las parchitas con agua y jabón. Se cortaron las frutas transversalmente en dos mitades y se separó el mesocarpio de las semillas con sus arilos. Los mesocarpios se sumergieron en agua hirviendo durante 30 minutos para eliminar la piel, luego se enfriaron inmediatamente hasta temperatura ambiente y para proceder a su separación.

Para obtener el jugo, se separaron las semillas del arilo tamizándolas a través de un paño de muselina.

La pulpa de parchita se obtuvo al homogenizar el mesocarpio y el jugo. Por último, la pulpa se colocó en bolsas plásticas y se almacenaron en un congelador a -10°C.

### **5.2.2 Obtención de la pulpa de fresa**

En la preparación de la pulpa de fresa, se eliminó el pedúnculo de las fresas; se lavaron con abundante agua y luego se cortaron y homogenizaron. La pulpa se colocó en bolsas plásticas y se almacenó en un congelador a -10°C.

### **5.2.3 Obtención de la pulpa de tomate de árbol**

Se empleó el método utilizado por Álvarez y Manzano (2008). Primero, se lavaron las frutas manualmente con abundante agua para eliminar impurezas o contaminantes y se les eliminó el pedúnculo.

Para remover la piel de los frutos, se sometieron a un baño de María por 5 minutos seguido de un baño de agua fría para llevarlos a temperatura ambiente.

Los frutos se cortaron de forma perpendicular para separar el mesocarpio de las semillas con el arilo. Luego, las semillas con sus arilos se tamizaron a través de un paño de muselina para separar la pulpa de las semillas. Por último, la pulpa se almacenó en un congelador a -10°C

### **5.2.4 Caracterización física de los frutos de tomate de árbol**

Se determinó el peso promedio, las dimensiones promedio (diámetro y largo), las proporciones de piel (epicarpio), mesocarpio y semillas de los frutos de tomate de árbol.

### 5.2.5 Caracterización de la pulpa de parchita, tomate de árbol y fresa

A cada una de las pulpas se le realizó los siguientes análisis por triplicado:

- **Humedad:** se determinó por el método 920.151 de la AOAC (1990).
- **Sólidos solubles:** se empleó un refractómetro Bausch & Lomb para reportar los resultados como °Brix a 20°C.
- **pH:** se utilizó un potenciómetro digital Modelo Hannus, según el método 945.27 de la AOAC (1990).
- **Acidez total titulable:** se determinó por titulación hasta pH 8,1 por el método 942.15 de la AOAC (1990). Los resultados se expresaron como gramos de ácido cítrico por cada 100 g de muestra.
- **Cenizas:** se empleó el método 940.26 de la AOAC (1990).
- **Compuestos fenólicos totales:** se realizó según el método empleado por Price y Butler (1977).
- **Color:** se midió según el sistema Hunter de color con un fotocolorímetro marca MacBeth Color-eye 2245 (New York, USA), por el método del triestímulo ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), calibrado con un prisma blanco ( $L^* = 94,61$ ,  $a^* = -1,17$ ,  $b^* = 2,17$ ). Los parámetros medidos fueron  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , utilizándose un iluminante D65 y un observador 10°.

### **5.2.6 Desarrollo de formulaciones de las láminas flexibles de parchita con tomate de árbol**

Para la elaboración de las láminas de frutas se siguió la metodología empleada por Rodríguez (2011). Se probaron las siguientes combinaciones de parchita y tomate de árbol:

- a.- 75% de parchita con 25% de tomate de árbol
- b.- 50% de parchita con 50% de tomate de árbol
- c.- 25% de parchita con 75% de tomate de árbol

La pulpa combinada se mezcló con azúcar hasta alcanzar 20°Brix, utilizando una mezcla compuesta de 50% de fructosa y 50% de sacarosa. Una vez obtenidos los grados Brix deseados, se le añadieron 2,3 mg de calcio por cada 100 g de producto, bajo la forma de lactato de calcio ( $\text{Ca} (\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ).

Después, la mezcla se extendió uniformemente sobre una bandeja utilizando un nivelador para controlar el espesor de 4mm. Se llevaron las bandejas a un deshidratador a 60°C hasta que se alcanzó un 15% de humedad final aproximadamente. Las láminas se empaquetaron en papel celofán y se almacenaron a temperatura ambiente.

### 5.2.7 Desarrollo de las formulaciones de las láminas flexibles de parchita con fresa

Para la elaboración de las láminas de frutas de parchita y fresa, se siguió la metodología anteriormente indicada, con la diferencia que las combinaciones de pulpas a probar fueron:

- a.- 90% de parchita con 10% de fresa
- b.- 70% de parchita con 30% de fresa
- c.- 50% de parchita con 50% de fresa

### 5.2.8 Análisis de las láminas elaboradas

A las láminas elaboradas se les hizo los siguientes análisis físicos y químicos:

- **Humedad:** se determinó por el método 920.151 de AOAC (1990).
- **Sólidos solubles:** se empleó un refractómetro de Bausch & Lomb para reportar los resultados como °Brix a 20°C.
- **pH:** se utilizó un potenciómetro digital Modelo Hannus, según el método 945.27 de la AOAC (1990).
- **Acidez total titulable:** se determinó por titulación hasta pH 8,1 por el método 942.15 de la AOAC (1990). Los resultados se expresaron como gramos de ácido cítrico por cada 100 g de muestra.
- **Color:** se midió según el sistema Hunter de color con un fotocolorímetro marca MacBeth Color-eye 2245 (New York, USA), por el método del triestímulo ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), calibrado con un prisma blanco ( $L^* = 94,61$ ,  $a^* = -$

1,17,  $b^* = 2,17$ ). Los parámetros proporcionados son:  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , utilizándose un iluminante D65 y un observador 10°.

### **5.2.9 Aceptabilidad**

Las diferentes láminas obtenidas se evaluaron de forma sensorial para estudiar su aceptabilidad. Para esto, se empleó una escala hedónica de nueve puntos, mediante la cual se evaluaron los atributos color, sabor, olor y aceptación global, trabajando con treinta panelistas. Las láminas en trozos de 2 cm<sup>2</sup>, se colocaron en platos plásticos y se codificarán con tres (3) dígitos seleccionados al azar. Cada producto se evaluó independientemente para evitar comparaciones.

De los resultados obtenidos de la evaluación sensorial, después de realizar el análisis estadístico, se eligió una formulación entre las tres combinaciones de parchita y tomate de árbol y una para parchita y fresa.

### **5.2.10 Curva de secado**

Una vez definidas las formulaciones para elaborar las láminas en cada caso, se procedió a elaborar la curva de secado, con el fin de definir el tiempo requerido para deshidratar la pulpa hasta 15 °Brix. Para esto se pesaron 5 g de cada formulación de combinación de pulpas acondicionadas a 20°Brix en cápsulas de aluminio a peso constante, se llevaron al deshidratador a 60°C (temperatura usada para deshidratar las láminas) y cada hora se retiraron 3 cápsulas, se colocaron en un desecador hasta alcanzar la temperatura ambiente y se pesaron, con la finalidad de registrar la pérdida de agua durante el proceso de deshidratación.

### 5.2.11 Caracterización de las láminas de parchita con tomate de árbol y de parchita con fresa enriquecidas con calcio

Luego de haber seleccionado la formulación más aceptada por los panelistas se procedió a realizar los siguientes análisis:

- **Humedad:** se determinó por el método 920.151 de la AOAC (1990).
- **Sólidos solubles:** se empleó un refractómetro Bausch & Lomb para reportar los resultados como °Brix a 20°C.
- **pH:** se realizó mediante un potenciómetro digital, según el método 945.27 de la AOAC (1990).
- **Acidez total titulable:** se determinó por titulación hasta pH 8,1 por el método 942.15 de la AOAC (1990).
- **Cenizas:** se siguió el método 940.26 de la AOAC (1990).
- **Azúcares reductores, no reductores y totales:** se cuantificaron utilizando el método 925.35 de la AOAC (1990).
- **Actividad de agua:** se realizó mediante el empleo del equipo psicrométrico Aqualab Cx-2 (Decagon Devices, Pullman, USA).
- **Compuestos fenólicos totales:** realizó según el método empleado por Price y Butler, (1977)
- **Color:** se midió por medio del sistema Hunter de color en un fotocolorímetro marca MacBeth Color-eye 2245 (New York, USA), por el método del triestímulo ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), calibrado con un prisma blanco ( $L^* = 94,61$ ,  $a^* = -1,17$ ,  $b^* = 2,17$ ). Los parámetros medidos fueron  $L$ ,  $a$  y  $b$ , utilizándose un iluminante D65 y un observador  $10^\circ$

- **Contenido de calcio:** se determinó mediante el método permanganométrico, valorando con permanganato de potasio ( $K_2MnO_4$ ) el ácido oxálico liberado del oxalato de calcio ( $CaC_2O_4$ ), al hacer reaccionar esta especie con ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ).
- **Textura:** a las láminas se les determinó la fuerza de ruptura (g) y la elasticidad (mm) utilizando un texturómetro (“texture analyzer”) marca Stable Microns Systems (UK) modelo TA.XT2i. Para medir la fuerza de ruptura y la elasticidad de las láminas, estas fueron cortadas en rectángulos de 5 cm de largo y 2 cm de ancho y se estiraron 2 cm a la velocidad de 2 mm/s, utilizando como accesorio del texturómetro unas pinzas (“mini tensile grips A/MTG”) para sujetar la muestra, mientras ésta era estirada por el aparato.
- **Poder reductor:** La capacidad de los extractos de reducir el hierro (III) fue medida al igual que lo hicieron Hinnerburg y colaboradores (2006). Para la obtención de los extractos a utilizar en la determinación del poder reductor, las láminas de parchita con tomate de árbol, y parchita con fresa se introdujeron en nitrógeno líquido y se trituraron con ayuda de un mortero, cuidando de mantener baja la temperatura mediante adiciones constantes de nitrógeno líquido. Una vez triturado, el polvo obtenido se almacenó a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta el momento de su utilización. Para llevar a cabo las extracciones se pesaron alrededor de 2,5 g del polvo en fioles de 50 ml, a las que se les añadieron 20 ml de metanol. Las fioles recubiertas con papel de aluminio se colocaron en un baño con agitador a temperatura ambiente, manteniéndose

con agitación constante durante 1 hora. Transcurrido este tiempo se procedió a su centrifugaron a 12.000 x g durante 5 minutos y a 4°C. Los sobrenadantes así obtenidos fueron inmediatamente almacenados a -20°C hasta su utilización.

Para determinar el poder reductor 1 ml de extracto fue mezclado con 2,5 mL de buffer fosfato (0,2 M, pH 6,6) y 2,5 ml de solución acuosa de hexacianoferrato de potasio al 1% ( $K_3Fe(CN)_6$ ). Después de 30 minutos de incubación a 50 °C, se añadieron 2,5 ml de solución de ácido tricloroacético al 10% y la mezcla se centrifugó 1086 x g por 10 minutos. De la capa superior del centrifugado se tomó una alícuota de 2,5 ml, a la cual se le añadió 2,5 ml de agua destilada y 0,5 ml de cloruro férrico, para luego de 10 minutos medir la densidad óptica a 700 nm. Como blanco se utilizó 1 ml de metanol en lugar de extracto. Se realizó una curva patrón de ácido ascórbico y el poder reductor fue expresado como mg de ácido ascórbico/mg muestra. Los valores son presentados como la media de 3 réplicas.

#### **5.2.12 Aceptabilidad por consumidores**

Se evaluó la aceptabilidad de las láminas en cuanto a su aceptación global, utilizando un panel de 50 consumidores para cada producto, con una escala hedónica de 9 puntos. La cantidad de muestra presentada a cada consumidor fue de un trozo de 2 cm<sup>2</sup>, en una envoltura de celofán transparente y cada producto se evaluó independientemente para evitar comparaciones.

### **5.2.13 Análisis estadísticos de los resultados**

En los casos en que así fue requerido, los resultados obtenidos de los análisis realizados a las láminas deshidratadas fueron procesados utilizando el programa Statistical Graphics System Educational (Statistic), para determinar diferencias significativas, escogiendo un análisis de varianza ANOVA de una vía, con un nivel de significancia del 5%. Cuando fue necesario, se aplicó una prueba a posteriori LSD a los resultados que presenten diferencias significativas entre sí.

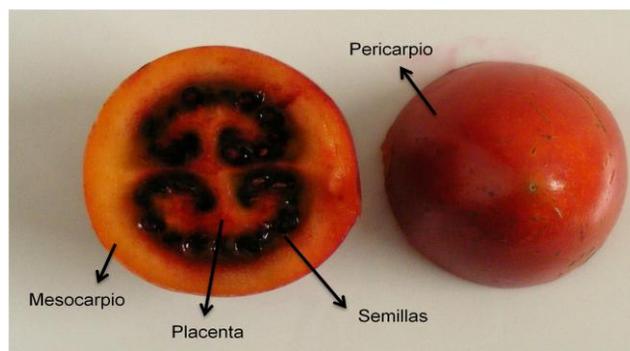
## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. Características físicas de la materia prima del tomate de árbol

En las figuras 3 y 4 se puede observar las distintas partes del fruto de tomate de árbol, el cual se caracteriza por poseer una piel de color rojo, el mesocarpio es carnoso de color amarillo, el arilo es de color rojo oscuro el cual rodea a las semillas, las cuales son pequeñas, planas, circulares y lisas de un color pardo.



**Figura 3.** Corte longitudinal del fruto de tomate del árbol (*Cyphomandra betacea* Sendth)



**Figura 4.** Corte transversal del fruto del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendth)

Según Meza y Manzano (2009) existen diferentes formas del género *Cyphomandra*: ovalado, apiculado, esférico, piriforme y elipsoide. Los frutos del tomate de árbol, que corresponden a la especie *C. betacea* empleados en este estudio, presentan poca uniformidad en sus tamaños, como se puede ver en la

tabla 7. Específicamente, el peso del fruto presenta un valor promedio de 85,73 g, con una desviación estándar de  $\pm 44,33$  g. Dicho valor es menor que el reportado por Meza y Manzano (2009), los cuales indicaron un peso de  $100,17 \pm 19,0$  g. Ramírez (2008) reportó un peso de  $91,96 \pm 6,72$  g, valor que se aproxima al encontrado en el presente trabajo.

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas (1997), que estableció los requisitos que debe cumplir el tomate de árbol rojo (*Cyphomandra betacea* Sendt), destinado para el consumo fresco o como materia prima para el procesamiento colombiano, indicó que para un diámetro máximo entre 54 y 51 mm, el valor correspondiente al reportado en este estudio (51,91 mm), debe presentar un peso promedio de 99 g. La falta de concordancia entre ambos valores se debió a la gran diversidad en el tamaño de los frutos empleados en el presente estudio.

**Tabla 7.** Características físicas del fruto de tomate de árbol

| <b>Parámetro</b>              | <b>Valor</b>       |
|-------------------------------|--------------------|
| <b>Peso promedio (g)*</b>     | 85,73 $\pm$ 44,33  |
| <b>Largo (mm)**</b>           | 72,82 $\pm$ 4,79   |
| <b>Diámetro máximo (mm)**</b> | 51,91 $\pm$ 2,93   |
| <b>Piel (%)***</b>            | 22,95 $\pm$ 7,68   |
| <b>Pulpa (%)***</b>           | 65,30 $\pm$ 8,25   |
| <b>Semilla (%)***</b>         | 11,75 $\pm$ 3,30   |
| <b>Número de semillas***</b>  | 292,63 $\pm$ 74,91 |

Valores expresados como media  $\pm$  desviación estándar.

\*: N= 100; \*\*: N = 20, \*\*\*: N= 10

Según Meza y Manzano (2009), las diferencias en los tamaños, dimensiones y proporciones de los frutos puede deberse al efecto del cultivo, que pueden estar

influenciados por el tipo de suelo, la fertilización y otros factores como los ambientales y genéticos.

Respecto a la proporción de pulpa en el fruto, se obtuvo un valor de 65,30 %; cuando se compara dicho valor con los encontrados en la literatura revisada, se tiene que el mismo está entre los valores reportados por Gongora y Young en 1953 (69%); la Norma Técnica Colombiana en 1997 (75%) y Meza y Manzano en 2009 (57%).

Por otro lado, el rendimiento en la pulpa obtenido en este estudio fue de 56,59%. Ramírez (2008) reportó que el rendimiento de la pulpa puede variar según el tiempo de almacenamiento transcurrido postcosecha. En este caso, las diferencias se pudieron deber al líquido derramado al momento del corte, a que parte del arilo queda unido a las semillas y a pérdidas del procesamiento en sí.

Si se compara la proporción de pulpa de tomate de árbol con respecto a la de algunos frutos de consumo común en Venezuela, se puede ver que éste es mayor que el encontrado en frutas como el limón (53%), patilla (52%), melón (51%) y piña (51%), valores reportados por la base de datos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos. Estos datos indican que el rendimiento aprovechable del tomate de árbol puede potenciar su uso industrial en la elaboración de distintos productos.

Con respecto al número de semillas se observa que presenta gran cantidad, (293 aproximadamente), las cuales tienen la característica de ser pubescentes, cubiertas por un arilo gelatinoso de color rojo oscuro. Dichos valores son similares

a los reportados por Meza y Manzano en 2009 (250 semillas) y al valor reportado por Guzmán y Tovar (1998) el cual indicaron que cada fruto contiene un promedio de 300-500 semillas.

## **2. Caracterización de las pulpas de parchita, tomate de árbol y fresa.**

Las características químicas de las frutas tienen gran importancia en diferentes ámbitos; por un lado se tiene el industrial, el cual está directamente relacionado con todas las transformaciones que sufren los frutos a lo largo de las manipulaciones a las que están sujetos. Además, una correcta caracterización química de los alimentos va adquiriendo cada día mayor importancia, puesto que representa la estructura básica del conocimiento en el que se apoyan todas las tecnologías relacionadas con el desarrollo agroindustrial (Badui,1990). Por otro lado, el creciente interés por parte de los consumidores acerca de conocer los beneficios que ofrece el consumo de frutas para la salud, debido a la presencia de micronutrientes, lo ha convertido en un conocimiento útil con la intención de promover su consumo.

En la tabla 8 se muestran los resultados de los análisis químicos y físicos realizados a las pulpas de parchita, tomate de árbol y fresa. Se puede observar de manera general, que el principal constituyente de la parte comestible de estas frutas es el agua. Cegarra (1968) reportó que los principales constituyentes de la parte comestible de las frutas son: agua, carbohidratos, ácidos, proteínas, minerales, pigmentos y vitaminas, entre otros en orden decreciente

**Tabla 8.** Parámetros químicos y físicos determinados en la pulpa de parchita (mesocarpio más arilo), de tomate de árbol y fresa.

| Parámetro                               | Parchita     | Tomate de árbol | Fresa         |               |
|---|--------------|-----------------|---------------|---------------|
| Humedad (%)                             | 85,49 ± 0,04 | 87,60 ± 0,19    | 91,22 ± 0,09  |               |
| Sólidos Solubles (°Brix)                | 7,33 ± 0,12  | 11,33 ± 0,12    | 6,23 ± 0,06   |               |
| pH                                      | 3,01 ± 0,02  | 3,67 ± 0,01     | 3,59 ± 0,03   |               |
| Acidez Total Titulable (%) <sup>"</sup> | 1,14 ± 0,027 | 1,64 ± 0,02     | 0,87 ± 0,02   |               |
| Cenizas (%)                             | 0,50 ± 0,13  | 2,64 ± 0,17     | 0,17 ± 0,03   |               |
| Color                                   | L*           | 58,95 ± 0,01    | 19,68 ± 0,01  | 54,25 ± 0,02  |
|   | a*           | +11,39 ± 0,01   | +32,46 ± 0,05 | +68,89 ± 0,02 |
|   | b*           | +55,97 ± 0,06   | +17,50 ± 0,13 | +34,47 ± 0,08 |

Valores expresados como media ± desviación estándar, N = 3

<sup>"</sup>: expresada como ácido cítrico

## 2.1 Humedad

En los alimentos deshidratados, es necesario considerar la influencia de la humedad para obtener un producto con buena aceptación, debido a que el agua es un factor determinante en la inhibición o propagación de las diferentes reacciones químicas y microbiológicas que pueden alterar la calidad nutritiva y sensorial de los alimentos (Badui, 1990)

En la tabla 8 se muestra el valor promedio del contenido de humedad de la pulpa de parchita el cual fue de 85,49 ± 0,04. Al comparar este valor con los reportados en la tabla 1, se observa que se encuentra dentro de los valores (80 - 85,10 %).

Por otro lado, en la tabla 8 se reporta un valor de 87,60 ± 0,19 % de humedad para la pulpa de tomate de árbol. Dicho valor se asemeja a los valores presentados en la tabla 3 (87 - 92%) y que corresponden a los reportados por la literatura revisada.

Igualmente, en la tabla 8 se puede observar el valor promedio de humedad para la pulpa de fresa ( $91,22 \pm 0,09$  %), el cual se encuentra dentro de los valores (87 y 92%) reportados (tabla 5) para esta fruta.

De las tres pulpas, la que presenta un contenido mayor de agua es la de fresa, comparado con el contenido de humedad de algunas de las frutas de uso común en Venezuela (tabla 9), se tiene que la fresa es una de las que mayor contenido de agua tiene, junto a la patilla y el melón.

El alto contenido de humedad en la pulpa es una desventaja a tener en cuenta al considerarla como materia prima en un proceso de deshidratación, no obstante, el mezclado de la pulpa de fresa con pulpas de fruta de mayor contenido de sólidos totales como la pulpa de parchita disminuye esta desventaja.

**Tabla 9.** Contenido de humedad de algunas de las frutas comunes en Venezuela

| <b>Fruta</b>            | <b>% Humedad</b> |
|-------------------------|------------------|
| <b>Patilla</b>          | 91,45            |
| <b>Fresa</b>            | 90,95            |
| <b>Melón</b>            | 90,15            |
| <b>Limón</b>            | 88,98            |
| <b>Lechosa</b>          | 88,06            |
| <b>Tomate de Árbol*</b> | 86,70            |
| <b>Naranja</b>          | 86,36            |
| <b>Piña</b>             | 86,00            |
| <b>Parchita</b>         | 84,21            |
| <b>Mango</b>            | 83,46            |
| <b>Guayaba</b>          | 80,8             |
| <b>Cambur</b>           | 74,91            |

Base de datos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos

\* Valor reportado por INN (2000).

## 2.2 Sólidos Solubles

Según Valderrama (1998), la medición de los sólidos solubles representa uno de los principales análisis a realizar durante el proceso de elaboración de productos como las láminas deshidratadas, jugos y mermeladas, entre otros. El contenido de sólidos solubles es un buen estimador del contenido de azúcar, ya que representa la materia soluble en la mayoría de las frutas. Lo anterior, además de ser empleado en la determinación del estado óptimo de madurez de un fruto.

La pulpa de parchita presentó un valor de sólidos solubles de 7,33 °Brix. Álvarez (2009) reportó un valor de 9,0 °Brix y Rodríguez (2011) obtuvo un valor de 10,13 °Brix en la pulpa de parchita elaborada de manera similar a como se hizo en el presente trabajo. Como puede observarse, el valor de 7,33°Brix es algo inferior a los dos anteriores, lo cual implica cierta diversidad en el contenido de sólidos solubles y, por ende, de azúcares en la pulpa de parchita.

En la tabla 8 se muestra el valor de los sólidos solubles expresados en grados Brix para la pulpa de tomate de árbol (11,33); dicho valor es similar al reportado por Ramírez (2009), quien indicó que para el día 27 de almacenamiento postcosecha, los frutos presentaron un valor de 11,0 °Brix. De igual manera, Moreno (2005) reportó un valor de sólidos solubles de 11,0 ° Brix; y Carrasco y Encina (2008) indicaron un contenido de 11,57 °Brix. La similitud entre el valor de sólidos solubles obtenido y los reportados en las referencias consultadas parecieran indicar que se presenta poca variabilidad de estos y por lo tanto, del contenido de azúcares, en la pulpa de tomate de árbol

Por ultimo, en la tabla 8 se presenta el resultado obtenido en la medición de los grados Brix de la pulpa de fresa (6,23 °Brix); dicho valor se encuentra por debajo de los reportados en La Guía Práctica de Exportación de Fresas a los Estados Unidos, el cual establece como estándar de calidad un mínimo de 7 °Brix para un sabor aceptable. De esto se puede inferir que las fresas utilizadas en este trabajo no serían aptas para la exportación según dichos estándares, por lo tanto, su aprovechamiento por la industria en combinación de otra fruta resultaría en una alternativa interesante para aprovechar estas fresas.

### **2.3 pH**

Sagñay (2009) mencionó que el pH es un buen indicador del estado general de un producto, ya que tiene influencia en múltiples procesos de alteración y estabilidad de los alimentos, así como en la proliferación de microorganismos.

Como se muestra en la tabla 8, el pH de la pulpa de parchita es de 3,01. Dicho valor se encuentra bastante próximo a los reportados por Álvarez (2009) y Rodríguez (2011), los cuales son 2,88 y 3,21, respectivamente para pulpa elaborada de forma similar a partir del mesocarpio con los arilos.

Por otro lado, García (2002) reporta que el pH del jugo de parchita para fines de industrialización oscila entre 2,8 a 3,3. De igual manera, Del Ángel y colaboradores (2002) reportaron valores de jugo de parchita de 2,94 a 3,0. Según los datos anteriores, el valor de pH se encuentra dentro de los rangos deseables para su utilización por la industria, con el beneficio extra de contener la pulpa obtenida un mayor contenido de sólidos totales en comparación con el jugo de parchita.

La parchita tiene un sabor intenso y aroma, lo cual lo hace un ingrediente muy deseable para la formulación de alimentos, sin embargo, debido a su alta acidez sólo se pueden utilizar pequeñas cantidades. Para solventar este problema se han desarrollado diferentes mecanismos para la disminución de su acidez sin afectar sus cualidades sensoriales (Vera y colaboradores, 2003). No obstante, el pH de la pulpa (3,01) es un valor ideal en este caso, ya que el pH que se esperaba tuviesen las láminas a elaborar debía estar comprendido entre 3,0 y 3,3.

La pulpa de tomate de árbol presentó un valor de pH de 3,67. Meza y Manzano (2009) reportaron un valor de 3,92 para el arilo, mientras que Carrasco y Encina (2008) reportaron un valor de 3,77 para la pulpa.

Ramírez (2008) por su parte reportó para el contenido de 100g de parte comestible de tomate de árbol, valores entre 3,17 y 3,80. Como puede observarse, el valor de pH encontrado para el tomate de árbol se encuentra entre los señalados en la literatura y de igual manera es un valor deseable en la pulpa destinada a la elaboración de láminas de frutas, ya que disminuye o evita el uso de ácidos en las formulaciones.

En la tabla 8 puede observarse que la pulpa de fresa presentó un pH de 3,59. Dicho valor es similar al reportado Beltrán y colaboradores (2010), quienes estudiaron la vida útil de fresas mediante tratamiento con luz ultravioleta, obteniendo un pH de 3,75.

Sagñay (2009), por su parte, reportó un valor similar al obtenido en el presente trabajo, el cual fue de 4,32. Además, indicó que el pH bajo es útil en la estabilidad de los micronutrientes, ya que, por ejemplo, la oxidación de la vitamina C puede acelerarse con el incremento del pH. Por otra parte, se sabe que los pigmentos

antocianos, los cuales le dan el color característico a la fresa y que además tienen un gran valor para la salud debido a sus propiedades como antioxidante, son más estables a pH ácidos (Garzón, 2008)

Para denotar la importancia del pH y el crecimiento microbiológico, se tienen los resultados de un estudio realizado por Han y Linton (2007) en el cual se midió la tasa de supervivencia y crecimiento de *E. coli* 0157:H7 y *Listeria monocytogenes* en jugo de fresa a diferentes pH. Los resultados obtenidos indicaron que a pH menor a 3,6 el crecimiento de *E. coli* fue inhibido, sin embargo, pudo crecer a pH de 4,7. En el caso de *L. monocytogenes* fue inhibida a pH de 4,7 y pudo crecer a pH de 6,8.

## **2.4 Acidez total titulable**

Los ácidos orgánicos presentes en los alimentos influyen en el sabor, color y estabilidad de los mismos, por ello es considerado como un índice en la calidad. Del Ángel y colaboradores (2002) indicaron que los valores de pH tienen un comportamiento inverso al de la acidez titulable, puesto que los valores de este parámetro aumentan conforme los ácidos orgánicos son consumidos en el proceso de maduración.

Pruthi (1963) menciona que el ácido cítrico en parchita constituye entre el 93,3 y 96,2% del total de ácidos presentes en el jugo y el ácido málico de 3,8 a 6,7% del total.

La pulpa de parchita presentó una acidez de 1,14% reportada como ácido cítrico. Dicho valor es similar al reportado por Álvarez (2009) y Rodríguez (2011), los cuales fueron de 1,35 y 1,013% respectivamente.

Heatherbell y colaboradores (1975) determinaron el contenido de ácidos no volátiles en el tomate de árbol. Para la variedad roja, la acidez total titulable fue de 2.070 mg/Kg de fruta fresca (reportados como ácido cítrico). Si este valor se lleva a porcentaje representaría cerca de un 2%, el cual es similar al obtenido en este estudio (1,64 % reportado como ácido cítrico). Según los autores señalados, en cuanto a los ácidos no volátiles, en las frutas de tomate de árbol de la variedad roja, el 88% de los ácidos totales es ácido cítrico, el 5,8% es ácido málico, el 3% es ácido glutámico y los ácidos aspártico, fosfórico y ascórbico constituyen el 3,2% restante.

La Guía Práctica de Exportación de Fresas a los Estados Unidos establece como estándar de calidad para un sabor aceptable en dicha fruta, un máximo de 0,8% de acidez total titulable; dicho valor se asemeja al obtenido en el presente estudio (0,87%). Similarmente, este resultado se aproxima a los reportados por Beltran y colaboradores (2010), los cuales indicaron valores de acidez de 0,91 a 0,99%.

## **2.5 Cenizas**

La determinación de cenizas es referida como el análisis de residuos inorgánicos resultante de la ignición u oxidación completa de la materia orgánica de un alimento. Una vez que se eliminan otras impurezas posibles y partículas de carbono procedentes de una combustión incompleta, este residuo se corresponde

con el contenido de minerales del alimento (Sagñay, 2009). En el caso de la materia prima, el análisis de las cenizas permite caracterizar y evaluar la calidad del alimento, así como también establece el grado de limpieza (exceso de arena, arcilla). En la industria alimentaria, su determinación proporciona un porcentaje de minerales presentes en el alimento, permite establecer la calidad comercial y da a conocer adulteraciones en los mismos.

La base de datos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos reportó que el contenido de cenizas para 100 g de jugo de parchita es de 0,49 %. Por otro lado, Álvarez (2009) reportó un valor de 0,76%, mientras que Rodríguez (2011) indicó un valor de 0,91%; estos dos últimos valores son referidos a la mezcla del jugo con el mesocarpio. Dichos valores son algo superiores al obtenido en este estudio (0,50%).

El contenido de ceniza total obtenido para la pulpa de tomate de árbol fue de 2,64%, este valor es superior a los reportados por Tabares y Velásquez en 2003 (0,82%). Ramírez en 2008 reportó para 100g de parte comestible, un valor de 0,60%; y Nutrimed Peru en 2002 (1,2%). Como se observa, se puede presentar una gran variabilidad en el contenido de cenizas en la pulpa de tomate de árbol, por lo cual sería interesante conocer su composición debido a que podría ser una buena fuente de minerales.

En la tabla 8 se puede observar que el contenido de cenizas en la pulpa de fresa fue de 0,17%. Dicho valor se encuentra por debajo del reportado por la FAO en 2012 (0,50%) y por Segñay en 2009 (0,48%).

## 2.6 Color

La determinación del color se realizó sobre la base de la medición de los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ . Según DeMan (1999), la luminosidad ( $L^*$ ) es una medida aproximada de la respuesta del ojo al blanco y el negro. Es decir, un blanco perfecto tendría un valor  $L^*$  de 100, mientras que un negro absoluto un  $L^*$  de 0. El parámetro  $a^*$  (matiz) es la medida en que se refleja la intensidad del color dominante, un valor positivo indica un color rojizo, mientras que un valor negativo indica una tendencia al color verde. Por su parte,  $b^*$  al ser positivo representa la tendencia al color amarillo, mientras que si es negativo la tendencia es hacia el color azul.

En la tabla 8 se muestran los resultados obtenidos para la pulpa de parchita.  $L^*$  presentó un valor de 58,95,  $a^*$  +11,39 y  $b^*$  55,97. Los valores anteriores indican que la pulpa presentó una luminosidad alta, con un matiz rojo y una dominancia del color amarillo. Esta pigmentación amarilla es conferida por los carotenoides, a los que se les atribuyen grandes beneficios, como lo son la prevención del cáncer, desintoxicación de sustancias nocivas y protección contra enfermedades cardiovasculares, entre otras (Cámara y colaboradores, 2003).

La pulpa de tomate de árbol obtuvo valores de  $L^*$  de 19,68,  $a^*$  de +32,46 y  $b^*$  de +17,50. Dichos valores indican que tiene una luminosidad baja, con una tendencia dominante del rojo y una intensidad baja al color amarillo. Este color puede atribuirse a la presencia de licopenos, los cuales están muy ligados a la acción antioxidante y fortalecen el sistema inmunológico (Cámara y colaboradores, 2003).

En la tabla 8 se observa que la pulpa de fresa presentó una luminosidad media ( $L^*$  54,25), con una intensa dominancia del rojo ( $a^*$  +68,89) y tendencia al amarillo ( $b^*$  + 34,47). Esta coloración viene dada por la presencia de pigmentos como el resveratrol y antocianinas, los cuales son antioxidantes poderosos que además fortalecen la piel y otros tejidos, tendones y ligamentos (Cámara y colaboradores, 2003)

### 3. Caracterización de las láminas de parchita con tomate de árbol

Luego de la caracterización de las pulpas de parchita y tomate de árbol, se procedió a la realización de las láminas de parchita con tomate de árbol, con tres formulaciones distintas (tabla 10). Es importante mencionar que las mezclas fueron acondicionadas a 20°Brix con la adición de azúcar (50% sacarosa/50% fructosa).

**Tabla 10.** Parámetros químicos y físicos determinados a las tres formulaciones de las láminas de parchita con tomate de árbol

| Parámetro                               |       | 25% Parchita<br>75% Tomate | 50% Parchita<br>50% Tomate | 75% Parchita<br>25% Tomate |
|---|-------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Humedad (%)                             |       | 16,20 ± 0,46               | 14,84 ± 0,07               | 13,35 ± 0,62               |
| Sólidos Solubles (°Brix)                |       | 49,66 ± 0,01               | 44,89 ± 0,1                | 61,81 ± 0,8                |
| pH                                      |       | 3,97 ± 0,18                | 3,81 ± 0,03                | 3,70 ± 0,04                |
| Acidez Total Titulable (%) <sup>"</sup> |       | 4,61 ± 0,21                | 4,52 ± 0,07                | 4,39 ± 0,02                |
| Color                                   | $L^*$ | 21,12 ± 0,02               | 21,16 ± 0,02               | 24,44 ± 0,01               |
|   | $a^*$ | +13,91 ± 0,01              | +14,47 ± 0,0               | +17,33 ± 0,02              |
|   | $b^*$ | +6,15 ± 0,02               | +7,35 ± 0,09               | +11,83 ± 0,04              |

Valores expresados como media ± desviación estándar, N = 3

<sup>"</sup>: expresada como ácido cítrico

### **3.1 Humedad de las láminas de parchita y tomate de árbol**

En la tabla 10 se reportan los contenidos de humedad para las tres formulaciones de parchita con tomate de árbol. La formulación con mayor contenido de humedad fue la de 75% tomate de árbol y 25% parchita (16,20%). De hecho se puede observar que a medida que va disminuyendo la proporción de tomate de árbol en la formulación, disminuye el contenido de humedad; una razón de este hecho se podría atribuir a la presencia de compuestos hidrofílicos que retienen el agua al ser sometidos a procesos de deshidratación ya que las tres formulaciones fueron sometidas al mismo proceso de deshidratación, la formulación a la que se le añadió mayor cantidad de azúcar (tabla 10) fue la que partió de un menor contenido de humedad, originando láminas a su vez de menor contenido de humedad. En este sentido, siendo la sacarosa y la fructosa moléculas hidrofílicas, resulta más lógico explicar, en este caso, las diferencias finales en el contenido de humedad de las láminas, al contenido de humedad inicial.

### **3.2 Sólidos solubles de las láminas de parchita y tomate de árbol**

Los contenidos de sólidos solubles para las tres láminas de parchita y tomate de árbol se reportan en la tabla 10. Como se puede observar, la formulación de 75% parchita/ 25% tomate de árbol fue la que resultó con mayor cantidad de sólidos solubles. Seguida por la formulación de 25% parchita/ 75% tomate de árbol y, por último, la formulación de 50% parchita/ 50% tomate de árbol.

Como se mencionó anteriormente, la medición de sólidos solubles es un buen estimador del contenido de azúcar. Por lo tanto, como se puede observar en la tabla 11, la formulación que contenía mayor cantidad de azúcar es la que presentó láminas de mayor contenido sólidos solubles. Esto también refuerza la explicación de lo sucedido con el contenido de humedad.

**Tabla 11.** Peso de los componentes en las tres formulaciones utilizadas para la elaboración de las láminas de parchita con tomate de árbol.

| <b>Formulación</b>                          | <b>Parchita (%)</b> | <b>Tomate de árbol (%)</b> | <b>Azúcar (%)</b> |
|---|---------------------|----------------------------|-------------------|
| <b>25% Parchita<br/>75% Tomate de árbol</b> | 22,25               | 66,74                      | 11,01             |
| <b>50% Parchita<br/>50% Tomate de árbol</b> | 44,05               | 44,05                      | 11,89             |
| <b>75% Parchita<br/>25% Tomate de árbol</b> | 65,43               | 21,81                      | 12,76             |

### **3.3 pH de las láminas de parchita y tomate de árbol**

En la tabla 10 se muestran los valores de pH para las diferentes formulaciones, resultando que la formulación con un pH menor es la de 75% parchita/ 25% tomate de árbol, seguida de la formulación de 50%parchita/ 50% tomate de árbol y, por último, 25% parchita/ 75% tomate de árbol.

En la tabla 8 se pueden observar los valores de pH para las pulpas de parchita y de tomate de árbol, donde la pulpa de parchita presenta el menor pH. Es por esta razón que la formulación con mayor contenido de pulpa de parchita es la que presenta mayor acidez iónica (menor pH).

De igual manera, si se comparan los pH de las pulpas con las de las láminas se puede observar las láminas presentan mayor pH, es decir, que el añadir azúcar

disminuye la acidez, como era de esperarse. No obstante debe tenerse en cuenta que el pH de los tres tipos de láminas no son muy diferentes por lo que no debe originar diferencias importantes entre éstas, y de la misma forma es lo suficientemente bajo como para favorecer la estabilidad de las láminas.

### **3.4 Acidez total titulable de las láminas de parchita y tomate de árbol**

De las tres formulaciones, la que presentó la mayor acidez total titulable fue la de 25% parchita/ 75% tomate de árbol, con un valor de 4,61%; seguida de 50% parchita/ 50% tomate de árbol (4,52%) y, por último, 75% parchita/25% tomate de árbol (4,39%). Al observar estos resultados se tiene que a mayor contenido de tomate de árbol mayor es el valor de acidez titulable, recordando que la pulpa de tomate de árbol tiene mayor acidez titulable que la parchita (ver tabla 8), es decir, que aporta mayor cantidad de ácidos. De los resultados anteriores, se puede deducir que no sólo es importante la cantidad de ácidos presentes, sino también cuáles son estos ácidos. Así, se puede deducir que la pulpa de parchita con un menor contenido de ácidos y menor pH que la pulpa de tomate de árbol, aporta menos cantidad de ácidos, pero las láminas en que ésta se encuentra en mayor proporción tienen menor pH. Es decir, la pulpa de parchita aporta menos ácidos pero estos tienen mayor fuerza iónica que los de la pulpa de tomate de árbol.

Es importante mencionar que las láminas presentaron mayor contenido de acidez titulable que las pulpas de parchita y tomate de árbol. Esto se puede explicar debido a que las mezclas de las pulpas se sometieron a un proceso de deshidratación, el cual aumentó la concentración de los ácidos.

### 3.5 Color de las láminas de parchita y tomate de árbol

En la tabla 10 se reportan los parámetros de color ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ) determinados en las tres formulaciones de las láminas de parchita con tomate de árbol. La luminosidad ( $L^*$ ) entre las láminas de las tres formulaciones no varió mucho y se encuentra entre valores de 24,44 y 21,12, siendo el valor más alto de luminosidad la lámina con mayor proporción de parchita y la menos luminosa el de la lámina con mayor contenido de tomate de árbol. Al comparar estos valores con los valores de las pulpas, se puede observar que las láminas son más claras (mayor  $L^*$ ) que la pulpa de tomate de árbol, pero mucho más oscuras que la pulpa de parchita, lo cual indica que la adición de pulpa de tomate de árbol disminuye la luminosidad del producto.

En cuanto a la intensidad del color dominante ( $a^*$ ) para las láminas se puede observar que se encuentra entre valores de 17,33 y 13,91, siendo mayor para la lámina con mayor contenido de parchita. Dichos valores indican que a medida que el contenido de parchita es mayor la lámina es más roja.

Por último, en cuanto al parámetro  $b^*$ , se observa la misma tendencia anterior, es decir, que a medida que la proporción de parchita es mayor, la intensidad del amarillo es mayor. Al comparar los valores encontrados en las láminas de las tres formulaciones con los valores de las pulpas se puede observar que el proceso de deshidratación debe afectar los pigmentos que contribuyen con el color amarillo en la parchita y con el color rojo en el tomate de árbol, ya que los respectivos valores encontrados en ambas pulpas son notablemente superiores a los de las láminas.

### 3.6 Aceptabilidad de las láminas de parchita y tomate de árbol

Se evaluaron sensorialmente los parámetros color, aroma, sabor, dureza y aceptación global con la finalidad de seleccionar la formulación más aceptable, la cual fue utilizada para la elaboración de la lámina de parchita y tomate de árbol.

En la tabla 12 se muestra los resultados de la evaluación sensorial obtenidos para las distintas formulaciones de láminas de parchita con tomate de árbol.

**Tabla 12.** Evaluación sensorial de las láminas de parchita con 25, 50 y 75% de tomate de árbol.

| Formulación                        | Color                       | Aroma                       | Sabor                       | Dureza                       | Aceptación Global        |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------|
| <b>25% Parchita<br/>75 %Tomate</b> | 7,23 ±<br>1,69 <sup>a</sup> | 7,10 ±<br>1,04 <sup>a</sup> | 6,55 ±<br>1,73 <sup>a</sup> | 5,74 ±<br>1,93 <sup>ab</sup> | 6,25 ± 1,50 <sup>a</sup> |
| <b>50% Parchita<br/>50% Tomate</b> | 7,13 ±<br>1,28 <sup>a</sup> | 6,93 ±<br>1,56 <sup>a</sup> | 6,71 ±<br>1,64 <sup>a</sup> | 5,35 ±<br>1,92 <sup>a</sup>  | 6,75 ± 1,29 <sup>a</sup> |
| <b>75% Parchita<br/>25% Tomate</b> | 7,13 ±<br>1,43 <sup>a</sup> | 7,00 ±<br>1,39 <sup>a</sup> | 7,03 ±<br>1,38 <sup>a</sup> | 6,42 ±<br>1,39 <sup>b</sup>  | 7,06± 1,09 <sup>a</sup>  |

Valores expresados como media ± desviación estándar.

Letras diferentes en la misma columna indican que existen diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ). N = 30

Escala hedónica de nueve puntos donde 1= me disgusta extremadamente, 5 = me es indiferente y 9= me gusta extremadamente.

Con respecto al color, Costell (1988) indicó que este atributo es el más importante desde un punto de vista sensorial, pues influye fuertemente en la aceptación o rechazo de un alimento. De acuerdo con los análisis efectuados las tres formulaciones fueron evaluadas entre “me gusta ligeramente” (6) y “me gusta moderadamente” (7), no encontrándose además diferencias estadísticamente significativas entre las evaluaciones. Este mismo caso se presentó en las evaluaciones de aroma, sabor y aceptación global, donde las tres formulaciones

fueron evaluadas como “me gusta moderadamente” (7) e igualmente no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las evaluaciones.

En cuanto a la dureza fue donde se pudo observar alguna diferencia en la evaluación de las tres formulaciones. Así, la formulación de 50% parchita/50% tomate de árbol fue evaluada en cuanto a la dureza como “me es indiferente” ( $5,35 \pm 1,92$ ) y la de 75% parchita/25% tomate de árbol recibió la evaluación de “me gusta ligeramente” ( $6,42 \pm 1,39$ ); resultando ambas formulaciones diferentes estadísticamente. Por su parte, la formulación 25% parchita/75% tomate de árbol no fue estadísticamente diferente a las anteriores formulaciones.

En función de los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de las láminas de parchita y tomate de árbol y aunque entre ellas prácticamente no se presentaron diferencias, los resultados de la evaluación sensorial de la dureza condujeron a elegir la formulación de 75% parchita/25% tomate de árbol para elaborar las láminas de calcio a partir de la combinación de dichas pulpas.

#### **4 Caracterización de las láminas de parchita con fresa**

Al igual como se realizó para las láminas de parchita con tomate de árbol, se procedió a la elaboración de tres formulaciones distintas para escoger la más aceptada como producto final. A todas las mezclas se les adicionó azúcar (50% sacarosa/ 50% fructosa) para llevarlas a 20°Brix.

**Tabla 13.** Parámetros químicos y físicos determinados a las láminas de parchita con fresa

| Parámetro                   | 90% Parchita<br>10% Fresa | 70% Parchita<br>30% Fresa | 50% Parchita<br>50% Fresa |
|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Humedad (%)                 | 10,13 ± 0,93              | 8,96 ± 0,50               | 7,58 ± 0,75               |
| Sólidos Solubles (°Brix)    | 55,71 ± 0,1               | 64,06 ± 0,2               | 67,42 ± 0,34              |
| pH                          | 3,05 ± 0,01               | 3,08 ± 0,01               | 3,04 ± 0,03               |
| Acidez Total Titulable (%)" | 3,21 ± 0,02               | 3,27 ± 0,16               | 3,77 ± 0,01               |
| Color                       | L*                        | 68,66 ± 0,00              | 62,14 ± 0,02              |
|                             | a*                        | +41,35 ± 0,08             | +43,72 ± 0,06             |
|                             | b*                        | +27,30 ± 0,10             | +21,17 ± 0,10             |

Valores expresados como media ± desviación estándar, N = 3

"": expresada como ácido cítrico

#### 4.1 Humedad de las láminas de parchita y fresa

En la tabla 13 se reportan los valores de humedad para las tres formulaciones usadas para las láminas de parchita con fresa. El porcentaje de humedad más alto fue el de la lámina con 90% parchita/10% fresa (10,13%), seguido de la lámina con 70% parchita/ 30% fresa (8,96%) y, por último, la lámina con 50% parchita/ 50% fresa (7,58%). Como se observó en la tabla 8, la pulpa de fresa tiene un alto contenido de humedad (91,22%), al igual que la pulpa de parchita (85,49%) no obstante, en tan solo 3 horas se logra disminuir el contenido de humedad de la mezcla dando como resultado un porcentaje de humedad bajo, especialmente en el caso de la mezcla 50% de pulpa de fresa, esto se muestra más adelante en la curva de secado.

#### 4.2 Sólidos solubles de las láminas de parchita y fresa

En la tabla 13 se muestra la concentración de sólidos solubles presente en las tres formulaciones de las láminas, el cual fue mayor en la formulación 50%

parchita/ 50% fresa (67,42°Brix), seguida por la formulación de 70% parchita/ 30% fresa (64,06°Brix) y, por ultimo, la formulación de 90% parchita/ 10% fresa (55,71°Brix). Esta es la tendencia esperada, ya que durante el proceso de deshidratación se concentran los sólidos y además, a la proporción a la que se le añadió mayor cantidad de azúcar fue la que presentó mayor contenido de sólidos solubles (ver tabla 14).

**Tabla 14.** Peso de los componentes de las tres formulaciones utilizadas para la elaboración de láminas de parchita con fresa.

| Formulación                   | Parchita (%) | Fresa (%) | Azúcar (%) |
|-------------------------------|--------------|-----------|------------|
| <b>90% Parchita 10% Fresa</b> | 77,65        | 8,63      | 13,72      |
| <b>70% Parchita 30% Fresa</b> | 60,24        | 25,82     | 13,94      |
| <b>50% Parchita 50% Fresa</b> | 42,92        | 42,92     | 14,16      |

#### 4.3 pH de las láminas de parchita y fresa

Los valores de pH obtenidos en las tres formulaciones son muy similares (tabla 11), los cuales se encuentran entre 3,08 a 3,04 debido a que ambas pulpas tienen valores de pH bajos; el que las láminas alcanzaran contenidos de humedad tan bajos, originó una concentración significativa de ácidos, lo cual se representan en los bajos valores de pH en las mismas. Como la diferencia es muy pequeña, se puede asumir que las tres láminas pueden ser muy estables en el tiempo.

#### 4.4 Acidez Total Titulable

En la tabla 13 se presentan los valores de acidez titulable de las láminas de parchita con fresa, observándose que la proporción 50% parchita/ 50% fresa fue la que obtuvo mayor contenido de acidez titulable (3,77%), seguido por las

proporciones 70% parchita /30% fresa (3,27%) y por ultimo la proporción (90% parchita / 10% fresa). Teniendo en cuenta que la pulpa de parchita presentó un valor de acidez titulable de 1,14 % y la de fresa de 0,87% el aumento significativo en la acidez total se explica por el aumento en la concentración de los sólidos totales y, por lo tanto, de los ácidos orgánicos, tal como se infirió anteriormente.

#### **4.5 Color**

De acuerdo a los resultados obtenidos para el color, se tiene que la lámina con mayor luminosidad ( $L^*$ ) fue la de 90% parchita/ 10% fresa, seguida por la lámina de 70% parchita / 30% fresa y por ultimo, la lámina de 50% parchita / 50% fresa. Estos valores eran de esperarse, ya que cuando el contenido de parchita es mayor, la lámina es más clara debido a la mayor luminosidad que presenta esta pulpa.

En cuanto al parámetro  $a^*$ , se observa que la lámina con mayor contenido de fresa, 50% parchita/50% fresa, presentó un color más rojo (+46,06) que las otras dos formulaciones, +43,72 para 70% parchita/30% fresa y +41,35 para 90% parchita/10% fresa. Sin duda, si se considera el bajo valor de  $a^*$  que tiene la pulpa de parchita se entiende que hay un aporte de antocianinas que le otorgan el notable color rojo de las láminas.

En cuanto a la intensidad ( $b^*$ ), la misma presentó un aumento considerable de este parámetro proveniente del aporte de la pulpa de parchita, la cual presentó un alto valor de  $b^*$  (+55,97). Como es de esperarse, al disminuir la proporción de

pulpa de parchita en la mezcla también disminuye el valor de dicho parámetro en la lámina.

#### 4.6 Aceptabilidad de las láminas de parchita y fresa

También en las láminas elaboradas a partir de pulpa de parchita y fresa se evaluó, de forma sensorial, los parámetros de color, aroma, sabor, dureza y aceptación global para seleccionar la formulación de mayor aceptación, para utilizarla en la elaboración de láminas a partir de estas pulpas.

Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de las tres formulaciones de láminas de parchita con fresa se muestran en la tabla 15.

**Tabla 15.** Evaluación sensorial de las láminas de parchita con 25, 50 y 75% de fresa.

| Formulación                       | Color                     | Aroma                    | Sabor                    | Dureza                   | Aceptación Global        |
|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>90% Parchita<br/>10% Fresa</b> | 6,83 ± 1,49 <sup>a</sup>  | 7,03 ± 1,33 <sup>a</sup> | 6,67 ± 1,58 <sup>a</sup> | 6,00 ± 1,84 <sup>a</sup> | 6,83 ± 1,26 <sup>a</sup> |
| <b>70% Parchita<br/>30% Fresa</b> | 7,37 ± 0,96 <sup>ab</sup> | 6,87 ± 1,31 <sup>a</sup> | 7,10 ± 1,27 <sup>a</sup> | 6,20 ± 1,37 <sup>a</sup> | 7,23 ± 1,01 <sup>a</sup> |
| <b>50% Parchita<br/>50% Fresa</b> | 7,63 ± 1,43 <sup>b</sup>  | 6,87 ± 1,53 <sup>a</sup> | 7,13 ± 1,36 <sup>a</sup> | 6,40 ± 1,48 <sup>a</sup> | 7,07 ± 1,36 <sup>a</sup> |

Valores expresados como media ± desviación estándar.

Letras diferentes en la misma columna indican que existen diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ). N = 30

Escala hedónica de nueve puntos donde 1= me disgusta extremadamente, 5 = me es indiferente y 9= me gusta extremadamente.

Al igual que en el caso de las láminas de parchita y tomate de árbol, en la evaluación sensorial de las láminas de parchita y fresa no se presentaron diferencias en los parámetros evaluados, con excepción del color.

De esta forma, la lámina evaluada con la formulación de 90% parchita/10% fresa fue evaluada en color como “me gusta moderadamente” (6,83 ± 1,49), en

tanto que la formulación de 50% parchita/50% fresa recibió en este parámetro la evaluación de “me gusta mucho” ( $7,63 \pm 1,43$ ), resultando ambas evaluaciones diferentes estadísticamente. Por su parte, la formulación de 70% parchita/30% fresa, fue evaluada en color como “me gusta moderadamente” ( $7,37 \pm 0,96$ ) y según los resultados del análisis estadístico dicha evaluación no es diferente de las dos anteriores.

Como ya se indicó, en el aroma, sabor, dureza y aceptación global no se presentaron diferencias estadísticas en los resultados de la evaluación sensorial. En cuanto al aroma, las tres formulaciones recibieron la evaluación de “me gusta moderadamente” e igual sucedió en las evaluaciones de sabor y aceptación global. Por su lado, la dureza de las tres formulaciones fue evaluada como “me gusta ligeramente”.

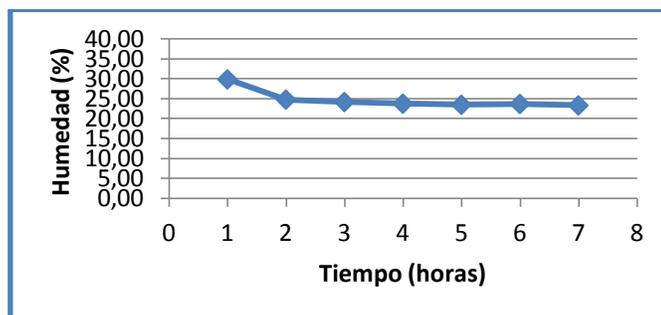
Ya que la dureza fue el atributo que tuvo la menor aceptación en la evaluación sensorial de las láminas de las distintas formulaciones probadas, se podría intentar, haciendo las respectivas pruebas de estabilidad, probar incrementar un poco el contenido final de humedad de las láminas para evaluar si mejora la aceptación en dicho atributo.

En función de los resultados de la evaluación sensorial, el color de las láminas es el único factor que puede usarse si se desea diferenciar alguna de las formulaciones del resto y, en este caso, es la formulación de 50% parchita/50% fresa la que recibió en la evaluación del color la evaluación de “me gusta mucho” y, por lo tanto, la formulación a seleccionar para la elaboración de las láminas con calcio con pulpas de parchita y fresa; no obstante, queda como opción alternativa

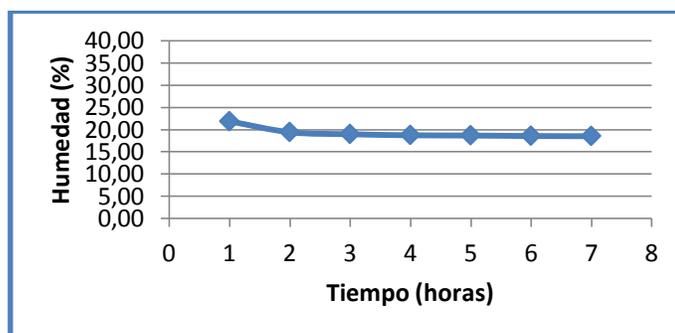
el uso de la formulación de 70% parchita/30% fresa, cuya evaluación no fue diferente de las otras dos formulaciones.

## 5 Curva de secado de las láminas de parchita con tomate de árbol y parchita con fresa

Con la finalidad de conocer cuál es el tiempo necesario para alcanzar la humedad final en las láminas flexibles con las formulaciones seleccionadas, se procedió a realizar la curva de secado a la temperatura de 60 °C en el deshidratador de bandeja.



**Figura 5.** Curva de secado de las láminas de parchita con tomate de árbol (75% parchita/25% tomate de árbol)



**Figura 6.** Curva de secado de las láminas de parchita con fresa (50% parchita/50% fresa)

En las figuras 5 y 6 se puede observar que para las dos formulaciones, en la primera hora de secado se pierde la mayor parte del agua presente en las mezclas. Esto es especialmente notorio en la formulación de parchita y fresa, a

pesar de tener la formulación en la pulpa 50% de fresa y contener ésta una alta proporción de agua. Igualmente, en los dos casos, después de dos horas de secado prácticamente se alcanza la humedad final del producto. Lo anterior se debe sin duda a la baja retención de las mezclas del agua que contienen, posiblemente a la poca interacción del agua con los componentes de la pulpa y no obstante, contener la mezcla de 75% parchita/25% tomate de árbol, 11,01% de azúcar añadida (50% fructosa y 50% sacarosa) y la de 50% parchita/50% fresa, de azúcar añadida 14,16% (50% fructosa y 50% sacarosa).

En conclusión, se tiene que para ambas formulaciones a las tres horas de secado se alcanza el equilibrio.

## 6 Caracterización de las láminas de parchita enriquecidas con calcio

Una vez seleccionadas las dos formulaciones para elaborar las láminas (tabla 16) y teniendo los resultados de la curva de secado, se procedió a elaborar las láminas de parchita con tomate de árbol y de parchita con fresa enriquecidas con calcio. Obtenidas las láminas, éstas fueron analizadas, determinándose en ellas parámetros químicos y físicos, y realizando la evaluando la aceptabilidad por consumidores de las mismas.

**Tabla 16.** Proporción de los componentes de las formulaciones para la elaboración de láminas de parchita con tomate de árbol y parchita con fresa

| Formulación                               | Parchita (%) | Tomate de árbol (%) | Fresa (%) | Azúcar (%) | Calcio (%) |
|---|--------------|---------------------|-----------|------------|------------|
| <b>75% Parchita / 25% Tomate de árbol</b> | 63,96        | 21,32               | 0,00      | 12,47      | 2,25       |
| <b>50% Parchita / 50% Fresa</b>           | 41,95        | 0,00                | 41,95     | 13,84      | 2,25       |

En la tabla 17 se presentan los resultados de los análisis químicos y físicos realizados en las láminas de parchita con tomate de árbol enriquecidas con calcio.

**Tabla 17.** Parámetros químicos y físicos determinados a las láminas de parchita con tomate de árbol enriquecidas con calcio.

| Parámetro                                      |                       | Parchita con Tomate de árbol | Parchita con Fresa |
|--|-----------------------|------------------------------|--------------------|
| Humedad (%)                                    |                       | 10,70 ± 0,17                 | 10,37 ± 0,53       |
| Sólidos solubles (°Brix)                       |                       | 54,68 ± 0,83                 | 53,68 ± 0,35       |
| pH   |                       | 3,72 ± 0,02                  | 3,02 ± 0,04        |
| Acidez total titulable (%) <sup>"</sup>        |                       | 4,35 ± 0,01                  | 3,32 ± 0,01        |
| Azúcares totales (%)                           |                       | 51,48 ± 1,33                 | 48,32 ± 2,40       |
| Azúcares reductores (%)                        |                       | 29,09 ± 1,77                 | 31,11 ± 0,62       |
| Azúcares no reductores (%)                     |                       | 21,27 ± 3,65                 | 16,35 ± 2,78       |
| Actividad de agua                              |                       | 0,61 ± 0,01                  | 0,61 ± 0,03        |
| Compuestos fenólicos totales (%) <sup>*</sup>  |                       | 161,49 ± 3,63                | 167,60 ± 1,89      |
| Capacidad antioxidante (mg/100g) <sup>**</sup> |                       | 37,58 ± 0,05                 | 38,42 ± 0,05       |
| Cenizas (%)                                    |                       | 2,72 ± 0,03                  | 1,84 ± 0,05        |
| Calcio (%)                                     |                       | 3,55 ± 0,72                  | 3,30 ± 0,06        |
| Textura  | Elasticidad (mm)      | - 4,99 ± 2,61                | - 2,08 ± 3,54      |
|  | Fuerza de ruptura (g) | 152,50 ± 0,10                | 107,5 ± 0,20       |

Valores expresados como media ± desviación estándar, N = 3

" : Expresada como ácido cítrico

\*: Expresados como ácido tánico

\*\* : Expresados como mg de ácido ascórbico/ 100 g de muestra

## **6.1 Contenido de humedad de las láminas enriquecidas con calcio**

El contenido de humedad obtenido para las láminas de parchita con tomate de árbol enriquecida con calcio fue de 10,70 %. Si se compara este valor con el de humedad de la formulación sin calcio se puede observar que están bastante próximos. Por otro lado, dicho valor se encuentra dentro del intervalo esperado para una estabilidad óptima de este tipo de producto, el cual está entre 10 y 15%. Así, se tiene que Ramírez (2009) obtuvo, para láminas de mango enriquecidas con calcio, valores de contenido de humedad alrededor de 10,58%, las cuales fueron estables durante las cuatro semanas que duró el estudio. También, valores similares de humedad fueron reportados por Ramírez en 2011 (10,81%) para láminas flexibles de arazá.

En la tabla 17 también se puede observar el contenido de humedad de la lámina de parchita con fresa es de 10,37%. Al igual que el de la lámina de parchita con tomate de árbol, valor que se encuentra dentro del intervalo deseado para las láminas de frutas. Dicho valor es cercano al reportado por Cid en 2007 (10,00%), quién elaboró y caracterizó laminas de pulpa de fresa con la incorporación de ácido ascórbico y concentrado de granada.

Por otro lado, Álvarez (2009), que desarrolló láminas deshidratadas de parchita enriquecidas con calcio, reportó valores de humedad entre 7,14 y 10,95%, mientras que Rodríguez (2011) reportó valores mucho mayores para láminas de parchita con remolacha (24,74%) y parchita con zanahoria (26,65%).

## **6.2 Contenido de sólidos solubles de las láminas enriquecidas con calcio**

En la tabla 17 se muestra la concentración de sólidos solubles en las láminas de parchita con tomate de árbol enriquecidas con calcio, la cual fue de 54,68°Brix y en las de parchita con fresa, 53,68°Brix. Si se considera que la mayoría de sólidos solubles en las pulpas de fruta son azúcares y, además, que las formulaciones de las láminas incluían la adición de azúcar, se puede considerar el contenido de sólidos solubles en las láminas como una aproximación del contenido de azúcares en las mismas, por lo tanto, las láminas elaboradas pueden tenerse como una fuente energética que va acompañada de los compuestos nutritivos de las frutas usadas y fitoquímicos, además del enriquecimiento con calcio que se les hizo. Debido a lo anterior, las láminas elaboradas constituyen una fuente energética, nutritiva y de carácter funcional, totalmente alejada del concepto de alimento de calorías vacías.

## **6.3 pH de las láminas enriquecidas con calcio**

El valor de la acidez iónica obtenido en las láminas de parchita y tomate de árbol fue de 3,72 (tabla 17), el cual es muy similar al de la formulación sin calcio (3,70), lo que indica que la adición de calcio en forma de lactato de calcio no afecta el pH final de las láminas. Según un estudio reportado por Food Scientist de Bartek Ingredients Inc. (2006), la mayoría del lactato de calcio se convierte en ácido láctico a bajos niveles de pH y el ácido láctico se puede utilizar para mantener el pH en valores entre 2,8 y 3,5. Es posiblemente, por esto, que no se observa ningún efecto sobre el valor de pH al añadir el lactato de calcio a la mezcla. Lo anterior es beneficioso, ya que como se mencionó anteriormente, este

valor de pH se encuentra en el rango inhibitorio para el crecimiento de microorganismos, contribuyendo en la preservación del alimento.

Por su parte, el valor de pH obtenido en las láminas de parchita con fresa fue de 3,07, e igual que en el caso anterior dicho valor no varió casi con respecto al de las láminas sin calcio (3,04), aplicándose en este caso lo mismo que se indicó para las láminas de parchita con tomate de árbol.

En la literatura consultada también se reportaron valores de pH bajos en las láminas de frutas. Rodríguez (2011) reportó un pH de 3,42 en lámina de parchita con remolacha y 3,32 para lámina de parchita con zanahoria, ambas enriquecidas con calcio. Álvarez (2009) obtuvo valores de pH entre 3,87 y 3,26 para láminas de parchita enriquecidas con calcio, y Ramírez (2009) reportó valores de 2,86 a 3,13 para láminas de mango enriquecidas con calcio.

#### **6.4 Contenido de acidez total titulable de las láminas enriquecidas con calcio**

En la tabla 16 se puede observar el valor de acidez total titulable para la lámina de parchita con tomate de árbol (4,35%); dicho valor es similar al obtenido en la lámina sin calcio (4,39%). Lo anterior refuerza lo ya expresado acerca de que la adición de calcio en forma de lactato de calcio no afecta el contenido de ácidos en las láminas.

Por su parte, la lámina de parchita con fresa enriquecida con calcio, también presentó un contenido de acidez total titulable (3,32%), aproximado al de la lámina sin calcio.

## **6.5 Contenido de azúcares totales, reductores y no reductores de las láminas enriquecidas con calcio**

Después del agua, los carbohidratos son los componentes más abundantes en las frutas, desempeñando un papel relevante en sus características sensoriales, especialmente en el sabor, el cual está dado básicamente por un balance entre azúcares y ácidos orgánicos (Pérez y colaboradores, 2002)

El contenido de azúcar total determinado para la lámina de parchita con tomate de árbol fue de 51,48%, con un contenido de azúcar reductor de 29,09% y de azúcar no reductor de 21,27% (tabla 19). Los valores anteriores concuerdan con lo esperado en función del contenido encontrado de sólidos solubles y, por lo tanto, refuerza lo dicho sobre el considerar a las láminas de parchita con tomate de árbol como una fuente interesante de energía, nutrientes y compuestos bioactivos.

Sagñay (2009), quien trabajó con fresas deshidratadas, reportó que el contenido de azúcares totales aumenta en el deshidratador de 7,64% (fruta fresca) a 62,11%, el contenido de azúcares reductores va de 4,76% (fruta fresca) a 40,68% (deshidratada) y el de azúcares no reductores de 2,88% (fruta fresca) a 21,43%. Como puede verse, la deshidratación incrementa notablemente la proporción de azúcares en las pulpas de frutas, aún en el caso de frutas como la fresa de bajo contenido de sólidos.

## **6.6 Actividad de agua de las láminas enriquecidas con calcio**

Aparte de la importancia del agua en cuanto a las características sensoriales de las frutas, ésta también es responsable en gran medida de las reacciones químicas, enzimáticas y microbiológicas, que son los principales causantes de

deterioro de las frutas. El término actividad de agua, representa el grado de interacción del agua con los demás constituyentes, es decir, la porción disponible de un producto (en este caso la fruta) para las reacciones químicas mencionadas anteriormente, por lo que su determinación es otro parámetro que permite predecir la estabilidad de un alimento.

El valor de  $A_w$  obtenido para la lámina de parchita con tomate de árbol fue de 0,61, al igual que el de la lámina de parchita con fresa (tabla 16). Dicho valor es similar al reportado por las láminas de parchita (0,58), parchita con zanahoria (0,61) y parchita con remolacha (0,59) desarrolladas por Rodríguez (2011).

Este bajo valor de  $A_w$  es importante, ya que junto al bajo valor de pH presentado por las láminas, es de esperarse que la mayoría de las reacciones de deterioro se inhiban, incluyendo la inhibición del crecimiento de microorganismos, lo que garantiza la estabilidad de la lámina en el tiempo.

Stier (1996) obtuvo para láminas de pulpa de kiwi y manzana un  $A_w$  inferior a 0,65; y Sepúlveda y colaboradores (2000) determinaron en láminas de tuna con incorporación de pulpa de membrillo, valores de  $A_w$  entre 0,55 y 0,69, valores bastante próximos a los obtenidos en las láminas elaboradas en el presente trabajo.

Por otro lado, Cid (2007) quien elaboró laminas de pulpa de fresa con ácido ascórbico y concentrado de granada, reportó valores de  $A_w$  menores a 0,75.

## **6.7 Compuestos fenólicos totales de las láminas enriquecidas con calcio**

Los compuestos fenólicos son metabolitos esenciales para el crecimiento y reproducción de las plantas (Muñoz y col., 2007), los cuales constituyen un amplio

grupo de sustancias químicas, con diferentes estructuras y actividad, englobando más de 8.000 compuestos distintos (Martínez y col., 2000).

Los compuestos fenólicos están relacionados con la calidad sensorial de los alimentos de origen vegetal, tanto frescos como procesados. Su contribución a la pigmentación de los alimentos vegetales está claramente reconocida, a través de las antocianidinas, responsables de los colores rojo, azul, violeta, naranja y púrpura de la mayoría de las plantas y de sus productos (Martínez y col., 2000). Los polifenoles también se relacionan con la palatabilidad, el sabor y valor nutricional (Murillo y col., 2007). Entre estos compuestos se encuentran los ácidos fenólicos y flavonoides (Hinneburg y col., 2006)

Por otra parte, la actividad antioxidante de estos compuestos fitoquímicos, ha centrado interés en posibles efectos beneficiosos para la salud, ya que pueden ejercer un efecto protector contra algunas enfermedades tales como el cáncer, y los trastornos cardiovasculares y cerebrovasculares. (Padilla y col., 2008)

Como se muestra en la tabla 16, el valor de compuestos fenólicos totales para la lámina de parchita con tomate de árbol fue de 161,49 mg%, este valor está bastante próximo al obtenido para la lámina de parchita con fresa el cual fue de 167,60 mg%.

Rodríguez (2011) reportó, en láminas de parchita, 5,22 mg% de compuestos fenólicos, en láminas de parchita con zanahoria 5,41mg% y en láminas de parchita con remolacha 6,34 mg%. Como puede notarse, la adición de frutas como el tomate de árbol y la fresa, ambas ricas en compuestos fenólicos, incrementa notablemente el contenido de los mismos en las láminas elaboradas.

Lo anterior concuerda con lo encontrado en las referencias consultadas, ya que en la pulpa de tomate de árbol, Carrasco y Encina (2008) reportaron un contenido de fenoles totales de 130 mg% (expresados como ácido gálico). Por su parte, Kuskoski y colaboradores (2005) reportaron 132,1 mg% de fenoles totales (expresados como ácido gálico) en pulpa de fresa y sólo 20,0 mg% en el jugo de parchita.

### **6.8 Capacidad antioxidante de las láminas enriquecidas con calcio**

Los antioxidantes son moléculas que tienen la propiedad de evitar o prevenir la oxidación con otras moléculas. En estas reacciones de oxidación, a veces se originan radicales libres, que son especies muy oxidativas que pueden dañar al organismo a nivel celular. Los antioxidantes impiden tales reacciones, inhibiendo algún producto intermedio al oxidarse (Almajo, 2009).

La capacidad antioxidante de un alimento depende de la naturaleza y concentración de los antioxidantes naturales presentes en él (Carrasco y Encina, 2008). Como puede observarse en la tabla 16, las láminas de parchita con tomate de árbol y parchita con fresa obtuvieron valores similares de capacidad antioxidante (37,58 y 38,42 mg% expresados como ácido ascórbico). Lo anterior concuerda con el contenido similar de compuestos fenólicos totales en ambas láminas, lo cual pareciera indicar que la capacidad antioxidante de estas se debe principalmente a los compuestos fenólicos presentes en las pulpas de tomate de árbol y fresa.

## **6.9 Contenido de cenizas de las láminas enriquecidas con calcio**

El contenido de cenizas presente en la lámina de parchita con tomate de árbol fue de 2,72% (tabla 16). Por su lado, la lámina de parchita con fresa presentó 1,83% de cenizas. Sin duda que la adición de calcio genera un incremento en el contenido de cenizas, sumado al incremento en la concentración de los sólidos (incluyendo los minerales) que se produce por pérdida de agua durante la deshidratación.

## **6.10 Contenido de calcio de las láminas enriquecidas con calcio**

Como se mencionó anteriormente, en Venezuela los requerimientos de calcio diarios se encuentran por debajo de lo reportado por el INN. Es por ello que es importante el desarrollo de complementos de calcio y de alimentos enriquecidos, para satisfacer las necesidades establecidas. En el presente trabajo, además de desarrollar formulaciones para la elaboración de láminas enriquecidas con calcio se probó adicionar una cantidad de este mineral lo suficientemente alta que produjese láminas con un alto contenido de calcio sin llegarse a afectar negativamente su sabor. Con lo anterior, no se intentaba desarrollar un alimento que pudiera cubrir por si solo todo el requerimiento de calcio o por lo menos una buena parte de éste, sino probar hasta qué punto las láminas como golosinas podían ser un vehículo para el enriquecimiento de este nutriente.

En la tabla 16 se puede observar que la lámina de parchita con tomate de árbol presentó un contenido 3,55 % de calcio y la de parchita con fresa 3,30%. Ambos contenidos de calcio son superiores al que presentaron las láminas de mango enriquecidas con calcio elaboradas por Ramírez (2009), quien reportó valores

entre 1,0 y 1,4 % de calcio. Igualmente, Rodríguez (2011) indicó contenidos de calcio de 1,6 % para láminas enriquecidas con calcio de parchita con zanahoria y 1,82 % para láminas de parchita con remolacha.

Si se compara el contenido de calcio de las láminas elaboradas en el presente trabajo con el de algunos productos comerciales (Gerstner, 2000; FAO, 2012 y USD, 2012) como láminas de frutas comerciales no enriquecidas con calcio (18 y 35 mg%), tabletas de suplemento (630mg), leche achocolatada reducida en grasa enriquecida con calcio (194 mg%), compota de manzana enriquecida con calcio (127 mg%), néctar de durazno enriquecido con calcio (417 mg en 162 mL) y jugo de fruta fortificado con calcio (417 mg en 240 mL), se tiene que 100 g de láminas de parchita con tomate de árbol o parchita con fresa aportan una mayor cantidad de calcio que los alimentos antes citados.

### **6.11 Textura de las láminas enriquecidas con calcio**

La textura de las láminas elaboradas fueron evaluadas tomando en cuenta dos atributos: la fuerza de ruptura y la elasticidad. La primera se refiere a la fuerza (g) requerida para romper un alimento aplicando una fuerza de tensión (Arámbula y col., 2004), y la elasticidad está definida como la distancia (mm) que es capaz de estirarse el alimento antes de romperse (Bourne, 1978).

Como puede observarse en la tabla 17, la fuerza de ruptura y la elasticidad fueron mayores en la lámina de parchita con tomate de árbol (152,5 g y - 4,99 mm, respectivamente) que en la de parchita con fresa (107,5 g y - 2,08 mm, respectivamente). Esta diferencia puede atribuirse a que el tomate de árbol presenta un mayor contenido de fibra que tiende a hacer más resistente a la

lámina y, al mismo tiempo, le permite estirarse más antes de romperse. Por otra parte, la presencia de los aquenios de la fresa en las láminas, las pueden hacer también menos resistentes a la tensión.

Los valores anteriores obtenidos para la fuerza de ruptura y la elasticidad fueron notablemente inferiores a los reportados por Rodríguez (2011), para lámina de parchita con zanahoria enriquecida con calcio (1035,02 g y - 5,504 mm, respectivamente) y para lámina de parchita con remolacha enriquecida con calcio (2413,1 g y - 7,04 mm, respectivamente). Es probable que la fibra aportada por la remolacha y la zanahoria haya hecho a tales láminas más resistentes a la tensión.

## **7 Ración para el consumo de las láminas flexibles de parchita con tomate de árbol y láminas flexibles de parchita con fresa enriquecidas con calcio**

Sin considerar los costos de producción y manejo comercial del producto, así como la cantidad de lámina que causa saciedad en el consumidor, se propuso una ración que proporcionase un tamaño adecuado al consumidor. De esta manera si se propone como ración de consumo, una lámina flexible de 14 cm de largo por 4 cm de ancho (tamaño de una barra de chocolate comercial), la lámina de parchita con tomate de árbol aportaría el 41,70 % del requerimiento y la de parchita con fresa enriquecida con calcio el 36,49 %; esto para un requerimiento de 1000 mg de calcio/día, valor recomendado por el INN (2000). Es importante recordar que con la ración de las láminas no se pretende cubrir los requerimientos diarios de calcio, pero en el presente trabajo además se intentó probar hasta qué punto se podían enriquecer las láminas de parchita, para probar si una golosina nutritiva, que a su vez es un alimento funcional, puede ser un vehículo importante para

cubrir parte del requerimiento de calcio. Para este caso es importante conocer los resultados de la evaluación de preferencia por los consumidores para poder concluir si las láminas cumplen o no con el objetivo de ser un buen vehículo para el enriquecimiento con calcio.

## **8 Calorías aportadas por las láminas de parchitas con tomate de árbol y las láminas de parchita con fresa enriquecidas con calcio**

Ya que los azúcares son la principal fuente de calorías en las láminas de frutas elaboradas, ya que su contenido de proteínas y lípidos es escaso, es posible emplear el factor 4 para determinar las calorías que aportan los carbohidratos totales (INN, 2001); así, es posible expresar el aporte calórico de las láminas en Kilocalorías por 100 g de parte comestible. En este sentido, en el caso de las láminas de parchita con tomate de árbol su aporte calórico sería de 206 Kcal por cada 100 g de producto y para las láminas de parchita con fresa sería de 193 Kcal por cada 100 g de alimento. Es interesante notar que los valores de calorías calculados son bastante menores que los de algunos alimentos de consumo común como la mermelada (278 Kcal/100g), el bocadillo de guayaba (322 Kcal/100g) y la uva pasa (268 Kcal/100g), entre otros.

## **9 Aceptabilidad por consumidores de las láminas flexibles de parchita con tomate de árbol y parchita con fresa enriquecidas con calcio**

La evaluación sensorial va dirigida al ser humano, el cual utiliza sus sentidos como instrumento de medición en tareas propias de la ciencia y tecnología de alimentos tales como: investigación y desarrollo de productos, control de calidad, evaluación de cambios en materias primas o procesos y determinación de vida útil (Granados, 2000).

La necesidad de adaptarse a los gustos del consumidor obliga a que, de una forma u otra, se intente conocer cuál será el juicio crítico del consumidor en la valoración sensorial que realizará del producto alimentario. Es evidente la importancia que, para el técnico en la industria de alimentos, tiene el disponer de sistemas y herramientas que le permitan conocer y valorar las cualidades sensoriales del producto que elabora, y la repercusión que los posibles cambios en su elaboración o en los ingredientes puedan tener en sus cualidades finales (Sancho y col., 1999).

Para evaluar la aceptación de las láminas elaboradas con las dos formulaciones seleccionadas, se realizó una prueba de evaluación sensorial por consumidores. Para este fin se evaluaron los productos mediante una escala hedónica de 9 puntos y un panel de consumidores conformado por 50 personas de los cuales 28 pertenecían al género femenino y 22 al género masculino.

En las tablas 18 y 19 se muestran los resultados de la evaluación sensorial por consumidores para las láminas flexibles enriquecidas con calcio de parchita con tomate de árbol y parchita con fresa.

**Tabla 18.** Evaluación sensorial por consumidores, según su género, de láminas flexibles de parchita con tomate de árbol enriquecidas con calcio.

| Género    | Aceptabilidad por parte de los consumidores |
|-----------|---|
| Masculino | 7,27 ± 1,10                                 |
| Femenino  | 7,21 ± 1,32                                 |

Escala hedónica de 9 puntos: (9) Me gusta extremadamente, (5) Me es indiferente, (1) Me disgusta extremadamente. N= 50  
Valores expresados como media ± desviación estándar.

**Tabla 19.** Evaluación sensorial por consumidores, según su género, de láminas flexibles de parchita con fresa enriquecidas con calcio.

| Género    | Aceptabilidad por parte de los consumidores |
|-----------|---|
| Masculino | 7,52 ± 1,28                                 |
| Femenino  | 7,48 ± 1,08                                 |

Escala hedónica de 9 puntos: (9) Me gusta extremadamente, (5) Me es indiferente, (1) Me disgusta extremadamente. N= 50  
Valores expresados como media ± desviación estándar.

Según los resultados obtenidos, no parece haber diferencia en la preferencia por ambas láminas entre los géneros, siendo evaluadas las láminas de parchita con tomate de árbol como “me gusta moderadamente” y las de parchita con fresa como “me gusta mucho”. Lo anterior quiere decir que es posible elaborar láminas de parchita con tomate de árbol enriquecidas con calcio y parchita con fresa enriquecidas con calcio que tengan buena aceptación por los consumidores. Igualmente, es posible elaborar láminas de fruta con una cantidad apreciable de calcio y obtener una buena aceptación de las mismas por los consumidores, por lo que se podría decir que las láminas de frutas pueden ser un buen vehículo para el enriquecimiento con este nutriente.

## 7. CONCLUSIONES

Los frutos de parchita, tomate de árbol y fresa ofrecen una alta proporción de pulpa, lo que las hace un ingrediente óptimo al considerar su utilización en la elaboración de láminas flexibles. Aunado a esto, las pulpas presentaron un pH bajo, característica que favorece su estabilidad.

Es posible elaborar láminas enriquecidas con calcio de parchita con tomate de árbol y parchita con fresa, acondicionando la mezcla de pulpas hasta 20°Brix, utilizando para ello, una combinación de azúcares de 50% sacarosa y 50% fructosa, y luego deshidratando dichas mezclas a 60 °C por 4 horas.

A pesar que las tres formulaciones probadas para cada combinación de pulpas (75% parchita/25% tomate de árbol; 50% parchita/50% tomate de árbol; 25% parchita/75% tomate de árbol; 90% parchita/10% fresa; 70% parchita/30% fresa y 50% parchita/50% fresa) presentaron muy buenas características químicas y físicas y que en los resultados de la evaluación sensorial, no se encontraron diferencias significativas entre las formulaciones, se seleccionaron la de 75% parchita/25% tomate de árbol y la de 50% parchita/50% fresa, debido a que la primera fue mejor evaluada de forma sensorial en el parámetro de dureza y la segunda en color.

Las láminas de parchita con tomate de árbol enriquecidas con calcio y las láminas de parchita con fresa enriquecida con calcio presentaron valores bajos de humedad, pH y actividad de agua lo que indica que el producto ha de ser bastante estable en el tiempo.

Se logró adicionar una cantidad de calcio lo suficientemente alta en las láminas, tanto como para cubrir el 41,70 % del requerimiento diario de calcio con la lámina de parchita con tomate de árbol y 36,49% del requerimiento diario con la de parchita con fresa, en una ración de tamaño conveniente (14 x 4 cm) y de buena aceptación por los consumidores. Además, dichas láminas pueden ser consideradas como una fuente adecuada de energía (alrededor de 200 Kcal/100g).

## 8. RECOMENDACIONES

Se recomienda:

1. Realizar estudios de estabilidad en el tiempo de las láminas desarrolladas, durante al menos tres meses
2. Estudiar el empaque ideal, que no afecte las características sensoriales del producto pero que aumente su atractivo comercial.
3. Evaluar el tamaño de las raciones de las láminas, considerando la cantidad de las mismas que se puede consumir antes de saciarse.
4. Evaluar los costos de producción de láminas de frutas para su incorporación en el mercado de consumidores.

## 9. REFERENCIAS

Abreu E, Ablan de Flórez E. 2004 ¿Qué ha cambiado en Venezuela desde 1970 en cuanto a la disponibilidad de alimentos para el consumo humano?. *Agroalim*; Nro. 19: p.13-33.

Almajo P. 2009. Determinación de la actividad antioxidante de las Bayas de Goji. *Consorti Escola Industrial de Barcelona*. España

Álvarez M, Pinto M, García B. 2007. Efecto del ácido cítrico sobre la madurez del Tomate de árbol. Tesis de Postgrado. Universidad Simón Rodríguez. Caracas, Venezuela.

Álvarez M. 1997. Elaboración de láminas de tuna (*Opuntia ficus indica*) con incorporación de pulpa de membrillo (*Cydonia oblonga* Mill). Universidad de Chile. Chile

Álvarez R., Manzano J. 2008. Caracterización química y sensorial del vino artesanal de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendth). Universidad de Los Andes. Núcleo Universitario Rafael Rangel, Trujillo, estado Trujillo. Venezuela

Álvarez, J. 2009. Desarrollo de láminas flexibles de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) enriquecidas con calcio. Tesis de Grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

Alvitez A., González B., Jiménez Z. 2002. Tendencias en la producción de alimentos: alimentos funcionales. *Revista Salud Pública y Nutrición* Vol 3. N°3.

Arámbula G., Méndez J., González J., Gutiérrez E., Moreno E. 2004. Evaluación de una metodología para determinar características de textura de tortilla de maíz (*Zea mays* L.) *ALAN* 54(2): 216-222.

Araya H., Lutz M. 2003. Alimentos funcionales y saludables. *Revista chilena de nutrición*. V. 30. N°1. Chile

Arnaud C., Sánchez S., 1997. Calcio y Fósforo. Capítulo 24. *Conocimientos Actuales Sobre Nutrición*. 7ma Edición. Pp 260-268.

Aular J., Bautista D., Maciel N., 1994. Características de la fruta de parchita en tres localidades del sur del lago de Maracaibo.

Aular J., Rodríguez Y., 1994. Características de la fructificación, la fruta y la pulpa de parchita (*Passiflora edulis* Sims. F. *flavicarpa* Degener), en Tarabana, Estado Lara. *Bioagro* 6 (1): 24-28. 1994

Aular, J. 2005. Análisis de la producción de parchita y otras pasifloras en Venezuela. Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto, Venezuela.

Badui S. 1990. Química de los alimentos. Editorial Alhambra Mexicana, S. A. México. Cap. 1. Pág.: 15; 26

Base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2012

Base de datos de nutrientes del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 2012.

Beltran A., Ramos M., Alvarez M. 2010. Estudio de la vida útil de Fresas (fragaria vesca) mediante tratamiento con radiación ultravioleta de onda corta (UV-C). Revista Tecnológica ESPOL\_RTE, vol. 23, N2, 17-24.

Bohs, L. 1989. Ethnobotany of the genus *Cyphomandra* (Solanaceae). Econ. Bot. 43: 143 -163.

Bourne, M. 1978. Texture Profile Analysis. Food Technology 69: 62-66.

Brûcher, H. 1989. Useful Plants of Neotropical Origin. Springer Verlag, Berlin – Heidelberg –New York.

Cámara M., Cortes M., Torija E. 2003. Nutrición y salud. Frutas y verduras, fuentes de salud. Departamento de Nutrición y Bromatología II. Bromatología. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid.

Carrasco R, Encina C., 2008. Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. Rev Soc Quim Perú. 74, N° 2 (108-124).

Cegarra, J. 1968. Estudio comparativo de algunos índices químicos y físicos en variedades de mangos (*Mangifera indica* L.) injertados importantes desde el punto de vista de su aprovechamiento industrial. Rev Fac Agron. 4(4): 5-23.

Centro de Información e Inteligencia Comercial CICO. 2009. Perfiles de producto. Perfiles de tomate de árbol. 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. Chile.

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

Coultate T. 1984. Alimentos. Química de sus Componente. Ed. Acribia. España. 199 p.

Del Alamo M., Nevarez I.2006. Wine aging bottle from artificial systems (staves and chips) and oak Woods, anthocianyn composition. Anal. Chim. Acta: 563: pp.255-263

DeMan, J. 1999. Principles of Food Chemistry. Tercera edición. Editorial Springer. USA.

Departamento de Nutrición y Bromatología de la Universidad Complutense de Madrid. Tabla composicional de alimentos. 2010

Ekanayake S., Bandara L. 2002. Development of banana fruit leather. Annals of the Sri Lanka Department of Agriculture.

Figbe. 1991 Anuario Estadístico do Brasil. Vol. 51. Rio de Janeiro. 1024.

Food Scientist de Bartek Ingredients Inc. 2006. Aplicación de sales solubles. Utilidad del calcio. Énfasis Alimentación. N° 6. Pp. 64-66

García M. 2002. Guía Técnica, cultivo de Maracuyá Amarillo. CENTA, El Salvador.

Gerstner G. 2000. El desafío de la fortificación. Nutrición. Bebidas Enriquecidas con Calcio. Alemania

Gonzales A., 1991. Modificaciones de los atributos que definen la calidad de la fresa (*Fragaria* sp) sometida a distintos procesos de conservación. Seminario de grado Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

Granados L. 2000. Indicaciones geográficas y denominaciones de origen. España: MAG.

Guerra C., 2005. Elaboración de Láminas de Fruta a partir de Arándano (*Vaccinium corymbosum*) c.v. Elliot y Manzana (*Malus pumila* Mill) c.v. Liberty. Tesis de Licenciatura. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

Guía Práctica para exportación a EE.UU. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura Representación del IICA en Nicaragua. Managua, Marzo del 2007.

Guzmán R., Tovar M. 1998. Manejo postcosecha y evaluación de la calidad para Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* sendt) que se comercializa en la ciudad de Neiva. Programa de Ingeniería Agrícola. Universidad Sur Colombiana. Neiva, Colombia.

Han Y., Linton R. 2007. Fate of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* in Strawberry juice and acidified media at different pH values temperatures. Journal of Food Protection. 67 (11):2443-9.

Hancock, J.F., 1999. Strawberries. CABI publishing, UK.

Heatherbell D., Surawski J., Withy L. 1975. Identification and quantitative analysis of sugars and non-volatile acids in tamarillo fruit (*Cyphomandra betacea*). Confructa 20: 17-22

Hiltunen R. 2006. Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. Food Chemistry. 122-129. Finland

Hinneburg I., Dorman D. Hannum, S. 2006. Potential impact of strawberries on human health: a review of the science. *Crit Rev. Food Chem.* 628-633.

Hojas de Balance de Alimentos 2005 al 2009. Instituto Nacional de Nutrición.

Hoyos, J. 1989. *Frutales de Venezuela*. Sociedad de Ciencias Naturales, La Salle. Caracas, Venezuela.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC, 1997. NTC 4105. Frutas Frescas. Tomate de árbol. Especificaciones.

Instituto de Investigación para las Plantas y los Alimentos. Ministerio de Salud de Nueva Zelanda. 2011. Tabla composicional del tomate de árbol.

Instituto Nacional de Nutrición. (INN). 2000. Cuadro de composición de alimentos para uso práctico. Publicación N° 54. Serie Cuadernos Azules. Caracas, Venezuela. 97pp.

Jaswir I., Che Man Y., Selamat F., Sugisawa H. 2008. Retention of volatile components of duian fruit leather during processing and storage. *International Islamic University Malaysia*. Malaysia

Kahu K., Klaas L., Kikas A. 2010. Effect of cultivars and different growing technologies on strawberry yield and fruit quality. *Estonia. Agronomy Research* 8 (Special Issue III), 589-594.

Kuskoski M., Asuero A., Troncoso A., Mancini J., Fett R. 2005. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Cienc. Tenol. Aliment.* Vol. 25. N° 4. Brasil

Lynn E., 2007. Elaboración y caracterización de láminas de pulpa de frutilla (fragaria x annanasa Dush) con incorporación de ácido ascórbico y concentrado de granada. Tesis de Grado, Universidad de Chile. Santiago, Chile

Manica, J, Garcia J., Lara J., Tochini R., Hashizume T., Moretti V., Canto W. 1980. Maracuja-da cultura ao processamento e comercializacao. *Gov. Est. Sao Paulo, Sec.. Brasil* 207 p

Márquez, Y. 1998. Desarrollo de un producto de lechosa (Carica papaya L) utilizando jugo de parchita (Passiflora edulis) como solución de impregnación. Tesis de Licenciatura, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

Martínez I., Periago M., Ros G. 2000. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion.* Vol. 50. N°1. España

Martínez J., Arpe C., Urrialde R., Fontecha J., Murcia M., Gómez C., Villarino A. 2003. Nuevos alimentos para nuevas necesidades. *Nutrición y salud*. Instituto de Salud Pública Consejería de Sanidad. Impreso en España por Nueva Imprenta, S.A.

Mazzani E., Pérez D., Pacheco W. 1999. Distribución y uso de especies del género *Passiflora* (Passifloraceae) en las zonas altas de los estados Lara y Falcón, Venezuela. *Plant Genetic Resources Newsletter* 119:24-32.

Merino F., 2002. Elaboración de láminas de fruta ("fruit leathers") a partir de pulpa de Murta (*Ugni molinae* Turcz) congelada. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile

Meza N., Manzano J. 2009. Características del fruto tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Senthd) basadas en la coloración del arilo, en la Zona Andina Venezolana. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Pampanito, Estado Trujillo. Venezuela.

Moreno D., 2005. Recubrimiento de fresas (*Fragaria* sp) con coberturas comestibles a base de almidón modificado de papa blanca (*Solanum tuberosum*). Tesis de Licenciatura. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

Moreno M., Pinto M., García P., Camacho B. 2007. Efecto del ácido cítrico sobre la madurez del tomate de árbol. Universidad Simón Rodríguez. Carabobo. Venezuela

Munsell H., Williams L., Guild L., Troescher C., Nightingale G., Harris R., 1950. Composition of food plants of Central America. Guatemala. *J. Food Sci.* 15(1) 16-33

Muñoz M., Ramos F., Alvarado C., Castañeda U. 2007. Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Rev. Soc. Quim. Perú.* 73, N° 3 (142-149)

Murcia M., Jiménez A., Martínez M. 2001. Evaluation of the antioxidant properties of mediterranean and tropical fruits compared with common food additives. *J Food Prot;* 64:2037-46.

Murillo E., Lombo O., Tique M., Méndez J. 2007. Potencial Antioxidante de *Bauhinia Kalbreyeri* Harms (FABACEAE). *Información Tecnológica.* Vol. 18(6), 65-74. Colombia

Murton, J. 1987. Passionfruit. En: *Fruits of warm climates*, Julia F. Morton, USA. pp 320-328.

NutrimedPeru. *Clinical Nutrition*, 1993. Tabla de composición química de los principales nutrientes de los alimentos por 100gr.

Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 2012 Tabla composición de alimentos.

OMS. 2003. Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. Informe de una Consulta Mixta de Expertos en Régimen Alimentario, Nutrición y Prevención de Enfermedades Crónicas (FAO/OMS). Serie de Informes Técnicos 916. Ginebra, Suiza.

Padilla F., Rincón A., Bou-Rached L. 2008. Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de varias semillas y nueces. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol. 58 N° 3.

Palacios, C. 2007. Lo nuevo en los requerimientos de calcio, propuesta para Venezuela. Anales Venezolanos de Nutrición, 20, (2): 99-107.

Pedraza A., 1999. "Caracterización de un ADNc de fresa específico de frutos maduros que representa homología con péptido metionina sulfóxido reductasas". Universidad de Córdoba. España

Pérez M., Camacaro J., Hadley P., Battey N, Carew J. 2002. Pattern of growth in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch) cultivars 'Elsanta', 'Bolero' and 'Everest' through the season. Journal of American Society for Horticultural Science 127(6):901-907.

Portela S. 1999. Fisiología y manejo de postcosecha del tamarillo (*Cyphomandra betacea*). Avances en Horticultura N°4:01.

Potencial Agroindustrial Antioqueño. 2005. Una Mirada general. Tomate de árbol. Colombia

Pruthi, J.1963. Physiology, Chemistry and Technology of Passion fruit. En: Advances in Food Research. (Eds. Mrak, E. M.; Stewart, G. F). Advances in Food Research NY: Academic Press.

Raab C., Oehler N. 1976. Making dried fruit leather. Fact Sheet 232. Oregon State University Ext Service. USA.

Ramírez M. 2009. Desarrollo de Láminas Flexibles de Mango (*Mangifera indica* L.) enriquecidas con calcio. Tesis de Grado para optar al título de Licenciado en Biología. Venezuela

Ramírez M., 2011. Desarrollo de jaleas y láminas flexibles de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) enriquecidas con calcio. Tesis de Grado para optar al título de Licenciado en Biología. Venezuela

Ratphitagsanti W., Huff H., Hsieh F. 2005. Processing and properties of strawberry leathers. Univ. of Missouri. Dept. of Biological Engineering. USA

Rodríguez O. 2011. Desarrollo de láminas flexibles de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener), con zanahoria (*Ducus carota* var. *Sativus* L), y parchita con remolacha (*Beta vulgaris* L.) enriquecidas con calcio. Tesis de Grado para optar al título de Licenciado en Biología. Venezuela

Sagñay N., 2009. "Control de calidad de frutilla (*fragaria vesca*) deshidratada por método de microondas a tres potencias". Tesis de Licenciatura, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Rimbamba, Ecuador.

Sancho J., Bota E., Castro J. 1999. Introducción al análisis sensorial de los alimentos Edicions Universitat de Barcelona: 183-198.

Santos J. 1980. A deficiência de vitamina A e vitamina C no Brasil e a utilização de maracujá (*Passiflora edulis*) como fonte vitamínica. In: Cultura do maracujazeiro. P. 139-147. C. Ruggiero, ed Fac. Ciências Agrárias e Veterinárias. Jacotícabla. 147p.

Sepulveda E., Saenz C., 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. Universidad de Chile, Santiago, Chile. 57p

Tabares C., Velásquez J. 2003. Estudio de la vida de anaquel del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) osmódeshidratado empacado en atmósferas modificadas. Trabajo final para optar el título de Ingeniero Químico. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad Nacional de Colombia. Colombia

Taylor y Francis 2001. The Tamarillo (*Cyphomandra betacea*). A Review of a Promising Small Fruit Crop. Vol. 1. Issue 2.

Ulrich M. Von der Linden. 2007. The Passion Fruit Market. Is it controllable?. Hamburg. Germany. Carrière GmbH.

Valderrama J. 1998. Información Tecnológica. Vol 9. N° 5. Pag: 35-44.

Vasco C., Ruales J., Kamal-Eldin A. 2008. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. Food Chemistry, 111: 816–823.

Vera E., Rualesa J., Dornierb M., Sandeauxc J., Persinc F., Pourcellyc G., Vaillantb F., Reynesb M. 2003. Comparison of different methods for deacidification of clarified passion fruit Juice. Journal of Food Engineering. Volume 59, Issue 4, Pages 361–367

Walker J., et al. 1995. Effect of polysaccharides on the color of anthocyanins. Food Chem. Pp. 54,315.

Weaber C., Heany R. 1999. Calcio. Ed. McGraw-Hill Interamericana. México. Vol.1. Cap. VII. pp 165-182.

Zibadi, S., Farid R., Moriquichi S., Lu Y., Foo L., Therani P., Ulreich J., Watson R. 2007. Oral administration of purple passion fruit peel extract attenuates blood pressure in female spontaneously hypertensive rats and humans. Publication Type Journal Article. Volume 27. Pag 408-416