



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

DESARROLLO DE JALEAS Y LÁMINAS FLEXIBLES DE ARAZÁ
(*Eugenia stipitata* Mc Vaugh)
ENRIQUECIDAS CON CALCIO

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela, por la Bachiller **Ramírez Flores María Fabiola** como requisito parcial para optar por el título de Licenciado en Biología.

Tutor: Prof. **Unai Eraldi P.**

CARACAS, VENEZUELA
Septiembre 2011

DEDICATORIA

A Tí Señor por ser el autor de esta obra

AGRADECIMIENTO

Gracias Señor por colmar mi vida de bendiciones, por ser mi guía y darme fuerzas en cada uno de esos momentos en los que sentí que ya no podía más.

Gracias Mamá y Papá, por apoyarme siempre, por darme la educación que me han dado, por cultivar en mí los valores que me hacen ser mejor persona cada día, los amo inmensamente. Gracias por su amor y comprensión.

Gracias hermano por tu apoyo incondicional, por tus acertados consejos, por tu amistad y por hacerme sentir que podré contar contigo siempre.

Gracias Unai por haber sido un excelente tutor y permitirme crecer como profesional y como persona.

Muchísimas gracias a FUDECI, quienes depositaron en mí su confianza para el desarrollo de este maravilloso proyecto, su apoyo fue imprescindible en todo momento.

A Luis Chang y Beatriz Espinoza quienes amablemente me suministraron las placas Petrifilm utilizadas en los análisis microbiológicos.

A Eliana y Marielünet, por su valiosa amistad y por ser no sólo grandes amigas, sino también hermanas y compañeras de este recorrido en la Facultad de Ciencias.

Gracias Elizabeth y Zuroska, sus incontables consejos y palabras de aliento me dieron la fortaleza necesaria para seguir adelante. Gracias por escucharme siempre, sobre todo en aquellos momentos en los que las lágrimas eran mis únicas palabras.

Gracias Diomarina por brindarme tu amistad y ser un valioso apoyo en todo momento.

Gracias María Fernanda, por tu cariño, por tu amistad y por todos esos momentos (buenos y malos) que pasamos juntas en el ICTA. Gracias por hacerme sonreír cuando lo único que me sentía capaz de hacer era llorar.

A Bernadette y Ana quienes me brindaron su ayuda y conocimiento en todo momento.

Finalmente, gracias a todas aquellas personas que durante mi desarrollo profesional, aportaron un granito de arena. No haberlos nombrado no significa que no esté inmensamente agradecida.

¡Gracias a todos!

ÍNDICE

| | Pág. |
|---|-----------|
| ÍNDICE DE TABLAS..... | 9 |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | 10 |
| 1. RESUMEN..... | 11 |
| 2. INTRODUCCIÓN..... | 12 |
| 3. OBJETIVOS..... | 14 |
| 3.1. Objetivo General..... | 14 |
| 3.2. Objetivos Específicos..... | 14 |
| 4. ANTECEDENTES..... | 15 |
| 4.1. Arazá (<i>Eugenia stipitata</i> Mc Vaugh)..... | 15 |
| 4.1.1. Origen..... | 15 |
| 4.1.2. Taxonomía..... | 15 |
| 4.1.3. Variedades..... | 16 |
| 4.1.4. Fruto..... | 17 |
| 4.1.5. Características químicas y nutricionales del fruto..... | 17 |
| 4.1.6. Usos..... | 19 |
| 4.2. Deshidratación como método de conservación de frutas y hortalizas..... | 19 |
| 4.3. Alimentos enriquecidos..... | 20 |
| 4.3.1. Calcio..... | 21 |
| 4.4. Láminas flexibles de frutas..... | 23 |
| 4.5. Jaleas..... | 26 |
| 4.5.1. Pectina como ingrediente..... | 27 |
| 4.5.2. Azúcares..... | 30 |

| | |
|--|----|
| 5. MATERIALES Y MÉTODOS | 32 |
| 5.1. Materiales..... | 32 |
| 5.2. Métodos..... | 32 |
| 5.2.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA..... | 32 |
| 5.2.1.1. Caracterización de la fruta entera..... | 32 |
| 5.2.1.2. Obtención de la pulpa..... | 33 |
| 5.2.1.3. Caracterización de la pulpa..... | 33 |
| 5.2.2. DESARROLLO DE LÁMINAS FLEXIBLES ENRIQUECIDAS CON CALCIO A PARTIR DE PULPA DE ARAZÁ..... | 34 |
| 5.2.2.1. Desarrollo de la fórmula para la elaboración de láminas flexibles de arazá enriquecidas con calcio..... | 34 |
| 5.2.2.2. Elaboración de la curva de secado de las láminas de arazá..... | 37 |
| 5.2.2.3. Elaboración de las láminas flexibles de arazá enriquecidas con calcio..... | 37 |
| 5.2.2.4. Análisis físicos, químicos y contaje microbiológico de la lámina flexible de arazá enriquecida con calcio..... | 38 |
| 5.2.3. DESARROLLO DE JALEAS ENRIQUECIDAS CON CALCIO A PARTIR DE PULPA DE ARAZÁ..... | 39 |
| 5.2.3.1. Desarrollo de la fórmula para la elaboración de jalea de arazá enriquecida con calcio..... | 39 |
| 5.2.3.2. Análisis físicos, químicos y contaje microbiológico realizados a la jalea de arazá enriquecida con calcio..... | 41 |
| 5.2.4. EVALUACIÓN SENSORIAL POR CONSUMIDORES DE LÁMINA FLEXIBLE Y JALEA DE ARAZÁ DESARROLLADAS..... | 42 |
| 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 43 |
| 6.1. Caracterización del fruto..... | 43 |

| | |
|---|----|
| 6.1.1. Peso promedio, dimensiones y proporciones de piel, pulpa y semillas..... | 44 |
| 6.2. Caracterización de la pulpa..... | 47 |
| 6.2.1. Humedad y sólidos totales..... | 47 |
| 6.2.2. Sólidos solubles..... | 48 |
| 6.2.3. pH..... | 49 |
| 6.2.4. Acidez total titulable..... | 49 |
| 6.2.5. Azúcares reductores y no reductores..... | 50 |
| 6.2.6. Cenizas..... | 51 |
| 6.2.7. Proteína cruda..... | 52 |
| 6.2.8. Pectinas..... | 52 |
| 6.2.9. Compuestos fenólicos totales..... | 52 |
| 6.2.10. Color..... | 53 |
| 6.3. DESARROLLO DE LA FÓRMULA PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS FLEXIBLES DE ARAZÁ ENRIQUECIDAS CON CALCIO..... | 54 |
| 6.4. Elaboración de una curva de secado..... | 55 |
| 6.5. Análisis físicos y químicos realizados a las láminas flexibles de arazá enriquecidas con calcio..... | 56 |
| 6.5.1. Humedad y actividad de agua (aw)..... | 57 |
| 6.5.2. Sólidos solubles..... | 57 |
| 6.5.3. pH..... | 58 |
| 6.5.4. Acidez total titulable..... | 58 |
| 6.5.5. Azúcares reductores y no reductores..... | 60 |
| 6.5.6. Cenizas..... | 60 |
| 6.5.7. Calcio..... | 61 |
| 6.5.8. Color..... | 61 |

| | |
|--|-----------|
| 6.5.9. Textura..... | 62 |
| 6.5.10. Contaje microbiológico..... | 63 |
| 6.5.10.1. Aerobios mesófilos..... | 63 |
| 6.5.10.2. Mohos y Levaduras..... | 63 |
| 6.6. Ración para el consumo de las láminas flexibles de arazá enriquecidas con calcio..... | 64 |
| 6.7. Calorías aportadas por las láminas de arazá enriquecidas con calcio..... | 64 |
| 6.8. DESARROLLO DE LA FÓRMULA PARA LA ELABORACIÓN DE JALEAS DE ARAZÁ ENRIQUECIDAS CON CALCIO..... | 65 |
| 6.9. Análisis físicos y químicos realizados a la jalea de arazá enriquecida con calcio..... | 66 |
| 6.9.1. Humedad y actividad de agua (aw)..... | 66 |
| 6.9.2. Sólidos solubles y sólidos totales..... | 67 |
| 6.9.3. pH y acidez total titulable..... | 69 |
| 6.9.4. Azúcares reductores y no reductores..... | 69 |
| 6.9.5. Cenizas..... | 70 |
| 6.9.6. Calcio..... | 70 |
| 6.9.7. Color..... | 70 |
| 6.9.8. Textura..... | 71 |
| 6.9.9. Contaje microbiológico..... | 71 |
| 6.9.9.1. Aerobios mesófilos..... | 71 |
| 6.9.9.2. Mohos y Levaduras..... | 71 |
| 6.10. EVALUACIÓN SENSORIAL POR CONSUMIDORES DE LA LÁMINA FLEXIBLE Y LA JALEA DE ARAZÁ..... | 72 |
| 7. CONCLUSIONES..... | 73 |
| 8. RECOMENDACIONES..... | 74 |
| 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 75 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|--|------|
| Tabla 1. Clasificación taxonómica del arazá (<i>Eugenia stipitata</i> Mc Vaugh)..... | 16 |
| Tabla 2. Composición química de 100g de pulpa de arazá (<i>Eugenia stipitata</i> Mc Vaugh) en estado maduro según diferentes autores..... | 18 |
| Tabla 3. Recomendaciones de calcio (mg/d) en Venezuela por grupos de edad..... | 22 |
| Tabla 4. Proporciones de azúcares utilizadas en las pruebas preliminares para la elaboración de láminas flexibles de arazá..... | 34 |
| Tabla 5. Formulación para la elaboración de láminas flexibles enriquecidas con calcio elaboradas a partir de pulpa de arazá acondicionada a 30 °Brix..... | 34 |
| Tabla 6. Características físicas del fruto de arazá (<i>Eugenia stipitata</i> Mc Vaugh)..... | 42 |
| Tabla 7. Caracterización física y química de la pulpa de arazá..... | 48 |
| Tabla 8. Resultados de los análisis físicos, químicos y microbiológicos realizados en láminas flexibles de arazá enriquecidas con calcio..... | 59 |
| Tabla 9. Proporción de los ingredientes para la elaboración de jalea de pulpa de arazá enriquecida con calcio..... | 66 |
| Tabla 10. Resultados de los análisis físicos, químicos y microbiológicos realizados en jaleas de arazá enriquecidas con calcio..... | 68 |
| Tabla 11. Evaluación sensorial por consumidores de la lámina flexible y jalea de arazá enriquecidas con calcio..... | 72 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|------|
| Figura 1. Fruto de arazá (<i>Eugenia stipitata</i> Mc Vaugh)..... | 17 |
| Figura 2. Pectina de alto metoxilo..... | 29 |
| Figura 3. Pectina de bajo metoxilo..... | 29 |
| Figura 4. Pectina de bajo metoxilo con presencia de grupos amida..... | 29 |
| Figura 5. Mediciones realizadas al fruto de arazá (largo y ancho)..... | 32 |
| Figura 6. Esquema tecnológico para la elaboración de láminas flexibles de arazá enriquecidas con calcio..... | 35 |
| Figura 7. Planilla empleada para la evaluación sensorial por consumidores no entrenados de las láminas flexibles de arazá enriquecidas con calcio..... | 36 |
| Figura 8. Esquema tecnológico para la elaboración de jalea de arazá enriquecidas con calcio... | 40 |
| Figura 9. Metodología para el análisis microbiológico de mohos, levaduras y aerobios mesófilos empleando placas Petrifilm marca 3M..... | 41 |
| Figura 10. Planilla empleada para la evaluación sensorial por consumidores de la lámina flexible de pulpa de arazá enriquecida con calcio..... | 42 |
| Figura 11. Planilla empleada para la evaluación sensorial por consumidores de la jalea de pulpa de arazá enriquecida con calcio..... | 43 |
| Figura 12. Frutos de arazá..... | 44 |
| Figura 13. Corte longitudinal de un fruto de arazá..... | 44 |
| Figura 14. Curva de secado de láminas flexibles de arazá de 30 °Brix, deshidratadas a 60 °C... | 55 |

1. RESUMEN

El arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh), es un fruto originario de la región amazónica, perteneciente a la familia de las Mirtáceas. Esta fruta es una baya esférica que contiene una pulpa (mesocarpio) jugosa y espesa, de coloración amarillo pálido. En el presente trabajo, se propuso desarrollar jaleas y láminas flexibles enriquecidas con calcio a partir de pulpa de arazá, productos que poseen un tiempo de vida útil prolongado y que pueden ser elaborados con una tecnología sencilla. Según los resultados de la caracterización del fruto entero y su pulpa, los frutos de arazá poseen una alta proporción de pulpa, de pH bajo, características que favorecen su utilización para la elaboración de alimentos. Se encontró que es posible elaborar láminas flexibles enriquecidas con calcio, de buena aceptabilidad, caracterizadas por presentar valores bajos de humedad, pH y actividad de agua, alta acidez, y de apropiada calidad microbiológica. Además, dichas láminas pueden ser consideradas como una fuente adecuada de energía (205 Kcal/100g), y una porción de 56 cm² suministra 15,69% del requerimiento diario de calcio para adolescentes de 9 a 18 años y adultos mayores de 50 años. Por otra parte, la pulpa de arazá se adapta satisfactoriamente al esquema tecnológico de elaboración de jaleas, obteniéndose un producto de buena aceptabilidad, pH bajo y de contenido de azúcares reducido (53,40 °Brix de sólidos solubles) en comparación con las jaleas tradicionales.

Palabras clave: arazá, *Eugenia stipitata*, láminas flexibles, jalea, calcio.

2. INTRODUCCIÓN

La Amazonia es una enorme superficie conformada por un mosaico de paisajes y ecosistemas que albergan una rica biodiversidad. La región ocupa los territorios de Brasil, en su mayor parte y en menor proporción los de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Venezuela, Surinam, Guyana y Guayana Francesa (Hernández y Barrera, 2004).

Desde mediados de la década de los 80's, las frutas nativas del Amazonas fueron identificadas como una alternativa productiva en la cuenca de dicha región, debido a la gran variedad de especies frutícolas de gran potencial, que de explotarse racionalmente, podrían contribuir al desarrollo local (Clement y Arkcoll, 1979; Cavalcante, 1991). De esta forma, entre las frutas regionales, el arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) despierta interés debido a sus cualidades sensoriales y por el índice de producción de la planta (Hernández y Barrera, 2004).

Es importante destacar el valioso aporte de vitaminas y minerales que proporcionan las frutas. Numerosas investigaciones indican que su consumo diario, en cantidad suficiente y en una alimentación bien equilibrada, ayuda a evitar enfermedades graves, como las cardiopatías, los accidentes cardiovasculares, la diabetes y el cáncer, así como deficiencias de importantes micronutrientes y vitaminas. La Organización Mundial de la Salud (OMS) coloca el consumo escaso de frutas y hortalizas en sexto lugar entre los veinte factores de riesgo a los que atribuye la mortandad humana, inmediatamente después de otras causas de muerte más conocidas, como el tabaco y el colesterol (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 (en dicha recomendación no se incluyen los tubérculos, como la papa y la yuca). Sin embargo, el consumo mundial de frutas y hortalizas está muy por debajo del nivel mínimo recomendado por la OMS. La población no consume frutas y hortalizas por distintas razones: el costo, la conveniencia, el sabor y los prejuicios, entre otras. Pero conforme la ciencia reitera la importancia del consumo de estos alimentos, los organismos nacionales de salud, los

representantes de la industria y las organizaciones internacionales, comprendida la FAO, están colaborando para tratar estos problemas y encontrar la forma de incrementar el consumo de frutas y hortalizas en todo el planeta (FAO/OMS, 2003).

En las regiones tropicales se producen un gran número de frutos comestibles. Paradójicamente, el número de especies consumidas ampliamente es limitado, debido a la baja disponibilidad, la falta de inversión, el escaso conocimiento de los sistemas de producción o la conservación y, en muchos casos, también está relacionado con la calidad del fruto (Rogez y col., 2004).

García-Casal en el 2007 señaló que se han desarrollado tecnologías enfocadas a la transformación de frutas frescas para producir nuevos productos, en la cual algunos nutrientes y compuestos biológicamente activos presentes en la fruta en forma natural se pueden transformar durante el procesamiento, incrementando su valor nutricional y favoreciendo su absorción y metabolismo en el cuerpo humano.

En este sentido, se han adelantado trabajos para establecer las condiciones mínimas necesarias para una vida en anaquel adecuada de frutos exóticos como el arazá. Este fruto tiende a sufrir daños acelerados durante su postcosecha, por lo que se busca mejorar su integración al mercado interno y proporcionar herramientas para llevarlo al mercado internacional (Hernández y Barrera, 2000).

Se propone entonces, desarrollar productos que permitan utilizar las propiedades sensoriales del arazá y que además posean un tiempo de vida útil prolongado, como lo son las jaleas y las láminas flexibles, planteándose los objetivos que se indican a continuación:

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Desarrollar jaleas y láminas flexibles enriquecidas con calcio a partir de pulpa de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh).

3.2. Objetivos Específicos

- 1.- Caracterizar de forma física y química los frutos de arazá.
 - a.- Caracterizar de forma física los frutos intactos de arazá.
 - b.- Caracterizar de forma física y química el mesocarpio de los frutos de arazá.
- 2.- Desarrollar la formulación para elaborar láminas flexibles enriquecidas con calcio, a partir de pulpa de arazá acondicionada a 30 °Brix, con sacarosa, y fructosa o jarabe de glucosa; pH entre 3,0 y 3,3 y deshidratadas a 60 °C, y caracterizarlas de manera física, química y microbiológica.
- 3.- Evaluar de forma sensorial las láminas flexibles enriquecidas con calcio elaboradas a partir de pulpa de arazá.
- 4.- Desarrollar formulaciones para elaborar jaleas enriquecidas con calcio a partir de pulpa de arazá, acondicionada a pH entre 3,0 y 3,3 y pectina añadida, obteniendo un producto final de 65 °Brix, y caracterizarlas de forma física, química y microbiológica.
- 5.- Evaluar de manera sensorial la jalea elaborada a partir de pulpa de arazá.

4. ANTECEDENTES

A continuación, se presenta la revisión bibliográfica de los aspectos más relevantes que fundamentan la elaboración de jaleas y láminas flexibles de arazá enriquecidas con calcio.

4.1. Arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh)

4.1.1. Origen

El arazá es un fruto producido por una planta que recibe el nombre científico de *Eugenia stipitata* Mc Vaugh. La especie es originaria del occidente de la región amazónica o Amazonia, específicamente de las cuencas de los ríos Marañón y Ucayali, ubicados en la selva baja de la Amazonia peruana (Hernández y Barrera, 2000). Inicialmente se creía que esta especie era originaria del Brasil, región en la cual el fruto es conocido como Araça-boi o guayaba peruana, pero en Manaus (Brasil) sólo existen algunos ejemplares, los cuales fueron introducidos desde Perú. Paradójicamente, en Iquitos (Perú), el fruto es denominado guayaba brasileña y por su parte, en Leticia y Bucaramanga (Colombia) también es conocido como guayaba peruana (Pinedo y col. 1981; Quevedo, 1995).

4.1.2. Taxonomía

La planta, tiene porte de arbusto o árbol pequeño y en promedio puede medir alrededor de los 3 m de altura y llegar a alcanzar hasta 10 m de altura (Hernández y col., 2006). Pertenece a la familia de las mirtáceas y al género *Eugenia*, siendo una especie adaptada a suelos de baja fertilidad, así como a las variaciones climáticas del trópico húmedo amazónico (Gentil y Clement, 1997).

La familia Myrtaceae es muy antigua y se ha diversificado grandemente en el transcurso de los siglos (Pizo, 1999). Comprende alrededor de 133 géneros y más de 3800 especies (Wilson y col., 2001) de las cuales, aproximadamente 2000 especies pertenecen al género *Eugenia* (Sánchez, 2004).

La clasificación taxonómica de *Eugenia stipitata* Mc Vaugh se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación taxonómica del arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh).

| | |
|--------------------|--|
| Reino | Vegetal (Plantae) |
| Subreino | Embryophyta |
| División | Tracheophyta |
| Subdivisión | Spermopsida |
| Clase | Angiospermae |
| Subclase | Dicotyledonae |
| Orden | Myrtaceae |
| Familia | Myrtaceae |
| Género | <i>Eugenia</i> |
| Especie | <i>Eugenia stipitata</i> Mc Vaugh |
| Subespecie | <i>Eugenia stipitata</i> subsp. <i>Sororia</i> <i>Eugenia stipitata</i> subsp. <i>Stipitata</i> |

Fuente: Hernández y col., 2007.

4.1.3. Variedades

La especie fue descrita por Mc Vaugh en 1956, a partir de colecciones del Perú, Brasil, Bolivia y Colombia. De ésta se reportan dos subespecies: *E. stipitata* y *E. sororia*. La primera es un arbusto de tamaño medio, con dominancia apical, copa menos densa y follaje menos abundante, con frutos de menor tamaño y semillas pequeñas y numerosas (Hernández y col., 2006).

E. sororia, por su parte, es un arbusto de follaje denso y copa redondeada, que presenta frutos de mayor tamaño, muy aromáticos, con semillas más grandes y en menor cantidad. Esta subespecie es la más extendida en el ámbito agrícola, por sus ventajas naturales de resistencia a enfermedades y a su alta productividad de frutos (Hernández y col., 2006).

4.1.4. Fruto

Como se muestra en la Figura 1, el fruto de arazá en una baya esférica achatada con diámetro longitudinal de 7 cm y hasta 12 cm de diámetro transversal, lo cual le confiere una apariencia globosa cóncava o esférica. El epicarpio es delgado, presenta pubescencia fina y color verde claro, que se torna amarillento o anaranjado en la madurez; la pulpa (mesocarpio) es espesa, jugosa, entre amarillo y naranja, aromática y agridulce. La cavidad interior del fruto se encuentra ocupada por un número de 12 a 16 semillas de 1,0 a 2,5 cm de longitud (Ariza, 2000; Gentil y Ferreira, 1999).



Figura 1. Fruto de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh)

4.1.5. Características químicas y nutricionales del fruto

Según Aguiar (1983), la cantidad de vitamina A en 100 g de pulpa puede suplir las necesidades diarias de una persona adulta. Por su parte, la cantidad de vitamina C no es constante en la pulpa de los frutos, pues depende de las condiciones edafoclimáticas predominantes en el ciclo del cultivo de las plantas y del estado de maduración de los frutos, entre otros factores. Según estudios realizados en Manaus, Brasil, los frutos en estado de maduración comercial contienen 101,1 mg% de vitamina C (Andrade y col., 1989).

El contenido de azúcares en el fruto de Arazá difiere de manera general del que presenta la guayaba, *Psidium guava* que pertenece a la misma familia (Myrtaceae), en ésta el azúcar predominante es la fructosa, seguida por la glucosa y la sacarosa (Ali y Lazan, 1997); mientras que en

el arazá, la sacarosa es el azúcar predominante. Sin embargo, la tendencia al aumento de los azúcares productos de la hidrólisis del almidón, cuando la maduración se da a 12 °C, coincide con otras mirtáceas (Bashir y Abu-Goukh, 2003).

Los frutos de arazá poseen aroma y sabor agradables, y presentan un tiempo de vida en anaquel muy corto cuando son almacenados como frutos frescos (Hernández y col., 2007; Vargas y col, 2005). Su rápido deterioro está influenciado directamente por el alto contenido de humedad que presentan, que es de alrededor del 90 %, lo que contribuye al incremento de la tasa respiratoria y causa el debilitamiento del mesocarpio y el epicarpio (Andrade y col., 1989).

La composición química de la pulpa de arazá se presenta en la Tabla 2 destacándose su bajo contenido de sólidos totales y azúcares, y bajo valor de pH.

Tabla 2. Composición química de 100g de pulpa de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) en estado maduro según diferentes autores.

| Componentes | Andrade y col. (1989) | Rogez (2004)* | Hernández y col. (2006) |
|-------------------------------------|--------------------------|------------------|----------------------------|
| pH | 3,4 | 2,6 ± 0,2 | 2,88 |
| Materia seca (%) | - | 4 ± 0,1 | 9,68 |
| Proteína (% BS) | - | 11,9 ± 0,5 | 12,67 |
| Extracto etéreo (% BS) | - | - | 12,32 |
| Cenizas (% BS) | - | 4 ± 0,1 | 2,04 |
| Azúcares totales (% BS) | - | 49, 2 ± 8,9 | - |
| Sólidos solubles (°Brix) | 4 | - | 3,4 |
| Acidez total (% ac. cítrico) | 2,02 | - | 2,2 |
| Vitamina C (mg) | 101,1 | - | - |

* = valores expresados como media ± desviación estándar

4.1.6. Usos

Los frutos de arazá se pueden aprovechar en la elaboración de diversos productos, ya sea en forma artesanal o industrial (Picón, 1989). El fruto es adecuado para la elaboración de productos como jugos, dulces, mermeladas, néctar, jalea, licor e inclusive perfumes, debido a que posee una pulpa succulenta, con un bajo contenido de materia seca, que se destaca por sus propiedades sensoriales, como sabor y aroma, y por su contenido nutricional (Picón, 1989; Quevedo, 1995; Andrade y col., 1989; Delgado, 2004; Vargas y col.; 2005).

Araújo y Ribeiro (1996) prepararon yogurt natural batido para el cual utilizaron 35 % de jarabe de arazá, obteniendo el producto muy buena aceptación.

En cuanto a la elaboración de productos a través de la cocción, diferentes autores recomiendan utilizar el menor tiempo de exposición a altas temperaturas, debido a que por efectos del calor; el sabor, color y aroma típico del arazá se pierden fácilmente (Clement, 1990; Villachica y col., 1996).

4.2. Deshidratación como método de conservación de frutas y hortalizas

Las frutas y hortalizas son fuentes significativas de nutrientes esenciales, tales como, vitaminas, minerales y fibra. Puesto que el contenido de humedad de frutas y hortalizas frescas, por lo general es superior al 80%, estos productos son clasificados como muy perecederos (Orsat y col., 2006). Las frutas, hortalizas y sus subproductos son deshidratadas para mejorar su estabilidad durante el almacenamiento, reducir al mínimo los requisitos de embalaje y disminuir su peso durante su transporte (Sagar y Kumar, 2010).

La mejor manera de conservar el valor nutricional de las frutas y hortalizas es manteniéndolas frescas. Sin embargo, la mayoría de las técnicas de almacenamiento requieren bajas temperaturas, que son difícil de mantener durante toda la cadena de distribución (Grabowski y col., 2003). En este sentido, la deshidratación constituye un método fundamental en el procesamiento, almacenamiento y

conservación de muchos productos alimenticios naturales como frutas y vegetales (Márquez y Michelis, 2008). Su objetivo fundamental es extender la vida útil de los alimentos a través de una importante reducción de su actividad de agua, con lo que se logra una disminución o inhibición del crecimiento microbiano y la actividad enzimática (Fennema 1982, citado por Pirone y col., 2002).

La pérdida del agua, debida al proceso de deshidratación, produce una serie de cambios que se deben asumir al momento de tomar la decisión de secar un alimento, las cuales afectan, el color, sabor, consistencia, apariencia y peso, con el consiguiente aumento de la concentración de componentes como azúcares, almidones y vitaminas, entre otros (Márquez y col., 2009)

La elección del método de secado depende de varios factores como el tipo de producto, la disponibilidad del deshidratador, el costo de la deshidratación y la calidad final del producto (Sagar y Kumar, 2010).

Cabe señalar que más del 20% de los productos perecederos a nivel mundial, se secan para aumentar su vida útil y promover la seguridad alimentaria (Grabowski y col., 2003).

4.3. Alimentos enriquecidos

En diversas regiones a nivel mundial, se observa una deficiencia moderada de algunas vitaminas y minerales en una proporción elevada de la población. Dichas deficiencias repercuten en la funcionalidad de los individuos y se manifiestan en un retraso en el crecimiento, una mayor susceptibilidad a padecer enfermedades o en una disminución de la capacidad neurocognoscitiva (Rosado y col., 1999).

Enriquecer un producto significa agregarle un nutriente para que éste alcance un nivel más elevado que el que normalmente tiene en ese alimento sin procesar. También, incluye el restablecimiento del nivel normal de nutrientes, como por ejemplo, para compensar pérdidas causadas durante el procesamiento (Moreiras y Cuadrado, 2009).

Generalmente se fortifican o enriquecen alimentos a los que se puede agregar valor con poco costo adicional, con la finalidad de resolver deficiencias en la alimentación que se traducen en fenómenos de carencia colectiva (Alvídrez-Morales y col., 2002).

En Venezuela, la deficiencia de micronutrientes es un problema de salud pública (Solano y col., 2005) de allí la importancia del consumo de alimentos enriquecidos.

4.3.1. Calcio

Una de las principales repercusiones de los nuevos estilos de vida, es la reducción del consumo de alimentos que aporten una adecuada ingesta de micronutrientes. Sumado a esto, existen requerimientos adicionales durante el crecimiento, gestación, lactancia y durante el estrés por infección, quemaduras, etc. (Moreiras y Cuadrado, 2009).

El enriquecimiento de productos alimenticios con calcio se practica en todo el mundo como una de las estrategias para mejorar su ingesta y de esta forma contribuir al incremento de la densidad ósea (Moreiras y Cuadrado, 2009).

El calcio es un mineral que pertenece, junto a las vitaminas, al grupo de micronutrientes, ya que las cantidades requeridas y su contenido en la dieta son muy pequeñas. Además, dentro de la categoría de minerales, el calcio es un macromineral pues su ingesta recomendada es igual o mayor a 1000 mg/día (Rodríguez y Magro, 2008).

El calcio, al igual que el fósforo, forma parte de la fracción mineral de los huesos. Además, se encuentra presente en la composición de los fosfolípidos de la membrana celular. El calcio y el fósforo son los minerales más abundantes en el organismo, representando entre el 1,5 y 2,0% y, el 0,8 y 1,1% del peso corporal, respectivamente (Rodríguez y Magro, 2008).

El 99% del calcio y el 80% del fósforo se encuentran en el tejido óseo y en los dientes en una proporción de 1,5:1,0 de calcio-fósforo. El resto del calcio se encuentra disuelto en el líquido

extracelular y en los tejidos blandos del organismo y participa en la regulación de una gran variedad de reacciones metabólicas (Rodríguez y Magro, 2008).

El calcio se encuentra en leche y productos lácteos, legumbres, frutos secos y espinacas, en el orden de miligramos. En la práctica, solo se absorbe un 40% del calcio suministrado por la dieta (Bello, 2000). Por su parte, Bender (1973) indicó una absorción que no supera el 30% de la cantidad ingerida, señalando también que existen gran cantidad de compuestos de calcio que pueden emplearse para fortificar los alimentos, siendo todos ellos igual de eficaces.

Según Palacios (2007), el requerimiento de calcio es afectado por varios factores como la edad, sexo, actividad física, etnia, genética y múltiples factores dietéticos, por lo que se dificulta establecer las necesidades dietéticas de calcio. Por otra parte, se puede alcanzar el balance o equilibrio, tanto con dietas que solo contengan 300 mg por día, como con las que contienen hasta 1000 mg diarios (Bender, 1973). Lo anterior, ha llevado a los países a definir los requerimientos reales de calcio en la población, específicamente, Venezuela es uno de los países que en el año 2000 incrementó las recomendaciones de calcio en todos los grupos de edad (Palacios, 2007). Dichas recomendaciones pueden observarse en la Tabla 3.

Tabla 3. Recomendaciones de calcio (mg/d) en Venezuela por grupos de edad.

| | Grupos de edad | | | | | | Embarazo | Lactancia |
|------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|----------------------|-----------------------------|----------|-----------|
| | Infantes (<1 año) | Niños (~1-3 años) | Niños (~4-8 años) | Adolescentes (~9-18 años) | Adultos (20-50 años) | Adultos (>50 años) | | |
| Valores de referencia | 210-600 | 350-800 | 450-800 | 800-1300 | 700-1200 | 700-1500 1300 (>60 años) | 800-1300 | 750-1300 |

Fuente: Palacios, 2007.

4.4. Láminas flexibles de frutas

Una de las mejores maneras de utilizar y conservar las frutas frescas es a través de su transformación en láminas flexibles (Raab y Oehler, 1976). Estas pueden ser consumidas como un dulce o cocidas para la preparación de salsas (Cruess, 1969) pudiéndose hacer de una gran variedad de frutas, como manzana, pera, albaricoque, banana, frambuesa, papaya, mango, uva, guayaba, etc. (Che Man y Raya, 1983).

Las láminas flexibles de frutas son una opción innovadora y agradable, de consumir frutas deshidratadas. El producto es elaborado mediante la deshidratación de puré de frutas que ha sido esparcido en una superficie plana (Raab y Oehler, 1976). La formulación de las láminas puede incluir una mezcla de frutas, frutas frescas o enlatadas, azúcares (por ejemplo, sacarosa, maltodextrina, etc.), gelificantes (normalmente pectina) y una variedad de ingredientes en cantidades menores como colorantes, saborizantes, ácidos orgánicos, etc. (Torley y col., 2006). Las láminas de frutas son productos bajos en grasa y con alto contenido de fibra y carbohidratos. Durante el proceso de deshidratación, el agua es retirada de la mezcla, por lo que el resto de los ingredientes como azúcares, ácidos, vitaminas y minerales se concentran generando un producto atractivo por su apariencia y su valor nutricional (Reynolds, 1998).

Steele (1987) indicó que el secado de frutas para hacer láminas flexibles ofrece un método conveniente de comercialización de frutas consideradas como muy abundantes o inaceptables para el mercado de fruta fresca. Además, esta es una golosina tanto para niños como para adultos, e inclusive para personas diabéticas cuando las láminas son elaboradas sin añadir azúcar. Para Reynolds (1998), las láminas de frutas se han convertido en una opción saludable como aperitivos o postres.

Chan y Cavaletto (1978) estudiaron el efecto de la temperatura de secado (74; 84 y 94 °C), el tiempo y temperatura de almacenamiento, así como la adición de dióxido de azufre en la calidad de las láminas flexibles de lechosa, concluyendo que una temperatura de deshidratación de 84 °C, adicionando dióxido de azufre se producen las mejores láminas.

Rao y Roy (1980a) estudiaron el proceso de elaboración de láminas flexibles, para lo cual extendieron puré de mango en bandejas de metal de 1 cm de espesor previamente untadas con glicerina. El puré se deshidrató empleando temperaturas entre 50 y 80 °C durante 20 h hasta obtener un producto de 15 a 20% de humedad. Los investigadores concluyeron que la adición de azúcar incrementa el tiempo de secado, a diferencia de la adición de pectina la cual no generó el mismo efecto.

También en 1980, Rao y Roy (1980b) estudiaron la deshidratación de pulpa de mango a través de la elaboración de láminas flexibles, pero en este caso evaluaron el efecto del almacenamiento en láminas preparadas a partir de pulpa de mango con adición de dióxido de azufre, utilizando 500, 1000, 1500 y 2000 ppm de este compuesto y almacenadas a 20, 30 y 40 °C durante 3 meses. Los resultados obtenidos indicaron que la acidez y los azúcares reductores aumentaron al incrementarse la temperatura de almacenamiento, así como también aumentó el pardeamiento no enzimático. Los carotenoides se mantuvieron sin cambios y la retención de SO₂ fue mejor en los productos de menor humedad. Finalmente, los investigadores concluyeron que la humedad ideal para almacenar láminas flexibles de mango es de 15%, con una humedad relativa (HR) entre 63 y 70%.

Lodge (1981) elaboró láminas de kiwi y manzana, en una relación de 1:3, añadiendo 15% de azúcar y 500 ppm de SO₂. La mezcla se secó en bandejas utilizando un deshidratador de túnel a 45 °C durante 15 h y con una velocidad de aire de 30 m/min. Para reducir el factor higroscópico de la mezcla, ésta fue cubierta con maltodextrina. Finalmente, se obtuvieron láminas con buen color, característico de la fruta, con una humedad entre 12 y 15% y una actividad de agua de 0,45.

Vijayanand y colaboradores (2000), evaluaron la estabilidad de almacenamiento de barras de guayaba deshidratada. Las mismas, se compararon con barras de mango elaboradas a través de un procedimiento tradicional que consistía en la adición de azúcar de caña con una proporción de 1:2 o 1:4 con respecto al puré de mango maduro. Dichos purés fueron esparcidos sobre recipientes de bambú y deshidratados bajo la acción del sol. Este procedimiento tradicional fue mejorado a través de

la mecanización de la extracción y, mezcla y deshidratación del puré de mango, realizándose esto último en un deshidratador de aire caliente para luego empacar el producto obtenido en dos tipos de empaque: laminado de poliéster-polietileno (PP) y polipropileno biaxialmente orientado (BOPP).

Las barras de mango se elaboraron ajustando el puré a 25 °Brix empleando sacarosa, y conjuntamente se adicionó metabisulfito de potasio, equivalente a 1000 mg de SO₂/Kg de puré. La mezcla fue extendida sobre bandejas de acero recubiertas de glicerol y deshidratada utilizando aire caliente a 50 °C hasta alcanzar una humedad final entre 14 y 15%. Por otro lado, para la elaboración de las barras de guayaba, previamente se adicionaron enzimas pectolíticas al puré y éste fue posteriormente prensado hasta obtener jugo de guayaba, al que se le añadieron aditivos tales como maltodextrina, sacarosa, almidón soluble, harina de trigo y pectina. La mezcla, con un total de sólidos solubles de 25 °Brix, fue secada al igual que la mezcla de mango, hasta una humedad final de 14 a 15%, para luego empacarla de forma similar. Los investigadores indicaron que las barras de guayaba elaboradas con el nuevo proceso y en comparación al método convencional, mostraron mejor textura, cualidades sensoriales y estabilidad en almacenamiento. Aun así, ambas barras presentaron valores equiparables entre sí en cuanto a las propiedades fisicoquímicas e inclusive sensoriales. Tanto las barras de guayaba, como las de mango empacadas en BOPP o PP, resultaron sensorialmente aceptables con respecto al color, "flavor", textura y calidad en general, tomando en cuenta dos condiciones de almacenamiento: 90 días a 27 °C y 65% HR y, 30 días a 38 °C y 92% HR.

Ahmad y colaboradores (2005) evaluaron los atributos de calidad de barras de frutas elaboradas con tomate y lechosa a través de la incorporación de diferentes hidrocoloides. Los resultados obtenidos indicaron que las barras de frutas se mantuvieron estables durante 4 meses de almacenamiento; además, la combinación de los hidrocoloides añadidos ejerció un efecto significativo en los cambios de textura durante el almacenamiento. De esta forma, las barras a las que se les incorporó 1% de almidón en combinación con 1% de etil celulosa, así como también, la incorporación de 1,5% de pectina y 1,5% de almidón, generó un aumento en su dureza y capacidad de compactarse.

Guerra (2005) elaboró láminas de fruta a partir de arándano y manzana, sin la adición de preservantes. Las láminas de fruta se deshidrataron a 55 °C durante 31 horas, hasta obtener una humedad aproximada de 7%, concluyendo que la pulpa de arándano y manzana puede ser exitosamente utilizada para preparar láminas de fruta deshidratada. La formulación mejor evaluada fue la que presentó 70% de arándano, 20% de manzana y 10% de azúcar.

Jain y Nema (2007) estudiaron el proceso de elaboración de láminas flexibles utilizando diferentes cultivos de guayaba (*Psidium guajava* L.), concluyendo que la calidad sensorial, como el color, sabor, aroma y textura, decrece gradualmente a medida que se incrementa la cantidad de azúcar añadida.

En el 2009, Álvarez elaboró láminas flexibles de parchita enriquecidas con calcio, a partir de pulpa de 20 y 40 °Brix, empleando combinaciones de sacarosa y fructosa, sustituyendo la sacarosa por 15, 20 y 25% de fructosa. De sus resultados se concluyó que a mayor contenido de fructosa, el grado de cristalización de la sacarosa fue menor, mejorando así la apariencia de las láminas flexibles de parchita.

Ramírez (2009) elaboró láminas flexibles de mango enriquecidas con calcio, concluyendo que la adición de pectina (sin azúcar añadida), disminuyó la retención de agua e incrementó la dureza de las láminas, mientras que en aquellas con azúcar añadida, disminuyó su contenido de sólidos solubles y generó un efecto favorable sobre su color.

4.5. Jaleas

Una cantidad considerable de jugos, puré, pulpas y trozos de frutas son destinados a la elaboración de jaleas y mermeladas. Para su manufactura, se requiere un mínimo de 45% en peso de jugo, pulpa o trozos de frutas, suficiente pectina para el proceso de gelificación y ácido para reducir el pH a 3,1 aproximadamente. Aunque las jaleas tradicionales pueden ser elaboradas sin la necesidad de

agregar pectina (cuando la fruta así lo permite), en la industria, esta es añadida invariablemente (Pierce y col., 2001).

Según la Norma Venezolana COVENIN 2592 (1989), la jalea de frutas “es el producto de consistencia de gel obtenido por la cocción y concentración del jugo o del extracto acuoso filtrado de la fruta, con el agregado de azúcar u otros edulcorantes naturales, pectina y con adición o no de ácidos orgánicos”.

La combinación de azúcar, pectina y ácido, y el llenado de los envases en caliente, hace de las jaleas un producto razonablemente estable en anaquel (Pierce y col., 2001).

En la elaboración de jaleas a partir de pulpa de arazá, Hernández y Galvis (1993) indicaron que la cantidad adecuada de azúcar y pectina a agregar, debe ser de 90 y 12% respectivamente, del total de la pulpa, con 60 °Brix de concentración final.

Pezo y Pezo (1984), elaboraron pulpa refinada, néctar y jalea de arazá. En el proceso de elaboración de jaleas, adicionaron pectina (0,8%) y 5% de glucosa en relación al contenido total de azúcar utilizada, obteniendo mejor apariencia en cuanto al brillo. Además, como conservante utilizaron sorbato de potasio.

4.5.1. Pectina como ingrediente

Las pectinas son sustancias ampliamente empleadas como agentes gelificantes, espesantes, texturizantes, emulsificantes y estabilizantes en la industria de alimentos, y forman parte de un grupo complejo de polisacáridos que se encuentran en la pared celular primaria y capas intercelulares de las plantas superiores (Aspinall, 1970; Ptitchkina y col., 1994).

Este carbohidrato se emplea también como sustituto de grasa en postres congelados, productos horneados, untables, sopas, salsas y aliños, siendo su aplicación más común en la manufactura de mermeladas y jaleas (Artz y Hansen, 1994). Esta multifuncionalidad de la pectina es

atribuida a la presencia de regiones polares y apolares dentro de su molécula, lo que permite incorporarla a diferentes sistemas alimenticios (Thakur y col., 1997).

El uso de mezclas de pectina con diversas proteínas ha mostrado potencial para ser utilizadas en elaboración de empaques y cubiertas comestibles para diversos alimentos (frutas, hortalizas, carnes, productos de panificación), y como agentes estabilizadores en sistemas alimenticios (Farris y col., 2009). En el área de nutrición y en la industria farmacéutica, el interés fundamental de las pectinas reside en su característica de "fibra soluble" (Thakur y col., 1997; Gil, 2010).

Como una característica de interés, se tiene que, en comparación con otros hidrocoloides, las pectinas presentan óptima termoestabilidad en medios ácidos y por lo tanto son buenos agentes estabilizadores para productos alimenticios de carácter ácido (Christensen, 1982).

Estructuralmente, las moléculas de pectina son polímeros lineales formados por unidades de ácido D-galacturónico ligadas en α -(1-4) por enlaces glucosídicos, en donde los grupos carboxilos se encuentran parcialmente esterificados como metoxilos o en forma de sal (Primo, 1995; Badui, 1999). Sus grupos salinos son los que ofrecen al conjunto la rigidez necesaria, al tiempo que los grupos hidroxilo son los responsables del pronunciado carácter hidrofílico (Vian, 1999). A medida que la fruta madura, las pectinas son despolimerizadas y solubilizadas (Huber, 1983), asociándose a este hecho la pérdida o disminución de la capacidad gelificante de las mismas (Humead y Jousif, 2000; Donald y col., 2001; Missang y col., 2001).

Las pectinas pueden ser clasificadas en dos subgrupos: pectinas de alto metoxilo (HMP) (Figura 2), las cuales presentan más del 50% de los grupos carboxilo esterificados con metanol y gelifican en presencia de una concentración superior al 55% de sólidos solubles, de los cuales el 60% debe ser sacarosa y dentro de un margen de pH entre 2,0 y 3,5 (Cubero y col., 2002). En estas condiciones se reducen las interacciones por repulsión de cargas y, por lo tanto, los grupos carboxilo de la pectina no se disocian, minimizándose las interacciones pectina-solvente, lo que favorece la formación de puentes de hidrógeno entre la sacarosa y la pectina (Lajolo y Wenzel, 2006). Las

pectinas de alto índice de metoxilo forman geles elásticos y blandos que no son reversibles térmicamente (Cubero y col., 2002).

El otro subgrupo corresponde a las pectinas de bajo metoxilo (LMP) (Figura 3), que pueden presentar grupos amida (Figura 4) o no y poseen un grado de esterificación menor al 50%, pudiendo gelificar en ausencia de azúcar o de un medio ácido, pero en presencia de una cantidad controlada de calcio (Cubero y col., 2002). El intervalo de pH para la formación de geles con pectinas de bajo metoxilo se encuentra entre 1,0 y 7,0; siendo éste más amplio que para la formación de geles en presencia de pectinas de alto metoxilo. Por su parte, la concentración de sólidos solubles puede estar entre 0 y 80%, tomando en cuenta la necesidad de añadir iones polivalentes, cuya concentración va a depender del porcentaje de grupos carboxilo disponibles para formar enlaces y del contenido de sólidos solubles (Lajolo y Wenzel, 2006).



Figura 2. Pectina de alto metoxilo



Figura 3. Pectina de bajo metoxilo

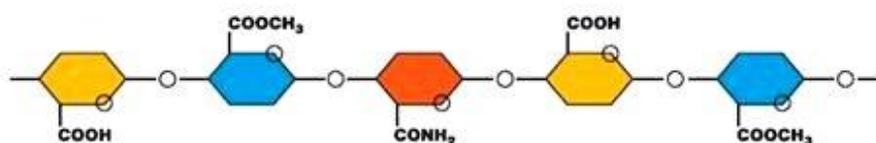


Figura 4. Pectina de bajo metoxilo con presencia de grupos amida

A pesar de que las pectinas se encuentran comúnmente en las plantas, el número de fuentes para su elaboración es limitado, esto debido a que no todas son apropiadas para la elaboración de geles, ya que su habilidad para formarlos depende del tamaño molecular y grado de esterificación (Cheftel y Cheftel, 1976; Thakur y col., 1987).

Las frutas que constituyen básicamente las fuentes industriales de pectinas son las manzanas, las cuales provienen del norte y centro de Europa, y las cáscaras de cítricos provenientes principalmente de California, Brasil, Argentina, México, el sur de Europa y África (Ahmed, 1981; UNIPECTINE, 1992).

El contenido de pectina en frutas como ciruelas, manzanas y la mayoría de los cítricos es tal que al ser utilizadas en la manufactura de mermeladas no es necesario incorporar pectina adicional, mientras que en el caso de frutas como el melocotón, pera e inclusive la piña, suele ser necesaria adicionarla expresamente (Rodríguez y Magro, 2008).

4.5.2. Azúcares

Después de las frutas, los azúcares son el segundo ingrediente en importancia de mermeladas y confituras desde un punto de vista tanto cualitativo como cuantitativo. Los azúcares confieren el característico sabor dulce a este tipo de productos. Son también los que aportan en mayor medida las calorías y por lo tanto, son los responsables de la naturaleza energética del producto. Los azúcares más ampliamente utilizados en la elaboración de jaleas y mermeladas son la sacarosa, la fructosa y los jarabes de glucosa (Boatella y col., 2004).

Según la norma COVENIN 2592 (1989), para la elaboración de jaleas y mermeladas de frutas pueden utilizarse edulcorantes como la sacarosa, glucosa, fructosa, miel de abejas y “cualquier otro aprobado por la autoridad sanitaria. Además, se podrán utilizar sacarina, manitol y aspartame siempre y cuando se cumpla con los requisitos establecidos en la legislación vigente sobre alimentos para regímenes especiales.”

Hernández (1999) indicó que en productos terminados tipo conserva, como es el caso de las mermeladas, el contenido mínimo de azúcares debe ser del 45%, pues en los casos en donde las conservas presentan cantidades superiores a 50% de azúcar, ésta última actúa como conservante y, por lo tanto, no es necesario someter la mermelada a ningún otro proceso de conservación. No obstante, cuando se adicionan cantidades de azúcar próximas al 90 % con respecto a la pulpa, puede producirse cristalización de la sacarosa, que también va a depender de la cantidad de glucosa que contenga el fruto. De esta forma, en el supuesto de que se desee utilizar proporciones grandes de azúcar para tener mayor garantía de conservación del producto, es aconsejable sustituir parte de la sacarosa por glucosa comercial, evitándose así la formación de cristales.

Coronado y Rosales (2001) recomendaron que para la elaboración de mermeladas, la mejor combinación para mantener la calidad y conseguir una gelificación correcta junto a un sabor agradable se logra cuando el 60% del peso final de la mermelada procede del azúcar añadido. Si este porcentaje es menor, puede fermentarse la mermelada y si es superior al 68%, existe el riesgo que cristalice parte del azúcar durante el almacenamiento. Además, estos mismos autores indicaron que el azúcar debe ser de preferencia blanca, ya que así se logran mantener las características propias de color y sabor de la fruta.

A nivel industrial, se prefiere emplear más de un edulcorante en la elaboración de mermeladas. La mezcla de diferentes edulcorantes evita la cristalización, aporta menor sabor dulce y contribuyen a resaltar el olor, color y sabor de la fruta utilizada (UNIPECTINE, 1992).

A nivel fisiológico, el grado de madurez de las frutas también es otro factor que influye en las características físicas, químicas y sensoriales del producto final. Este hecho se debe a que una fruta inmadura no ha desarrollado completamente su color, aroma y sabor característico. Por otro lado, las frutas sobre maduras, poseen poca pectina en estado adecuado para contribuir a la gelificación de jaleas y mermeladas (UNIPECTINE, 1992).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales

Para la elaboración de jaleas y láminas flexibles enriquecidas con calcio, se utilizaron frutos de arazá (*Eugenia stipitata*) provenientes del Estado Amazonas.

Los frutos fueron suministrados por la Fundación para el Desarrollo de las Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (FUDECI). Los mismos fueron cultivados en la Estación Experimental Amazonas de FUDECI, ubicada en la ciudad de Puerto Ayacucho, Estado Amazonas.

5.2. Métodos.

5.2.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA.

5.2.1.1. Caracterización de fruta entera.

En la fruta entera se determinó el peso promedio, el largo y ancho, refiriéndose el largo a la longitud desde el pedúnculo hasta el ápice y el ancho a la longitud medida de lado a lado en la parte central de la fruta, tal como se indica en la Figura 5. También se determinaron las proporciones de piel, pulpa y semillas, además del número promedio de semillas por fruto.

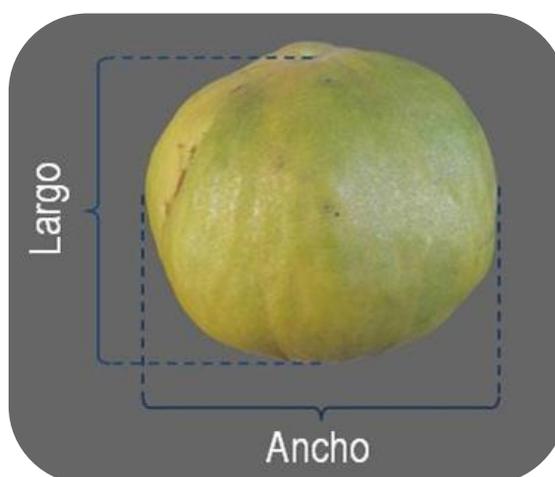


Figura 5. Mediciones realizadas al fruto de arazá (largo y ancho)

5.2.1.2. Obtención de la pulpa

Se procedió a realizar la limpieza de los frutos con agua y jabón, se retiró la piel y se separaron las semillas, obteniéndose la pulpa, que fue mezclada, homogeneizada y tamizada. Seguidamente se almacenó en bolsas de polietileno de baja densidad, para luego ser congelada y almacenada a -30 °C.

5.2.1.3. Caracterización de la pulpa

A la pulpa de arazá se le realizaron los siguientes análisis:

Humedad: Se determinó mediante el método 920.151, de la AOAC (1990).

Sólidos solubles: Se determinó mediante el método 22.024 de la AOAC (1984), reportando los resultados como °Brix a 20 °C.

pH: Su medición se basó en el método 945.27 de la AOAC (1990), utilizando un potenciómetro digital Hanus calibrado con las soluciones buffer 4,0 y 7,0.

Acidez total titulable: Se determinó por titulación hasta pH 8,1 por el método 942.15 de la AOAC (1990). Expresando los resultados como gramos de ácido cítrico por cada 100 g de muestra.

Azúcares reductores y totales: Se determinaron por el método 925.35 de la AOAC (1990).

Cenizas: Su determinación se hizo mediante el método 940.26 de la AOAC (1990).

Proteína cruda: Se realizó según el método 920.81 de la AOAC (1990).

Pectina: Se determinó basándose en el método de McCready y McComb (1952).

Compuestos fenólicos totales: Se realizó la determinación según el método de Price y Butler (1977), expresando los resultados como ácido tánico.

Color: Se determinó mediante el sistema Hunter Color en un fotocolorímetro marca MacBeth Color-Eye 2445 (New York, U.S.A), 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^* , empleando un iluminante D65 y un observador 10°.

5.2.2. DESARROLLO DE LÁMINAS FLEXIBLES ENRIQUECIDAS CON CALCIO A PARTIR DE PULPA DE ARAZÁ.

5.2.2.1. Desarrollo de la fórmula para la elaboración de láminas flexibles de arazá enriquecidas con calcio

Las láminas se elaboraron al igual que lo hizo Álvarez (2009), acondicionando la pulpa de arazá con azúcar a 10; 20 y 30 °Brix, con el fin de seleccionar la concentración inicial de sólidos solubles presentes en la misma, adicionando posteriormente, pectina de bajo metoxilo en una concentración de 1,5% y lactato de calcio para proporcionar 200 mg % de calcio. La mezcla se colocó en bandejas para su posterior deshidratación a 60 °C, hasta alcanzar entre 13 y 15% de humedad final. Una vez obtenidas las láminas, se envolvieron en papel celofán transparente y se almacenaron a temperatura ambiente. El esquema tecnológico del producto elaborado, se presenta en la Figura 6.

Una vez seleccionada la concentración de sólidos solubles adecuada, se procedió a realizar pruebas con diferentes tipos de edulcorantes (sacarosa, jarabe de glucosa y fructosa) para acondicionar la mezcla hasta 30 °Brix. En este sentido, se probaron cinco combinaciones de azúcares como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Proporciones de azúcares añadidas a la pulpa para 30 °Brix, utilizadas en las pruebas preliminares para la elaboración de láminas flexibles de arazá.

| Formulación | Sacarosa (%) | Jarabe de glucosa (%) | Fructosa (%) |
|-------------|--------------|-----------------------|--------------|
| 1 | 100 | 0 | 0 |
| 2 | 50 | 50 | 0 |
| 3 | 50 | 0 | 50 |
| 4 | 75 | 25 | 0 |
| 5 | 75 | 0 | 25 |

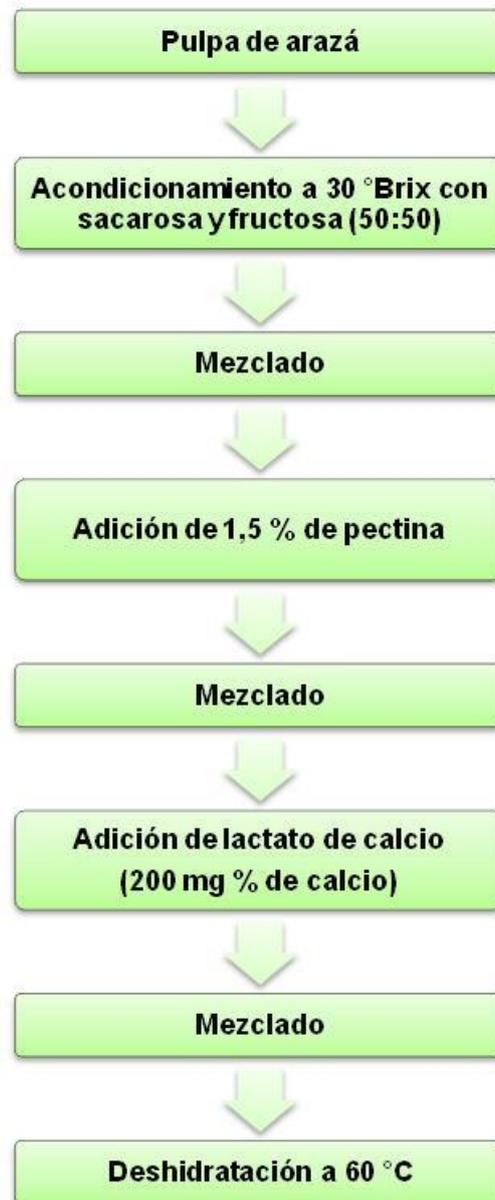


Figura 6. Esquema tecnológico para la elaboración de láminas flexibles de arazá enriquecidas con calcio

Las láminas obtenidas se evaluaron sensorialmente con una escala hedónica de 9 puntos, evaluando el color, sabor, aroma y dureza; con un panel semientrenado de 60 personas, utilizando la planilla presentada en la Figura 7.

| | | | |
|--|--------------|---------------------|---------------|
| Nombre: _____ | | Fecha: _____ | |
| A continuación se le entrega una muestra de lámina flexible a base de pulpa de Arazá , enriquecida con calcio, para que Ud. evalúe su color, sabor, aroma y textura. Con este fin, colocará el número que le corresponde de la siguiente escala hedónica: | | | |
| 1. Me gusta extremadamente | | | |
| 2. Me gusta mucho | | | |
| 3. Me gusta | | | |
| 4. Me gusta ligeramente | | | |
| 5. No me gusta ni me disgusta | | | |
| 6. Me disgusta ligeramente | | | |
| 7. Me disgusta | | | |
| 8. Me disgusta mucho | | | |
| 9. Me disgusta extremadamente | | | |
| Color | Sabor | Aroma | Dureza |
| _____ | _____ | _____ | _____ |
| Comentarios: _____ | | | |
| Gracias por su colaboración | | | |

Figura 7. Planilla empleada para la evaluación sensorial por consumidores no entrenados de las láminas flexibles de arazá enriquecidas con calcio.

A los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de las cinco (5) formulaciones, se les realizó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, a un nivel de significancia del 5%, con el fin de seleccionar la mejor fórmula para la elaboración de las láminas flexibles de arazá. La formulación seleccionada fue la Nro. 2, la cual presenta una combinación de 50% de sacarosa y 50% de fructosa.

5.2.2.2. Elaboración de la curva de secado de las láminas de arazá

Para determinar el tiempo óptimo de secado para la elaboración de las láminas flexibles de arazá, se construyó una curva de secado utilizando la formulación seleccionada. Con este fin, se pesaron aproximadamente 5g de dicha mezcla, en cápsulas de aluminio, previamente llevadas a pesos constantes y taradas. Las mismas se colocaron en el deshidratador a 60 °C y cada hora se retiraron 3 cápsulas, se llevaron a un desecador y una vez a temperatura ambiente se pesaron, para determinar así, la pérdida de agua en la muestra. Dicho procedimiento se llevó a cabo hasta obtener una humedad entre 10 y 15%.

5.2.2.3. Elaboración de las láminas flexibles de arazá enriquecidas con calcio

Una vez seleccionada la combinación de azúcares adecuada, se llevó a cabo la elaboración de las láminas flexibles de arazá enriquecidas con calcio. La pulpa de arazá se acondicionó ajustando su contenido de sólidos solubles hasta 30 °Brix utilizando sacarosa y fructosa comercial (marca Now, Bloomingdale, USA); pectina de bajo metoxilo y 200 mg de calcio por cada 100g de producto, bajo la forma de lactato de calcio ($\text{Ca}(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) grado farmacéutico (marca Quimitec, MAIA, Brasil). Las proporciones de los ingredientes de la mezcla seleccionada, se muestran en la Tabla 5.

La pulpa acondicionada se extendió uniformemente en bandejas antiadherentes que se colocaron en un deshidratador a 60 °C durante 6 h en función de pruebas previas de secado.

Tabla 5. Formulación para la elaboración de láminas flexibles enriquecidas con calcio elaboradas a partir de pulpa de arazá acondicionada a 30 °Brix

| Ingrediente | Proporción (%) |
|-------------------|----------------|
| Pulpa | 69,28 |
| Sacarosa | 13,84 |
| Fructosa | 13,84 |
| Pectina | 1,50 |
| Lactato de Calcio | 1,54 |

5.2.2.4. Análisis físicos, químicos y contaje microbiológico de la lámina flexible de arazá enriquecida con calcio.

A la lámina de arazá se le realizaron los análisis de contenidos de humedad, sólidos solubles, pH, acidez total titulable, azúcares reductores y totales, cenizas y medición de los parámetros de color con la metodología indica en la sección 5.2.1.3. Además de los análisis antes mencionados, a las láminas también se le realizaron las siguientes determinaciones:

Contenido de calcio: Se realizó su determinación 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), elasticidad (mm) y dureza (g) 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 esta era estirada por el aparato.

Por su parte, para medir la dureza se empleó como accesorio una cuchilla plana de 10 cm de largo por 4 mm de ancho, utilizando también rectángulos de la lámina de 5 cm de largo y 2 cm de ancho.

Actividad de agua: Se determinó mediante la utilización del equipo psicrométrico Aqualab Cx-2 (Decagon Devices, Pullman, USA).

Contaje de microorganismos: se hizo la numeración de los siguientes microorganismos (Figura 9):

Aerobios mesófilos: se siguió la Norma 3338 utilizando placas Petrifilm® según lo indicado por COVENIN (1997).

Mohos y levaduras: se hizo con placas Petrifilm® siguiendo la metodología descrita por 3M (2004).

5.2.3. DESARROLLO JALEA ENRIQUECIDAS CON CALCIO A PARTIR DE PULPA DE ARAZÁ.

5.2.3.1. Desarrollo de la fórmula para la elaboración de jalea de arazá enriquecida con calcio

Luego de realizar la caracterización de la pulpa de arazá, se procedió a la elaboración de la jalea.

Para el desarrollo de la formulación de la jalea de arazá enriquecida con calcio se utilizaron como ingredientes: pulpa de arazá, azúcar, pectina de bajo metoxilo y lactato de calcio. Es importante mencionar que se utilizó este tipo de pectina debido a la presencia de calcio en la formulación, ya que la pectina de bajo metoxilo, al reaccionar con el calcio, permite formar geles fuertes en un intervalo de pH entre 1,0 y 7,0; con una concentración de sólidos solubles que puede estar entre 0 y 80% (Lajolo y Wenzel, 2006). Lo anterior permite una mayor libertad en el pH del producto y la elaboración de jaleas de menor contenido de sólidos solubles, que aquellas elaboradas con pectina de alto metoxilo.

Se realizaron diferentes pruebas con la finalidad de obtener la proporción de pulpa, azúcar, pectina y lactato de calcio necesaria para obtener la consistencia de gel esperada. En la Figura 8 se muestra el esquema tecnológico seguido para la elaboración de jalea de arazá enriquecida con calcio.



Figura 8. Esquema tecnológico para la elaboración de jalea de arazá enriquecida con calcio.

5.2.3.2. Análisis físicos, químicos y conteo microbiológico realizados a la jalea de arazá enriquecida con calcio

A la jalea de arazá elaborada, se le realizaron los análisis de contenidos de humedad, sólidos solubles, pH, acidez total titulable, azúcares reductores y totales, cenizas, calcio y medición de la actividad de agua y los parámetros de color, además del conteo de microorganismos con la metodología indicada en la sección 5.2.1.3. Además de los análisis antes mencionados, a las láminas también se le realizaron las siguientes determinaciones:

Fuerza de gel: Se determinó la fuerza de ruptura (g) y la elasticidad (mm) en la jalea. Para estas mediciones se usó un texturómetro ("texture analyzer") marca Stable Microns Systems (UK) modelo TA.XT2i, utilizando una sonda cilíndrica de 0,5".

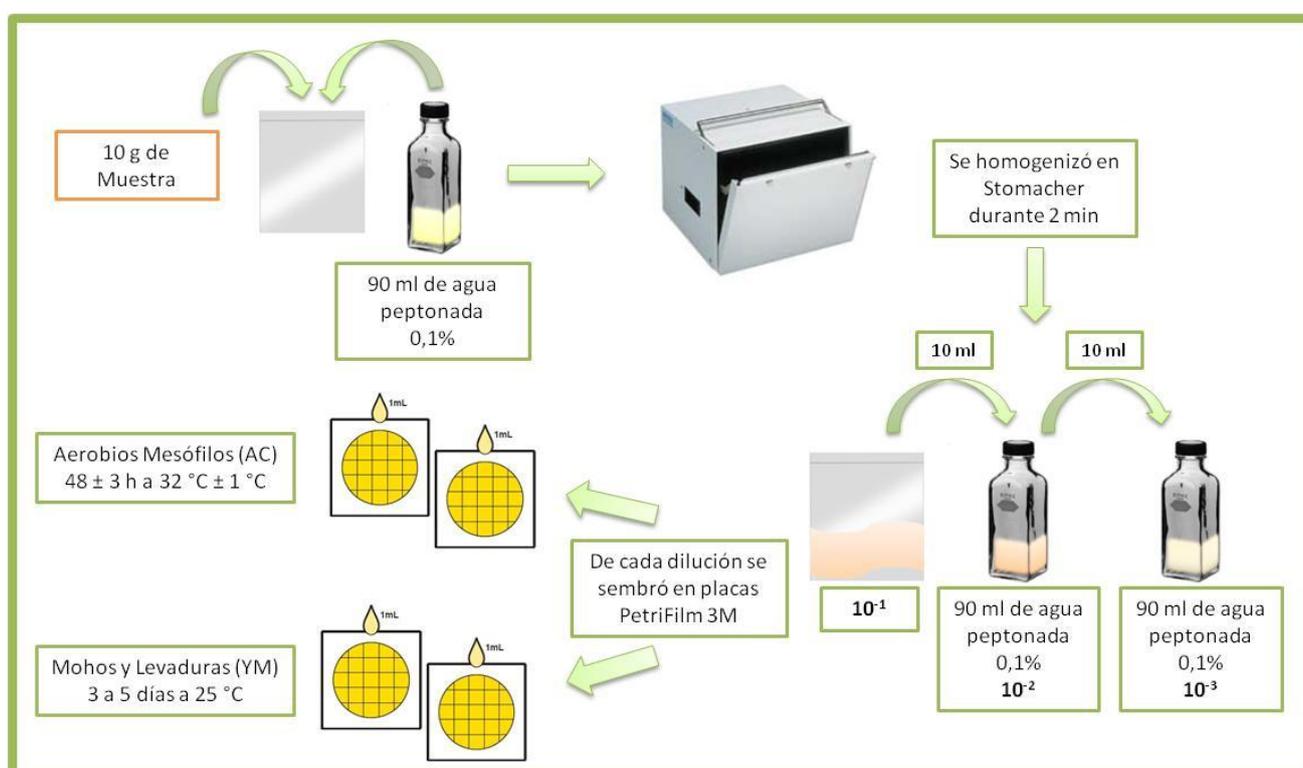


Figura 9. Metodología para el análisis microbiológico de mohos, levaduras y aerobios mesófilos empleando placas Petrifilm marca 3M

5.2.4. EVALUACIÓN SENSORIAL POR CONSUMIDORES DE LÁMINA FLEXIBLE Y JALEA DE ARAZA DESARROLLADAS.

Con el fin de evaluar la aceptación global tanto de la jalea y la lámina flexible elaboradas, se llevó a cabo la evaluación sensorial por consumidores de ambos productos. Con este fin se utilizó una escala hedónica de 7 puntos, para cada producto, tal como se muestra en las Figuras 10 y 11.

| |
|---|
| <p>Fecha: _____</p> <p>Sexo: M _____ F _____</p> <p>Rango de edad:</p> <p>Menores de 20: _____</p> <p>Entre 20 y 30: _____</p> <p>Entre 31 y 40: _____</p> <p>Entre 41 y 50: _____</p> <p>Entre 51 y 60: _____</p> <p>Más de 60: _____</p> <p>INSTRUCCIONES:</p> <p>A continuación se le presenta una muestra de lámina flexible a base de pulpa de Arazá, enriquecida con calcio. Por favor marque con una X su opinión respecto al producto</p> <p>Me gusta mucho: _____</p> <p>Me gusta: _____</p> <p>Me gusta ligeramente: _____</p> <p>No me gusta ni me disgusta: _____</p> <p>Me disgusta ligeramente: _____</p> <p>Me disgusta: _____</p> <p>Me disgusta mucho: _____</p> <p>Por favor indique:</p> <p>¿Compraría el producto si se le ofreciera como una golosina del tamaño de un chocolate de leche de 30g y en un envoltorio como el de las gomitas? Si: _____ No: _____</p> <p>Comentarios: _____</p> <p>Gracias por su colaboración</p> |
|---|

Figura 10. Planilla empleada para la evaluación sensorial por consumidores de la lámina flexible de pulpa de arazá enriquecida con calcio.

Ambos productos se presentaron en trozos de 2 cm² en una envoltura plástica, realizando las evaluaciones de la jalea y la lámina flexible de manera independiente para evitar comparaciones. Adicionalmente, se les pidió a los consumidores contestar si comprarían o no el producto.

Fecha: _____

Sexo: M _____ F _____

Rango de edad:

Menores de 20: _____

Entre 20 y 30: _____

Entre 31 y 40: _____

Entre 41 y 50: _____

Entre 51 y 60: _____

Más de 60: _____

INSTRUCCIONES:

A continuación se le presenta una muestra de jalea a base de pulpa de **Arazá**, enriquecida con calcio. Por favor marque con una **X** su opinión respecto al producto

Me gusta mucho: _____

Me gusta: _____

Me gusta ligeramente: _____

No me gusta ni me disgusta: _____

Me disgusta ligeramente: _____

Me disgusta: _____

Me disgusta mucho: _____

Por favor indique:

¿Compraría el producto?: Sí: _____ No: _____

Comentarios: _____

Gracias por su colaboración

Figura 11. Planilla empleada para la evaluación sensorial por consumidores de la jalea de pulpa de arazá enriquecida con calcio.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Caracterización del fruto

Con la finalidad de conocer los atributos de la materia prima a utilizar en la elaboración de láminas flexibles y jalea, los frutos de arazá fueron caracterizados de forma física y química.

Según Hernández y Barrera (2000), el fruto de arazá es una baya esférica con mayor diámetro transversal que longitudinal, lo cual le confiere una apariencia globosa cóncava. Los resultados de los análisis realizados concuerdan con lo anterior, ya que se encontró que los frutos de arazá presentaron forma esférica, ligeramente achatados, con superficie pubescente y de coloración amarilla (Figura 12). La pulpa (mesocarpio) es jugosa y espesa, con una coloración amarillo pálido (Figura 13).



Figura 12. Frutos de arazá



Figura 13. Corte longitudinal de un fruto de arazá

6.1.1. Peso promedio, dimensiones y proporciones de piel, pulpa y semillas

En las frutas la determinación del peso promedio es de gran importancia, pues dicha medida debe tomarse en cuenta para la industrialización de las mismas y, a su vez, permite evaluar parcialmente el rendimiento de la materia prima (Joslyn, 1970).

En la Tabla 6 se muestra el valor del peso promedio del fruto de arazá, el cual fue de 260,81 g, dicho valor es algo superior al reportado por Hernández y colaboradores (2006), los cuales indicaron un peso promedio de 200 g.

Tabla 6. Características físicas del fruto de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh)

| Parámetro | | Valor |
|-------------------------------|----------|----------------|
| Peso del fruto (g) ** | | 260,81 ± 96,62 |
| Dimensiones (cm) | Largo | 6,54 ± 1,72 |
| | Ancho | 6,89 ± 1,17 |
| Proporciones (%) | Pulpa | 81,06 ± 4,34 |
| | Piel | 8,62 ± 1,56 |
| | Semillas | 10,32 ± 4,22 |
| Número de semillas por fruto* | | 8,53 ± 4,14 |

Valores expresados como promedio ± desviación estándar

*Número de réplicas = 16

**Número de réplicas = 113

Andrade y colaboradores (1989) reportaron valores promedio de 158,9 g y el mismo año, Ferreira indicó un peso promedio de 161,5 g, mientras que Donadio (1997), reportó un peso promedio de 126,2 g. Estos valores son inferiores al determinado en el presente trabajo, lo que indica una alta variabilidad en el peso promedio del arazá.

Respecto a las dimensiones del fruto (Tabla 6), se obtuvieron valores de 6,54 cm de largo y 6,89 cm ancho, encontrándose ambos dentro de los intervalos reportados por Hernández y Galvis en 1993 (5,67 – 7,87 cm para largo y 6,40 – 9,00 cm para ancho). No obstante la anterior coincidencia, se sabe que las dimensiones de los frutos maduros de arazá presentan alta variabilidad, consecuencia de las condiciones ambientales y el carácter silvestre de la especie. Así, estos varían desde las formas redondeadas con peso promedio de 65 a 114 g, a las formas orbiculares esféricas con pesos promedio entre 84 a 176 g (Hernández y col., 2006).

Al igual que la determinación del peso promedio, la relación pulpa: piel: semilla es de gran importancia para el conocimiento de las características de los frutos y la selección de las variedades

apropiadas, pues a mayor peso, mayor será la proporción de la parte comestible del fruto y por lo tanto su rendimiento (Cegarra, 1968).

Como se observa en la Tabla 6, las proporciones en el fruto para piel, pulpa y semillas fueron 8,62; 81,06 y 10,32 % respectivamente.

Hernández y colaboradores (2006) reportaron que en diferentes trabajos realizados en Brasil se encontró que el peso promedio de piel del fruto de arazá es de 12,3 g, el de la pulpa 110 g y el de las semillas 37,2 g; lo cual equivale a 7,71 % de piel; 68,97 % de pulpa y 23,32 % de semillas. Como puede observarse, los valores reportados para proporción de pulpa y piel son inferiores a los encontrados en el presente trabajo y por el contrario el de semillas es superior. Esto, quizá esté en parte asociado a la variabilidad en el número de semillas que puede contener el fruto de arazá, como se verá más adelante.

Según los valores encontrados, estos indican una alta proporción de material aprovechable (pulpa) en el fruto, a partir del cual sería posible elaborar diferentes productos con un alto rendimiento.

Con respecto a la cantidad de semillas por fruto, Hernández y colaboradores (2006) señalaron que esta es la característica más heterogénea en frutos de arazá. Reportando que en estudios realizados en Perú, se obtuvo un promedio de 13,4 semillas por fruto, mientras que en Colombia entre el 72 y 78% del peso del fruto corresponde a la pulpa, sólo del 17 al 22% las semillas y del 4 al 6% la piel.

Los frutos analizados presentaron un promedio de $8,53 \pm 4,14$ semillas por fruta (Tabla 6), lo cual indica que el número de semillas en el fruto de arazá, estuvo entre 5 y 13 semillas; encontrándose, entre los frutos, 113 a los que se les contó el número de semillas, desde 2 hasta 19 semillas por fruto.

6.2. Caracterización de la pulpa

Los constituyentes principales de la parte comestible de las frutas son: agua, carbohidratos, ácidos, proteínas, minerales, pigmentos y vitaminas, entre otros, siendo el agua y los carbohidratos los que representan la mayor proporción (Cegarra, 1968).

La pulpa obtenida a partir de los frutos de arazá fue homogeneizada y refinada siendo luego caracterizada de forma física y química. Los valores obtenidos se presentan en la Tabla 7.

6.2.1. Humedad y sólidos totales

El contenido de humedad es una de las determinaciones más importantes en los productos alimenticios. En muchísimos casos es utilizado como índice de calidad y estabilidad de los mismos, pues valores muy altos de humedad pueden ocasionar deterioros causados por mohos y otros microorganismos (Joslyn, 1970). La pulpa de arazá presentó un contenido de humedad de 95,20 % como se puede observar en la Tabla 7. Dicho valor es bastante alto y se aproxima al reportado por Pezo y Pezo (1984) quienes indicaron un valor de 94,3 % de humedad.

En el arazá su elevado contenido de humedad contribuye al incremento de la tasa respiratoria e incide directamente en la alta perecibilidad del mismo (Hernández y col., 2006). Por su parte, Andrade y colaboradores (1989) señalaron que el alto contenido de agua del fruto favorece la elaboración de jugos, sin embargo, influye directamente en el debilitamiento del mesocarpio y epicarpio, dejándolo propicio al deterioro.

El contenido de humedad corresponde a un contenido de sólidos totales de 4,8 %, dicho valor es bastante bajo lo cual implica que en procesos en donde esté involucrada la evaporación, como en el caso de la elaboración de productos tipo conserva, la cantidad de agua que debe ser removida será mayor, y a su vez, la adición de azúcares (para obtener un determinado contenido de sólidos) también será mayor en comparación con frutos que poseen un mayor contenido de azúcares.

Tabla 7. Caracterización física y química de la pulpa de arazá

| Parámetro | | Valor |
|---------------------------------------|----|--------------|
| Humedad (%) | | 95,20 ± 0,09 |
| Sólidos solubles (°Brix) | | 3,33 ± 0,12 |
| pH | | 2,49 ± 0,05 |
| Acidez total titulable* (%) | | 2,16 ± 0,02 |
| Azúcares reductores (%) | | 0,34 ± 0,01 |
| Azúcares no reductores (%) | | 0,31 ± 0,06 |
| Proteína cruda (%) | | 0,91 ± 0,09 |
| Cenizas (%) | | 0,28 ± 0,07 |
| Pectina (%) | | 0,24 ± 0,05 |
| Compuestos fenólicos totales** (mg %) | | 33,83 ± 4,24 |
| Color | L* | 68,57 ± 0,18 |
| | a* | 7,98 ± 0,39 |
| | b* | 51,37 ± 0,62 |

Valores expresados como promedio ± desviación estándar. N = 3 réplicas

* Expresado como ácido cítrico

**Expresado como ácido tánico

6.2.2. Sólidos solubles

El contenido de sólidos solubles en las frutas está constituido por 80 a 95% de azúcares (Fischer y Martínez, 1999). Además incluyen cierta cantidad de ácidos orgánicos (principalmente ácido cítrico) y muy pequeñas cantidades de sales inorgánicas y orgánicas. Por lo tanto, la determinación del contenido de sólidos solubles permite inferir el contenido de azúcares de una fruta (Rodríguez, 2002).

La pulpa de arazá presentó un valor de sólidos solubles de 3,33 °Brix (Tabla 7), observándose, como era de esperarse, que la mayor parte de los sólidos de la pulpa (4,8 %) se encuentran como

sólidos solubles. Por otra parte, este valor se corresponde con el reportado por Hernández y Barrera (2000) los cuales indicaron un contenido de sólidos solubles para la pulpa de arazá de 3,2 °Brix.

6.2.3. pH

El pH indica la intensidad de la acidez iónica, siendo uno de los factores que limita el crecimiento microbiano en los alimentos. En general las bacterias crecen a pH cercanos a la neutralidad (pH 6,5 a 7,5), pero sin embargo son capaces de tolerar un intervalo de pH entre 4 y 9. A diferencia de éstas, los mohos y levaduras toleran un intervalo más amplio de pH para su crecimiento (Raybaudi-Massilia y col., 2006). De allí la importancia de la medición de dicho parámetro en los alimentos. Aun más, su determinación y control influye directamente en la estabilidad de los alimentos, en el control microbiológico de los mismos, en el color y la retención del “flavor” (Calvo, 2009).

Como se observa en la Tabla 7, el pH de la pulpa de arazá es de 2,49, que es similar a los valores reportados por Pinedo y colaboradores (1981) y Aguiar (1983), los cuales indicaron que la pulpa del fruto maduro de arazá presenta un pH de 2,5.

Comparado con otros frutos, el pH del arazá es tan ácido como el del limón el cual tiene un pH de 2,3 (Ulloa, 2007).

Los alimentos con un pH por debajo de 4,0 son considerados de alta acidez, por lo que el arazá entra dentro de esta clasificación. Dicho valor es una característica favorable para la conservación de la pulpa, pues permite emplear procesos térmicos menos severos cuando éstos son requeridos y a su vez implica el ahorro de acidulantes en los procesos de manufactura de jaleas y mermeladas.

6.2.4. Acidez total titulable

La acidez de los alimentos es considerado como un índice de calidad (Potter y Hotchkiss, 1999), pues influyen en el sabor, color y en la estabilidad de los mismos (Calvo, 2009). La misma, es

un índice de la cantidad de ácidos orgánicos totales presentes en los alimentos (Barreiro y Sandoval, 2006).

El pH del fruto de arazá aumenta durante la maduración, con la correspondiente disminución en la acidez total titulable. A nivel celular, los ácidos orgánicos son utilizados como parte de la reserva energética del fruto, con lo cual, a medida que el fruto madura dichas reservas son utilizadas reflejándose este hecho en la disminución de la acidez y más aun, en frutos en donde las reservas de polisacáridos son limitadas con es el caso del arazá (Hernández y col., 2006). También, además de constituir una fuente de energía, los ácidos orgánicos son importante en cuanto a su aporte significativo al sabor final de los frutos, pues los mismos son utilizados en la síntesis de nuevos compuestos que contribuyen al desarrollo del sabor en frutos maduros (Hernández, 2010).

La pulpa de arazá presentó un valor de acidez total titulable de 2,16 % (Tabla 7), similar a los reportados por Andrade y colaboradores (1989) y, Hernández y colaboradores (2006) quienes indicaron valores de 2,02 y 2,20 %, respectivamente.

6.2.5. Azúcares reductores y no reductores

Los carbohidratos, después del agua, son los componentes cuantitativamente más importantes de las frutas. Las mismas contienen tanto, carbohidratos digeribles como no digeribles. Dentro de los carbohidratos digeribles se encuentran los azúcares y el almidón (Ulloa, 2007).

El sabor característico y diferente de las frutas se debe, en gran medida, a la variación en composición y concentración de los azúcares. Su color atractivo es causado en muchos frutos por los glucósidos (antocianinas y antoxantinas) y la firmeza está determinada por los polisacáridos estructurales (Dávila, 2010).

Existen dos tipos de azúcares: los reductores, los cuales poseen un grupo carbonilo libre, y los azúcares no reductores, que son aquellos cuyo grupo carbonilo se encuentra comprometido; la suma de ambos constituye los azúcares totales.

La pulpa de arazá analizada presentó $0,73 \pm 0,06$ % de azúcares totales (Tabla 7), valor ligeramente superior al reportado por Hernández y colaboradores (2006), pero inferior al reportado por Hernández y Barrera (2000), quienes indican valores de 0,54 y 2,93 % respectivamente. Con respecto a los azúcares reductores, la pulpa de arazá posee $0,34 \pm 0,01$ % (Tabla 7), el cual es similar al reportado en la bibliografía. En este caso, Hernández y colaboradores (2006) reportan un contenido de azúcares reductores de 0,31 % mientras que Hernández y Barrera (2000) indicaron 0,39 %.

En cuanto a los azúcares no reductores, la pulpa analizada presentó 0,38 %, que es inferior a lo reportado por Andrade y colaboradores (1989), quienes indicaron un valor de 1,19 % de azúcares no reductores.

Los azúcares por sí solos no son un buen indicador de calidad, pues están influenciados por las condiciones ambientales. Sin embargo, la cuantificación de los azúcares en las frutas es de suma importancia, ya que son una fuente fundamental de energía en la dieta humana.

6.2.6. Cenizas

Las cenizas representan la fracción correspondiente a los minerales del alimento (Caravaca y col., 2003). Se definen como el residuo inorgánico remanente que resulta de la incineración de la materia orgánica, representando así el contenido total de minerales que se hallan presentes en un sistema alimenticio (Potter, 1995).

El contenido de cenizas de la muestra de pulpa de arazá analizada fue de 0,28 % (Tabla 7), el cual es similar al reportado por Aguiar en 1983 (0,3 %). Por su parte, Hernández y Barrera (2000) reportan un contenido de cenizas de 0,21 %. Estos valores son superiores al reportado por el INN (1998) el cual señala para la guayaba brasilera un contenido de cenizas de 0,1 %.

6.2.7. Proteína cruda

Con algunas excepciones, el contenido de proteína cruda en frutas es bastante reducido, siendo en la mayoría de los casos inferior a 1 % (Aranceta y Pérez-Rodríguez, 2006).

La pulpa de arazá analizada presentó un contenido de proteína cruda de $0,91 \pm 0,09$ % (Tabla 7), el cual coincide con lo reportado por Hernández y Berrera (2000), quienes indican un valor de 0,9 % de proteína para el fruto fresco de arazá.

Comparada con otras frutas, el contenido de proteína cruda del arazá coincide con el del limón (0,9 %) y es similar al de la fresa y el merey (ambos con un valor de 0,8 %).

6.2.8. Pectinas

La pectina es un heteropolisacárido estructural cuya importancia en la industria de alimentos radica en sus propiedades espesantes y estabilizantes, contribuyendo a la viscosidad de algunos alimentos como atoles, pudines u otros, además de la formación de geles al añadirles azúcar y ácidos, la cual es la base de la fabricación de jaleas y mermeladas (Potter, 1995).

Como se puede observar en la Tabla 7, en la pulpa de arazá el contenido de pectina es de 0,24 %, valor algo inferior en comparación con otras frutas como es el caso de la fresa, frambuesa o manzana las cuales presentan contenidos de pectina de 0,52, 0,36 y 0,47% respectivamente (Pilnik y Voragen, 1984).

Debido al bajo contenido de pectina en la pulpa de arazá, sería necesario añadirla como ingrediente en la preparación de jaleas e inclusive en la elaboración de láminas flexibles a partir de dicha pulpa.

6.2.9. Compuestos fenólicos totales

Las frutas son alimentos muy ricos en compuestos fenólicos. En este grupo se incluyen los monofenoles, polifenoles, ácidos fenólicos y flavonoides. Los polifenoles, comúnmente conocidos

como taninos, están ampliamente distribuidos en las frutas en donde contribuyen a su color y sabor. Son responsables de la astringencia de muchas de ellas, aspecto que en la mayoría de los casos desaparece con la maduración (Gil, 2010).

Los polifenoles son sustratos de las enzimas polifenol oxidasas, las cuales participan en las reacciones de pardeamiento de las frutas, generando coloraciones oscuras cuando la fruta se pela o corta (Gil, 2010). Esta participación en reacciones de oscurecimiento y, en ciertas ocasiones, la producción de astringencia no característica de la fruta madura es considerada como características adversas a la calidad (Cegarra, 1968), sin embargo en la actualidad se han reportado aspectos beneficiosos de los compuestos fenólicos debido a que presentan capacidad antioxidante (Gil, 2010).

En la Tabla 7 se observa que la cantidad de compuestos fenólicos totales en la pulpa de arazá, expresados como ácido tánico, es de 33,83 mg%. Dicho valor se encuentra entre el intervalo reportado por Martínez-Valverde y colaboradores (2000) para el mango, los cuales indican que este grupo de compuestos puede oscilar entre 14 y 42 mg% en dicha fruta.

6.2.10. Color

En la industria de alimentos, el color es un aspecto que juega un papel importante en el proceso de aseguramiento de la calidad, ya que es lo primero en ser observado por los consumidores antes de adquirir un producto (Manresa y Vicente, 2007).

DeMan (1999) señaló que los parámetros de color pueden ser medidos en un sistema de escala de colores oponentes, con tres ejes, basándose en la teoría según la cual el color es percibido según sensaciones de luminosidad, que van a lo largo del eje L^* , (negro $L^* = 0$ y blanco $L^* = 100$) y el eje de los dos cromas, representados por a^* (tono rojo cuando a^* es positivo [+]) y verde cuando a^* es negativo [-]) y por b^* (tono amarillo cuando b^* es positivo [+]) con desplazamiento a azul cuando b^* es negativo [-]).

Como puede observarse en la Tabla 7, la pulpa de arazá presenta una luminosidad un poco superior al valor medio ($L^* = 68,57$) lo cual indica que es bastante clara. Igualmente, tiene tendencia al rojo ($a^* = +7,98 \pm 0,39$) y un claro predominio del color amarillo ($b^* = +51,37 \pm 0,62$), es decir, el color de la pulpa de arazá es el resultado de la combinación del color amarillo, con tendencia al rojo, resultando además muy clara.

6.3. DESARROLLO DE LA FÓRMULA PARA LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS FLEXIBLES DE ARAZÁ ENRIQUECIDAS CON CALCIO

En las pruebas preliminares para la elaboración de láminas de arazá se encontró que era necesaria la adición de pectina como ingrediente de la formulación, ya que las láminas que se trataron de elaborar sin usar este carbohidrato quedaban adheridas a la bandeja. Debido a esto, se fue aumentando desde 0,5 hasta 1,5% la concentración de pectina hasta conseguir el resultado esperado.

Debido al bajo contenido de azúcares (3,33 °Brix de sólidos solubles), el bajo pH (2,49) y la alta acidez (2,16%) fue también necesario añadir azúcar a la pulpa. En este sentido, las láminas se elaboraron al igual que lo hizo Álvarez (2009), acondicionando la pulpa de arazá con azúcar a 10; 20 y 30 °Brix, y luego adicionando pectina de bajo metoxilo en una concentración de 1,5% y lactato de calcio para proporcionar 200 mg % de calcio.

De las mezclas de 10, 20 y 30 °Brix, se descartaron las dos primeras, pues no presentaban apariencia ni sabor agradables. Las de 10 y 20 °Brix originaron láminas de sabor muy ácido, en las que además la acidez enmascaraba gran parte del sabor típico de la pulpa de arazá.

Una vez seleccionada la concentración final de sólidos solubles (30 °Brix), se procedió a realizar las pruebas preliminares para la elaboración de las láminas, las cuales consistieron en utilizar diferentes combinaciones de azúcares para lograr la concentración deseada (Tabla 4).

Las combinaciones de azúcares se plantearon basándose en un trabajo previo en el que se elaboraron láminas flexibles de mango enriquecidas con calcio (Ramírez, 2009), y en el cual se

probaron diferentes combinaciones de azúcares para la elaboración de dichas láminas. Además, Ortuño (1998) señaló que la mezcla de diferentes azúcares evita la cristalización, aporta menor sabor dulce y contribuye a resaltar el color, aroma y sabor de la fruta empleada.

Como se indicó en la sección de Materiales y Métodos, los resultados obtenidos de las diferentes combinaciones de azúcares se evaluaron sensorialmente en cuanto a color, sabor, aroma y dureza seleccionándose la formulación en la cual la pulpa se acondicionó hasta 30 °Brix utilizando una mezcla de sacarosa:fructosa igual a 50:50.

6.4. Elaboración de una curva de secado

Se elaboró la curva de secado de la mezcla acondicionada de arazá (Materiales y Métodos sección 5.2.2.2), con la finalidad de conocer el tiempo necesario para obtener láminas flexibles de arazá con un contenido de humedad final entre 10 y 15%.

La Figura 14 muestra la tendencia exponencial típica de una curva de secado, en donde se observa que la mayor parte del agua fue evaporada en las primeras 3 horas, requiriéndose otras 3 horas para alcanzar el punto en el cual la pérdida de agua desde el interior del producto al ambiente se reduce, alcanzándose el equilibrio. Así, la curva de secado muestra una pendiente más pronunciada al inicio del proceso de secado y otra más leve hacia el final.

La velocidad con que se seca un alimento depende de varios factores, algunos directamente relacionados con el alimento en sí y otros relacionados con el aire de secado (Fito y col., 2001).



Figura 14. Curva de secado de láminas flexibles de arazá de 30 °Brix, deshidratadas a 60 °C.

Es muy probable que en alimentos en donde se ha añadido azúcar previo a su deshidratación, la atracción del agua por los grupos hidroxilo del azúcar, mantiene interacciones entre ambos impidiendo que el agua salga fácilmente de la mezcla y quedando además, parte del agua retenida en la misma.

Ramírez (2009) obtuvo curvas de secado con un comportamiento similar al obtenido en el presente trabajo, para mezclas a base de mango de 20 y 30 °Brix. La mezcla de 30 °Brix necesitó 5 horas para alcanzar el equilibrio mientras que la mezcla de 20 °Brix lo alcanzó en 3 horas. Hecho que corrobora lo anteriormente explicado. Stier (1996, citado por Merino 2002) señaló que a mayor contenido de sólidos solubles, la retención de agua en los alimentos aumenta. Corroborándose este hecho con los resultados obtenidos por Álvarez (2009), quien reportó que al aumentar la concentración de azúcares, se incrementó a su vez el tiempo de secado del producto final. En virtud de lo anterior, se explica sin duda que el haber acondicionado la pulpa desde 3,3 °Brix hasta 30 °Brix, involucró la adición de una porción importante de azúcares, lo cual ocasionó que fuese necesario un tiempo de deshidratación substancial para disminuir el contenido de humedad hasta el valor deseado.

Con base en la curva de secado obtenida para la mezcla de pulpa de arazá con azúcar, pectina y calcio, se determinó que el tiempo de secado óptimo para obtener láminas con humedad entre 10 y 15% es de 6 horas.

6.5. Análisis físicos y químicos realizados a las láminas flexibles de arazá enriquecidas con calcio

Una vez seleccionada la combinación de azúcares y elaborada la curva de secado a partir de dicha mezcla, se procedió a elaborar las láminas flexibles de arazá.

Como se indicó en Materiales y Métodos, la formulación para la elaboración de las láminas flexibles de arazá enriquecidas con calcio consistió en 69,28% de pulpa, 13,84% de sacarosa, 13,84% de fructosa, 1,5% de pectina y 1,54% de lactato de calcio (para dar 200 mg% de calcio en la mezcla).

Dichas láminas se caracterizaron de forma física, química y microbiológica, y los resultados pueden observarse en la Tabla 8.

6.5.1. Humedad y actividad de agua (aw)

El agua no sólo contribuye a las propiedades reológicas y de textura de un alimento, sino que a través de sus interacciones con los diferentes componentes determina el tipo de reacciones químicas que se pueden suscitar en el mismo (Herrera y col., 2003). A su vez, en procesos de deshidratación se disminuye la actividad de agua o acuosa (aw), la cual se refiere al grado de interacción del agua con los demás constituyentes de los alimentos y es una medida indirecta de su disponibilidad para que se produzcan diferentes reacciones químicas o para el desarrollo microbiológico (Herrera y col., 2003). Por esto, la actividad de agua es un parámetro bastante usado como indicador para predecir la vida útil de un alimento (Gálvez y col., 2006).

Las láminas flexibles elaboradas a partir de pulpa de arazá presentaron la humedad esperada (entre 10 y 15%), como puede observarse en la Tabla 8. Además, poseen una actividad de agua (aw) de 0,55 (Tabla 8). De los resultados anteriores podría inferirse que el producto elaborado sería relativamente estable en el tiempo.

En trabajos de investigación realizados con láminas flexibles de frutas se ha reportado valores muy similares a los obtenidos para las láminas flexibles de arazá; así, Chan y Cavaletto (1978), elaboraron láminas de lechosa cuya actividad de agua se encontraba entre 0,50 y 0,52. Álvarez (2009) elaboró láminas de parchita con aproximadamente 11% de humedad y actividad de agua entre 0,53 y 0,57. Mientras que Ramírez (2009) obtuvo láminas de mango con aproximadamente 10% de humedad y valores de actividad de agua entre 0,53 y 0,60.

6.5.2. Sólidos Solubles

El contenido de sólidos solubles en las láminas de arazá fue de 72,4 °Brix, como puede observarse en la Tabla 8. Este valor es el esperado, pues en el proceso de deshidratación el agua es

retirada de la mezcla y como consecuencia el resto de los componentes se concentra. Este resultado coincide con lo reportado por Ramírez (2009) quien indica un contenido de sólidos solubles entre 80,00 y 80,33 °Brix para láminas flexibles de mango enriquecidas con calcio.

El contenido de humedad de las láminas flexibles de arazá corresponde con un contenido de sólidos totales de 89,19 %, es decir, la mayor proporción de sólidos en las láminas se encuentran como sólidos solubles y obviamente deben corresponder en su mayoría a azúcares.

6.5.3. pH

El pH es un parámetro sumamente importante pues influye en el sabor y palatabilidad de los alimentos y además, afecta los requerimientos de procesamiento (Rodríguez, 1985). En este sentido, es importante destacar que para la elaboración de las láminas no fue necesario añadir ningún tipo de acidulante, pues la pulpa de arazá presentaba un pH adecuado para cumplir con los requisitos establecidos previamente, de ser menor de 3,0.

Como se puede observar en la Tabla 8, las láminas elaboradas presentaron un pH bajo (2,75), por lo que se le puede considerar como un producto de alta acidez. Este valor, sumado al de actividad de agua, deben asegurar una excelente la estabilidad del producto, siempre y cuando sea empacado y almacenado en las condiciones adecuadas.

6.5.4. Acidez total titulable

La determinación de la acidez es muy importante desde el punto de vista de su efecto sobre el sabor en los alimentos (Cegarra, 1968). En la Tabla 8 se puede observar que las láminas flexibles presentaron un contenido de acidez total titulable de 2,21%, el cual es considerablemente superior al reportado por Ramírez (2009) para láminas de mango (0,69 y 1,02 %), y por Rodríguez (2011) quien elaboró láminas de parchita en combinación con zanahoria y remolacha indicando valores de acidez entre 1,35 y 1,76 %.

Tabla 8. Resultados de los análisis físicos, químicos y microbiológicos realizados en láminas flexibles de arazá enriquecidas con calcio.

| Parámetro | | Valores |
|---------------------------|-----------------------|----------------|
| Humedad % | | 10,81 ± 0,82 |
| Actividad de agua (aw) | | 0,55 ± 0,02 |
| Sólidos solubles (°Brix) | | 72,4 ± 2,20 |
| pH | | 2,75 ± 0,06 |
| Acidez total titulable* % | | 2,21 ± 0,06 |
| Azúcares reductores % | | 37,47 ± 1,51 |
| Azúcares no reductores % | | 13,08 ± 3,96 |
| Cenizas % | | 1,47 ± 0,04 |
| Calcio % | | 0,94 ± 0,62 |
| Color | L* | 42,77 ± 0,01 |
| | a* | +4,57 ± 0,02 |
| | b* | +38,69 ± 0,03 |
| Textura | Fuerza de ruptura (g) | 154,09 ± 25,36 |
| | Elasticidad (mm) | -7,29 ± 0,73 |
| | Dureza (g) | 354,83 ± 17,54 |
| Contaje microbiológico | Aerobios mesófilos | < 10 UFC/g |
| | Mohos y Levaduras | < 10 UFC/g |

Valores expresados como promedio ± desviación estándar

* Expresado como ácido cítrico

6.5.5. Azúcares reductores y no reductores

En la industria de alimentos, es común el uso de monosacáridos y disacáridos como edulcorantes, principalmente la glucosa, fructosa y sacarosa (Herrera y col., 2003). Por lo general, favorecen las propiedades sensoriales de los alimentos, ejerciendo un efecto sobre la consistencia, textura y palatabilidad de los mismos (Gutiérrez, 2000).

El contenido de azúcares reductores (fructosa y glucosa principalmente) en las láminas flexibles de arazá fue de 37,47 % (Tabla 8). El valor anterior es inferior al reportado por Ramírez (2009) para láminas de mango (41,12 y 43,10 %), pero superior a lo obtenido por Rodríguez (2011) en láminas de parchita en combinación con remolacha y zanahoria (20,67 y 26,36 %). Por su parte, los azúcares no reductores presentaron el valor de 13,08 %, que es inferior al reportado por Ramírez (2009) para láminas de mango (35,05 y 37,25 %) pero similar a los valores obtenidos por Rodríguez (2011) en láminas de parchita combinadas con remolacha y zanahoria (9,96 y 12,96 %).

Es interesante observar el predominio de los azúcares reductores sobre los no reductores, más si se tiene en cuenta que la formulación constaba de añadir parte iguales (13,84 %) de sacarosa (no reductora) y fructosa (reductor). Es probable entonces, que parte del contenido de azúcares reductores en las láminas de arazá, provenga de la inversión de la sacarosa durante la deshidratación.

Por otra parte, la alta proporción de azúcares reductores en las láminas de arazá es un factor a considerar en cuanto a la estabilidad del color de las mismas, ya que estos azúcares contribuyen al oscurecimiento tipo Maillard.

6.5.6. Cenizas

En la Tabla 8 puede observarse que el contenido de cenizas de las láminas flexibles fue de 1,47 %, el cual, en comparación con la pulpa, es mucho mayor. Esto era de esperarse pues la adición de calcio para la elaboración de las láminas, ha de generar un incremento en el contenido mineral de las mismas, sumado a la concentración de los sólidos que se da por la pérdida de agua.

El valor obtenido se aproxima con el reportado por Ramírez (2009), en donde láminas de mango de 30 °Brix enriquecidas con calcio presentaron un contenido de cenizas de 1,15 %.

6.5.7. Calcio

El calcio es un nutriente esencial responsable de diversas funciones biológicas como son la transmisión de los impulsos nerviosos, la coagulación sanguínea, la contracción muscular y es parte fundamental de la estructura ósea (Velásquez, 2006). El contenido de calcio de las láminas flexibles fue de 0,94 % (Tabla 8), lo que corresponde aproximadamente al requerimiento diario para niños hasta los 8 años y para adultos entre 20 y 50 años; sin embargo, no se pretende cubrir los requerimientos diarios de calcio con el consumo de las láminas, lo que además implicaría en este caso el consumo de 100 g del producto. Como se verá más adelante, resulta más práctico establecer un tamaño de ración que permita contribuir con parte del requerimiento diario de calcio.

6.5.8. Color

En la Tabla 8 pueden observarse los parámetros de color (L^* , a^* y b^*) determinados en las láminas flexibles de arazá. La luminosidad de las láminas (L^*) se encuentra ligeramente por debajo de la media (42,77), es decir, las láminas son bastante claras. Por su parte, el matiz (a^*) indica una ligera tendencia hacia el rojo (+4,57) y la intensidad (b^*) señala la preponderancia del amarillo (+38,69).

El proceso de deshidratación generó cambios notables en el color del producto final con respecto a la pulpa. Se observó que esta última era más luminosa, ligeramente más roja y mucho más amarilla que las láminas. Este resultado es lógico pues en procesos en donde esté involucrada la evaporación del agua con la consiguiente concentración del resto de los compuestos, y que además están presentes azúcares reductores que contribuyen con el oscurecimiento tipo Maillard.

6.5.9. Textura

La evaluación de la textura es un aspecto de primordial importancia en la industria de alimentos, ya que de ella depende, de forma muy notable, la aceptación de los productos alimenticios por parte del consumidor (Boatella y col., 2004). Las láminas flexibles fueron evaluadas tomando en cuenta 3 atributos: la fuerza de ruptura, la elasticidad y la dureza. La primera se refiere a la fuerza (g) requerida para romper un alimento aplicando una fuerza de tensión (Arámbula-Villa y col., 2004), la elasticidad, la cual esta es definida como la distancia (mm) que es capaz de estirarse el alimento antes de romperse, y finalmente la dureza se define como el máximo de fuerza (g) que tiene lugar en cualquier tiempo del el primer ciclo de compresión (Bourne, 1978), en este caso al aplicar una fuerza de corte.

Los valores obtenidos para los diferentes parámetros de textura medidos en el análisis de las láminas se presentan en la Tabla 8. Se puede observar que el valor obtenido para el parámetro dureza es bastante inferior al reportado por Ramírez (2009) para láminas de mango, quien obtuvo valores entre 1716,74 y 2202,55 g, lo que indica que las láminas de arazá resultaron ser más blandas, por lo que probablemente sean más agradables al cortar el alimento con los dientes.

En cuanto a la elasticidad y fuerza de ruptura, se obtuvieron valores muy similares a los reportados por Rodríguez (2011), quien elaboró láminas de parchita con remolacha cuya elasticidad fue de -7,04 mm y láminas de parchita, con una fuerza de ruptura de 594,25 g. Estos valores se podrían evaluar mejor en un futuro, si se hiciese una prueba de evaluación sensorial en la que se le pidiese al panel evaluar las láminas, cortando el bocado sujetándolas con los dientes para después estirarlas hasta romperlas. En este caso se les podría asociar a las láminas un valor dado de elasticidad y fuerza de ruptura, medidos con el texturómetro, que podría ser asociado con la aceptabilidad del producto.

6.5.10. Contaje microbiológico.

6.5.10.1. Aerobios mesófilos

El recuento de microorganismos aerobios mesófilos refleja la calidad sanitaria de los productos analizados, indicando además de las condiciones higiénicas de la materia prima y la forma como fueron manipulados durante su elaboración. Este análisis sólo permite estimar la flora total de microorganismos, pero sin especificar tipos de gérmenes (Pascual y Calderón, 2000).

Como se observa en la Tabla 7, el recuento para aerobios mesófilos en láminas flexibles de arazá fue menor a 10 UFC/g, lo que indica que el producto elaborado presenta una adecuada calidad sanitaria. Los resultados obtenidos están íntimamente relacionados con la actividad de agua (0,55) y el pH (2,75) de las láminas. Como ya se dijo, tales valores son bastante bajos, lo que limita el crecimiento bacteriano. Salas-Salvadó y colaboradores (2008) señalaron que valores inferiores a 0,85 de a_w inhiben el crecimiento de la mayoría de las bacterias, sin embargo permiten el crecimiento de mohos y determinadas levaduras, a su vez, el pH por debajo de 4,5 también ejerce un efecto inhibitorio en el crecimiento bacteriano.

6.5.10.2. Mohos y Levaduras

En la industria de alimentos, es de suma importancia investigar la presencia de mohos y levaduras, ya que son potencialmente productores de micotoxinas y además, pueden llevar a cabo procesos de alteración de los alimentos (Gamazo y col., 2005). En el caso de productos de baja actividad de agua, como es el caso de las láminas flexibles de fruta, es importante realizar este estudio pues existen mohos y levaduras capaces de crecer en alimentos con una actividad de agua de 0,60, aunque éstos son casos excepcionales (Barreiro y Sandoval, 2006).

En la Tabla 7 se observa que el recuento para mohos y levaduras en láminas flexibles de arazá fue inferior a 10 UFC/g. Como se indicó previamente, esto se debe a la baja actividad de agua del producto (menor a 0,60) y el bajo pH (menor a 4,5).

6.6. Ración para el consumo de las láminas flexibles de arazá enriquecidas con calcio

Sin considerar los costos de producción y manejo comercial del producto, y la cantidad de alimento que causa saciedad en el consumidor, no obstante se propuso considera un tamaño de ración que proporcionara un contenido de calcio significativo al consumidor. De esta forma, se propone como ración de consumo, una lámina flexible de arazá de 14 cm de largo por 4 cm de ancho (tamaño semejante al de una barra de chocolate de 30 g). El tamaño propuesto para la ración está basado en lo mencionado en la sección 1.3.1 (Antecedentes). Según Palacios (2007), las recomendaciones de calcio para adolescentes y adultos mayores de 50 años (quiénes son los dos grupos con mayor requerimiento de este micronutriente) son de 1300 mg/día. Por lo tanto, si se considera una ración del tamaño indicado, dicha barra aportaría el 15,69% del requerimiento diario de calcio. En este sentido, el consumo de dos raciones de lámina flexible de arazá en un día, podría proporcionar hasta un 30 % del requerimiento diario de calcio.

6.7. Calorías aportadas por las láminas de arazá enriquecidas con calcio

El aporte calórico de un producto alimenticio puede se expresado como Kilocalorías por 100 g de parte comestible. Según el Instituto Nacional de Nutrición (INN, 2000), en el caso de los carbohidratos se debe emplear el factor 4 para determinar las calorías que aportan dichos compuestos. En el caso de las láminas flexibles de arazá, sólo se tomaría en cuenta el aporte calórico de los carbohidratos pues su contenido de proteínas y lípidos es escaso, por lo tanto su contribución a las calorías totales puede considerarse como poco significativo. Tomando en cuenta lo previamente planteado, el aporte calórico de las láminas de arazá sería de 205 Kcal por cada 100g de producto, valor por cierto inferior al aporte calórico de diversos alimentos y golosinas de consumo común como el bocadillo de guayaba (322 Kcal/100g), golfeados (326 Kcal/100g), mermelada (287 Kcal/100g) y papas fritas (318 Kcal/100g), entre otros.

6.8. DESARROLLO DE LA FÓRMULA PARA LA ELABORACIÓN DE JALEAS DE ARAZÁ ENRIQUECIDAS CON CALCIO

Debido a que se planteó elaborar, a partir de pulpa de arazá, un alimento tipo jalea que estuviese enriquecido con calcio, se utilizó como agente gelificante pectina de bajo metoxilo. Como es sabido, este tipo de pectina al reaccionar con calcio forma geles más fuertes que aquellos formados con pectina de alto metoxilo. El uso de pectina de bajo metoxilo además, tiene la ventaja de depender menos del pH para la formación de geles tal como sucede con la de alto metoxilo, ya que su intervalo de pH para la formación de geles está entre 1,0 y 7,0. Además, es posible la elaboración de alimentos con un contenido en calorías menor, al elaborado con pectina de alto metoxilo, debido a que la concentración de sólidos solubles puede estar entre 0 y 80% (Lajolo y Wenzel, 2006).

Teniendo en cuenta lo expresado anteriormente, se aprovechó el enriquecimiento con calcio de la jalea de arazá, para utilizar pectina de bajo metoxilo y una cantidad menor de azúcar, que aquella que se hubiese requerido de haberse empleado pectina de alto metoxilo, obteniéndose así un alimento tipo jalea que se podría considerar ligero (“light”) en función de la Norma COVENIN de 1997 2952-1. Dicha Norma indica que puede usarse el término de ligero en aquellos productos nutricionalmente modificados que por ración cumpla con la siguiente condición: “debe reducirse el total de las Calorías del alimento en un tercio, en comparación al alimento de referencia, cuando en éste el contenido calórico proveniente de las grasas no exceda el 50% del total de las Calorías. Ejemplo: Mermelada...”. Debido a que en la jalea el contenido calórico proveniente de las grasas es mínimo, si en una jalea se logra reducir el total de las Calorías en un tercio, entonces se podría llamar al producto como “jalea ligera”. Lo anterior no excluye la posibilidad de elaborar con la pulpa de arazá una jalea con un contenido de sólidos solubles igual o mayor a 65 °Brix, tal como indica la Norma COVENIN 2592 para mermeladas y jaleas de frutas (COVENIN, 1989).

Finalmente, se elaboró la jalea de arazá usando la formulación cuyas proporciones se muestran a continuación en la Tabla 9.

Tabla 9. Proporción de los ingredientes para la elaboración de jalea de pulpa de arazá enriquecida con calcio.

| Ingrediente | Proporción (%) |
|-------------------|----------------|
| Pulpa | 60,22 |
| Sacarosa | 38,01 |
| Pectina | 1,00 |
| Lactato de Calcio | 0,77 |

6.9. Análisis físicos, químicos y microbiológicos realizados a la jalea de arazá enriquecida con calcio

La jalea se caracterizó de forma física, química y microbiológica, y los resultados pueden observarse en la Tabla 10.

6.9.1. Humedad y actividad de agua (aw)

Las jaleas pueden incluirse dentro del grupo de los llamados productos de humedad intermedia, dadas sus características de contenido de azúcares y la correspondiente actividad de agua resultante (Boatella y col., 2004).

La jalea elaborada a partir de pulpa de arazá, presentó un contenido de humedad de 39,60 % y una actividad de agua de 0,91 (Tabla 10). Estos valores permiten la proliferación de mohos y levaduras, los cuales se reproducen a partir de niveles de actividad de agua de 0,7 y 0,8 (Adrián y Frangne, 1990), sin embargo, debido al tratamiento térmico, el envasado en caliente, el empleo de normas de higiene básicas, una adecuada manipulación durante la elaboración del producto y el bajo

pH del producto, es posible evitar la proliferación de estos microorganismos. Se destaca entonces la importancia de las buenas prácticas de manufactura para asegurar la calidad del producto elaborado.

6.9.2. Sólidos solubles y sólidos totales

Los sólidos solubles de una jalea están constituidos por azúcares añadidos y azúcares propios de la fruta (Cueva, 2008). La jalea elaborada presentó un contenido de sólidos solubles de 53,40 °Brix (Tabla 10) y 60,4 % de sólidos totales, según lo cual, la mayor parte de estos últimos corresponden a los sólidos solubles.

Es importante destacar que la jalea presenta un contenido de sólidos solubles inferior al requisito mínimo establecido por la Norma COVENIN 2592-89 “Mermeladas y Jaleas de Frutas”, la cual establece 65 °Brix, tanto para jaleas como para mermeladas. Esto es un aspecto interesante, pues aunque la jalea no posee el mínimo de sólidos solubles establecidos por la Norma, la consistencia resultó ser la típica de un producto de este tipo y a su vez (como se verá más adelante), fue ampliamente aceptada por un panel de consumidores. Productos de este tipo pueden ser incluidos dentro de la clasificación de alimentos de contenido de azúcar reducido, los cuales se refieren a productos que han sido modificados y contienen un 25% menos de azúcar que el alimento típico o de referencia (Gennaro, 2003). Así mismo, ya que la reducción del contenido de sólidos solubles en las jaleas comerciales se encuentra alrededor de los 75 °Brix, se podría considerar también la posibilidad de usar el término de “jalea ligera” en función de la Norma COVENIN 2952-1; ya que la reducción en calorías podría extenderse a casi un tercio.

Se recalca entonces la posibilidad de elaborar satisfactoriamente jaleas a partir de pulpa de arazá con un contenido de sólidos solubles menor a 65 °Brix.

Tabla 10. Resultados de los análisis físicos, químicos y microbiológicos realizados en jaleas de arazá enriquecidas con calcio.

| Parámetro | | Valores |
|-----------------------------|-----------------------|--------------|
| Humedad (%) | | 39,60 ± 0,37 |
| Actividad de agua (a_w) | | 0,91 ± 0,00 |
| Sólidos solubles (°Brix) | | 53,40 ± 0,20 |
| pH | | 2,91 ± 0,02 |
| Acidez total titulable* (%) | | 1,06 ± 0,01 |
| Azúcares reductores (%) | | 5,55 ± 0,17 |
| Azúcares no reductores (%) | | 29,77 ± 3,72 |
| Cenizas (%) | | 0,69 ± 0,01 |
| Calcio (%) | | 0,98 ± 0,21 |
| Color | L* | 47,51 ± 0,24 |
| | a* | 6,39 ± 0,06 |
| | b* | 41,12 ± 0,70 |
| Textura | Fuerza de ruptura (g) | 65,32 ± 3,04 |
| | Elasticidad (mm) | 7,78 ± 0,38 |
| Contaje microbiológico | Aerobios mesófilos | < 10 UFC/g |
| | Mohos y Levaduras | < 10 UFC/g |

Valores expresados como media ± desviación estándar

* Expresado como ácido cítrico

6.9.3. pH y acidez total titulable

La firmeza óptima de productos tipo jalea se obtiene dentro de intervalos de pH definidos dependiendo de la pectina particular utilizada. Por su parte, la acidez es importante no sólo para la gelificación de jaleas o mermeladas, sino también para conferir brillo al color del producto, pudiendo mejorar el sabor y ayudando a evitar la cristalización del azúcar (Díaz, 2003). El pH de la jalea de arazá es de 2,91 mientras que su acidez total titulable es de 1,06 % (Tabla 10). Estos valores coinciden con lo reportado por Palomino (2009) quien elaboró jaleas de mamón con pH de 2,90 y acidez total titulable de 1,04.

Por otra parte, los valores de actividad de agua, pH y acidez de la jalea de arazá deberían asegurar su estabilidad microbiológica en el tiempo, siempre y cuando se cumplan los requisitos antes mencionados.

Al igual que las láminas de arazá, en la elaboración de la jalea no fue necesaria la adición de ningún agente acidulante, pues, como se mencionó anteriormente, la pulpa presenta el pH óptimo tanto para asegurar la inversión de la sacarosa durante el proceso de cocción, como para permitir la gelificación de la pectina.

6.9.4. Azúcares reductores y no reductores

El azúcar es el ingrediente esencial, en conjunto con el ácido, en productos como jaleas y mermeladas, pues permite lograr la adecuada gelificación de la pectina (Chacón, 2006). En la Tabla 10 pueden observarse los resultados obtenidos para contenidos de azúcares reductores y no reductores en la jalea de arazá. El contenido de azúcares reductores es bastante bajo (5,55 %), considerando que el contenido óptimo de azúcar invertido en jaleas y mermeladas es de 35 a 40% del azúcar total del producto, con el fin de impedir la cristalización de la sacarosa (Díaz, 2003). Sin embargo, este fenómeno no ocurrió y se obtuvo un gel de consistencia adecuada.

Por su parte, el contenido de azúcares no reductores fue de 29,77 %, valor que es superior al reportado por Palomino (2009) para jalea elaborada a partir de pulpa de mamón, quien señaló 19,48 % como contenido de azúcares no reductores.

6.9.5. Cenizas

En la Tabla 10 se puede observar el contenido de cenizas de la jalea de arazá el cual es de 0,69 %. Como se mencionó previamente, el contenido de cenizas representa el contenido de minerales en los alimentos, siendo inclusive un índice de calidad de los mismos, ya que permite determinar algún tipo de contaminante de origen mineral (Hart y Fisher, 1971; Potter, 1978).

6.9.6. Calcio

Al igual que en las láminas flexibles, las jaleas elaboradas a partir de pulpa de arazá fueron enriquecidas con calcio. Las mismas presentaron 0,98 % de calcio (Tabla 10), cantidad que cubre el requerimiento diario de calcio en niños hasta los 8 años. Aunque no se busca cubrir los requerimientos diarios de calcio a través del consumo de las jaleas, se desea más bien, aportar una parte del requerimiento de calcio.

6.9.7. Color

Los resultados obtenidos para el análisis de color realizado a la jalea de arazá pueden observarse en la Tabla 10. Al igual que en las láminas de arazá la luminosidad de la jalea se encuentra cercana a la media ($L^* = 47,51$), con una ligera tendencia al rojo ($a^* = +6,39$) y notable predominio del color amarillo ($b^* = 41,12$). Según los resultados antes mencionados y lo observado en el producto, se trata de una jalea de muy buena claridad y de coloración amarilla.

6.9.8. Textura

La fuerza del gel de arazá fue evaluada tomando en cuenta dos atributos: la fuerza de ruptura (g) y la elasticidad (mm). El primer parámetro indica la fuerza máxima (g) que debe aplicársele al alimento para que este se rompa. En este caso la jalea presenta un valor de 65,32 g (Tabla 10), bastante menor que el obtenido para las láminas, resultado que es bastante lógico pues la jalea es un producto blando en comparación con la lámina. Con respecto al segundo parámetro evaluado, la jalea presentó un valor positivo de 7,78 mm (Tabla 10), lo que indica que es bastante rígida, por lo que se deforma muy poco antes de que la fuerza aplicada en ella la rompa. Lo anterior era de esperarse, ya que fue posible hacer vaciados de la jalea formada en pequeños vasos plásticos a fin de hacer en estos las mediciones de textura. Dicho de otra manera, la jalea de arazá continuaba teniendo la forma del vaso aun después de ser retirada del mismo.

6.9.9. Contaje microbiológico.

6.9.9.1. Aerobios mesófilos

En la Tabla 10 puede observarse que el recuento de aerobios mesófilos para jalea de arazá fue menor a 10 UFC/g, reflejando no sólo la calidad sanitaria del producto, sino la adecuada manipulación durante el proceso de elaboración. Además, el producto presentó un pH muy bajo lo que ejerce un efecto inhibitorio en el crecimiento microbiano.

6.9.9.2. Mohos y Levaduras

El recuento para mohos y levaduras para la jalea de arazá fue menor a 10 UFC/g (Tabla 10), corroborándose la estabilidad microbiológica del producto elaborado.

De los resultados anteriores se puede concluir que la jalea de arazá es un producto de adecuada calidad sanitaria, que cumple con los requisitos microbiológicos establecidos por la Norma COVENIN 2592-89.

6.10. EVALUACIÓN SENSORIAL POR CONSUMIDORES DE LA LÁMINA FLEXIBLE Y LA JALEA DE ARAZÁ

La evaluación sensorial surge como disciplina para medir la calidad de los alimentos, conocer la opinión y mejorar la aceptación de los productos por parte del consumidor. Además, no sólo se tiene en cuenta para el mejoramiento y optimización de los productos alimenticios existentes, sino también para realizar investigaciones en la elaboración e innovación de nuevos productos, en el aseguramiento de la calidad y para su promoción y venta. Las pruebas afectivas son aquellas en donde el panelista expresa el nivel de agrado, aceptación y preferencia de un producto alimenticio. Específicamente, las pruebas de aceptación, hacen referencia a conocer, además del grado de preferencia, la disponibilidad del consumidor a adquirir el producto evaluado y por ende su gusto o disgusto frente al mismo. Esto se realiza mediante el empleo de una escala hedónica (Hernández, 2005).

Para evaluar la aceptación de los productos finales (lámina y jalea de arazá enriquecidas con calcio), se realizó la prueba de evaluación sensorial por consumidores. Para este fin se evaluaron los productos mediante una escala hedónica de 7 puntos y un panel de consumidores conformado por 100 personas. En la Tabla 11 pueden observarse los valores obtenidos de la evaluación sensorial por consumidores tanto de las láminas flexibles como de la jalea de arazá.

Tabla 11. Evaluación sensorial por consumidores de la lámina flexible y la jalea de pulpa de arazá enriquecidas con calcio

| Producto | Láminas flexibles | Evaluación |
|-----------------|-------------------|------------|
| Lámina flexible | 5,68 ± 0,91 | "Me gusta" |
| Jalea | 6,10 ± 0,78 | "Me gusta" |

Escala hedónica de 7 puntos: (7) Me gusta mucho, (6) Me gusta, (5) Me gusta ligeramente, (4) No me gusta ni me disgusta, (3) Me disgusta ligeramente, (2) Me disgusta, (1) Me disgusta mucho.

Valores expresados como media ± desviación estándar

Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial, muestran que tanto la lámina como la jalea obtuvieron una buena aceptabilidad por parte del panel de consumidores. Además, el panel manifestó su interés por la adquisición de las láminas y las jaleas si estuviesen disponibles en el mercado.

7. CONCLUSIONES

Los frutos de arazá poseen una alta proporción de pulpa lo que constituye una característica significativa al considerar su utilización como materia prima en la elaboración de diversos productos. Aunado a esto, la pulpa presenta un pH bajo, característica que favorece la conservación de la misma y de los productos elaborados a partir de ella.

Es posible elaborar láminas flexibles enriquecidas con calcio de buena aceptabilidad, a partir de pulpa acondicionada de arazá hasta un contenido de sólidos solubles de 30 °Brix con una combinación de sacarosa:frutosa igual a 50:50, deshidratando la mezcla a 60 °C durante 6 horas. Las cuales se caracterizan por presentar valores bajos de humedad, pH y actividad de agua; alta acidez, y adecuada calidad microbiológica. Además, dichas láminas pueden ser consideradas como una fuente conveniente de energía (205 Kcal/100g), y a su vez, una porción de 56 cm² suministra 15,69% del requerimiento diario de calcio de los dos grupos con mayor requerimiento de este micronutriente: adolescentes de 9 a 18 años y adultos mayores de 50 años.

La pulpa de arazá se adapta satisfactoriamente al esquema tecnológico de elaboración de jaleas, obteniéndose un producto de buena aceptabilidad, de pH bajo y contenido de sólidos solubles de 53,40 °Brix, es decir es un producto de contenido de azúcares reducido en comparación con las jaleas tradicionales.

8. RECOMENDACIONES

- ✿ Realizar estudios sobre la posibilidad de emplear las semillas de arazá para la producción de harina u obtención de almidón.
- ✿ Evaluar la estabilidad en el tiempo de la lámina flexible y la jalea de arazá.
- ✿ Ensayar diferentes opciones de empaque para las láminas flexibles, con la finalidad de mantener en el tiempo las características sensoriales y que a su vez que sea atractivo para el consumidor.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adrián, J.; Frangne, R. 1990. La ciencia de los alimentos de la A a la Z. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Aguiar, J. 1983. Araçá-boi (*Eugenia stipitata*, McVaugh): aspectos e dados preliminares sobre a sua composição química. *Acta Amazonica*, **13** (5-6): 953-954.
- Ahmad, S., Vashney, A., Srivasta, P. 2005. Quality attributes of fruit bar made from papaya and tomato by incorporating hydrocolloids. *Int J Food Prop.* **8**: 89-99.
- Ahmed, G. 1981. High Methoxyl Pectins and Their Uses in Jam Manufacture. A literature survey. The British Manufacturing Industries Research Association. *Scientific and Technical Survey.* **127**(16).
- Ali, Z., Lazan H., 1997, Guava. Págs. 145-165, en: Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits. S. K. Mitra (ed.). CAB International, New York, USA.
- Álvarez, V. 2009. Desarrollo de láminas flexibles de parchita (*Passiflora edulis f. flavicarpa Degener*) enriquecidas con calcio. Tesis de Grado para optar al título de Licenciado en Biología. Instituto de Ciencias y Tecnologías de Alimentos. Caracas, Venezuela.
- Alvídrez-Morales, A.; González-Martínez, B.; Jiménez-Salas, Z. 2002. Tendencias en la producción de alimentos: Alimentos Funcionales. *Revista Salud Pública y Nutrición (RESPYN)* [publicación periódica en línea] Julio-Septiembre **3**(3) (http://www.respyn.uanl.mx/iii/3/ensayos/alimentos_funcionales.html) Visitada: 2 de Septiembre 2011.
- Andrade, J.; Aragão, C.; Chaar, J.; Leão, I. 1989. Caracterização do araçá-boi (*Eugenia stipitata* subsp. *sororia* McVaugh). *Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 12. Rio de Janeiro. Resúmenes. Rio de Janeiro, SBCTA.
- AOAC. 1980. Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of Analysis. Décimo tercera edición. Washington, USA.

- AOAC. 1984. Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of Analysis. Décimo cuarta edición. Ed. K. Heldrich. USA
- AOAC. 1990. Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of Analysis. Vol. II. Décimo quinta edición. Arlington, Virginia, USA.
- Arámbula_Villa, G.; Méndez-Albores, J.; González-Hernández, J.; Gutiérrez-Árias, E.; Moreno-Martínez, E. 2004. Evaluación de una metodología para determinar características de textura de tortilla de maíz (*Zea mays* L.) *ALAN* **54**(2): 216-222.
- Aranceta, J.; Pérez-Rodríguez, C. 2006. Frutas, verduras y salud. Editorial Elsevier. Barcelona, España.
- Araújo, E., Ribeiro, C. 1996. Elaboração de iogurte batido com polpa de frutas amazônicas. Parte II: acerola (*Malpighia puniceifolia*), bacuri (*Platonia insignis*) e araçá-boi (*Eugenia stipitata*). En: *Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 15. Poços de Caldas. Resúmenes. Poços de Caldas, Brasil.
- Ariza, A. 2000. Biología floral y caracterización morfológica de 6 ecotipos de Arazá (*Eugenia stipitata* Mc. Vaugh) en el departamento del Caquetá. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Tesis (Pregrado). Bogotá.
- Artz, W.; Hansen, S. 1994. Other fat substitutes. Págs 197-228, en: *Carbohydrate polyesters as fat substitutes*. C. Akoh y B. Swanson (eds.). Editorial Marcel Decker Inc. New York, USA.
- Aspinall, G. 1970. Pectins, plants gums, and other plant polysaccharides. Pág. 515, en: *The Carbohydrates Chemistry and Biochemistry*. V. Pigman & D Horton (eds.), Academic Press. Vol. 2B. New York, USA.
- Badui S. 1999. Química de los alimentos. Tercera edición. A. Longman. México.
- Bashir, H., Abu-Goukh, A. 2003. Compositional changes during guava ripening. *Food Chem.* **80**: 557-563
- Barreiro, J.; Sandoval, A. 2006. Operaciones de Conservación de Alimentos por Bajas Temperaturas. Editorial Equinoccio. Caracas, Venezuela.

- Bello, J. 2000. Ciencia bromatológica, principios generales de los alimentos. Ediciones Díaz de Santos. Madrid, España.
- Bender, A. 1973. Elementos Minerales. Nutrición y Alimentos Dietéticos. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Boatella, J.; Codony, R.; López, P. 2004. Química y bioquímica de los alimentos II. Ediciones Universitat Barcelona. Barcelona, España.
- Bourne, M. 1978. Texture Profile Analysis. *Food Technology* **69**: 62-66.
- Calvo, M. 2009. Bioquímica de los Alimentos. Disponible en: <http://milksci.unizar.es/bioquimica/uso.html> [Consulta: 2 de Septiembre de 2001]
- Caravaca, F.; Castel, J.; Guzmán, J.; Delgado, M.; Mena, Y.; Alcalde, M.; González, P. 2003. Bases de la Producción Animal. Universidad de Sevilla. España.
- Cavalcante, P. 1991. Frutas comestíveis da Amazônia. 5ta Ed. Cejup, Belém, Pará. Brazil.
- 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.
- Chacón, S. 2006. Procesamiento de Frutas: Procesos Húmedos y Procesos Secos. Manual de Procesamiento de Frutas Tropicales a Escala Artesanal, en El Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganadería. La Libertad, El Salvador.
- Chan, H., Cavaletto, C. 1978. Dehydration and storage stability of papaya leather. *J Food Sci.* **43**: 1723-1725.
- Che Man, Y.; Raya, S. 1983. Satu Kajian awal memproses Keledak Keping (A preliminary Study on Processing of Sweet Potato Leather) *Pertanika.* **61**: 17-21.
- Che Man, Y.; Irwandi, Y.; Jinap, S.; Sugisawa, H. 1997. Effect of glucose syrup solid, sucrose, hydrogenated palm oil and soy-lecithin on sensory properties of durian leather. *J Food Process Preserv* (in press).

- Cheftel, J.; Cheftel, H. 1976. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Christensen, S. 1982. Pectin. Págs. 206-207, en: Food Hydrocolloids. M. Glicksman (ed.). Vol. III. CRC Press Inc. Florida, E.U.A.
- Clement, C., Arkcoll, D. 1979. A política florestal e o futuro promissor da fruticultura na Amazônia. *Acta Amazonica*, **9**(4): 173-177.
- Clement, C. 1990. Arazá. Págs 260-265, en: Fruits of tropical and subtropical origin: composition, properties and uses. S. Nagy, P. Shawm, Philip y W. Wardowski (eds). Florida Science Source. Florida, E.U.A.
- Coronado, M., Rosales, R. 2001. Elaboración de mermeladas. Procesamiento de alimentos para pequeñas y microempresas agroindustriales. Editores CIED, EDAC, CEPSCO, Unión Europea. Lima, Perú.
- COVENIN. 1989. Norma 2592. Mermeladas y Jaleas de Frutas. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, Venezuela. 8 pp.
- COVENIN. 1997. Norma 2952-1. Directrices para la Declaración de Propiedades Nutricionales y de Salud en el Rotulado de los Alimentos Envasados. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, Venezuela. 13 pp.
- COVENIN. 1997. Norma 3338. Alimentos. Recuento de Aerobios. Método de Placas con Películas Secas Rehidratables (Petrifilm®). Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, Venezuela. 5 pp.
- Cruess, W. 1969. Commercial Fruit and Vegetable Products. Cuarta edición. Mc Graw-Hill. New York, USA.
- Cubero, N., Monferrer, A., Villata, J. 2002. Aditivos alimentarios. Colección Tecnología de Alimentos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Cueva, G. 2008. Desarrollo de una Jalea Sólida de Maracuyá (*Passiflora edulis*) en: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Zamorano, Honduras

- Dávila, M. 2010. Parámetros de evaluación de conservas a base de piña y carambolo. Tesis de maestría. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Córdoba, Veracruz.
- Delgado, J. 2004. Efecto del procesamiento de crio-concentración sobre el 'flavor' de pulpas de arazá. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- DeMan, J. 1999. Principles of Food Chemistry. Tercera edición. Editorial Springer. USA.
- Díaz, A. 2003. Fábrica de Mermeladas. CIED. Madrid, España.
- Donald, J., Yasar, K., Jiwon, J. 2001. Pectin degradation in ripening and wounded fruits. *HortScience* **13**(2): 224-241.
- Donadio, L. 1997. Study of some brazilian Myrtaceae in Jaboticabal – SP. En: Donadio, L.C. Proc. Int. Sym. Myrtaceae. *Acta Hort.*, **452**: 181-183.
- Escobar, C.; Zuluaga, J.; Martínez, A. 1996. El Cultivo del Arazá (*Eugenia stipitata*). Corporación Colombiana de Investigación Agrícola, Corpoica. Bogotá, Colombia.
- Ewaidah, E.; Hasan, B. 1992. Prickly pear sheets: a new fruit product. *Int J Food Sci Tech.* **27** (3): 353-358.
- Farris, S.; Schaich, K.; Liu, L.; Piergiovanni, L.; Yam, K. 2009. Development of polyion-complex hydrogels as an alternative approach for the production of bio-based polymers for food packaging applications: a review. *Trends Food Sci Tech.* **20**: 316-332.
- Ferreira, S. 1989. Efeito do tamanho da semente e do substrato sobre emergencia e vigor de plântulas de arazá-boi (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh). En: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 10. Fortaleza – CE. 33-40.
- Fischer, G.; Martínez, O. 1999. Calidad y Madurez de la Uchuva (*Physalis peruviana* L.) en Relación a la Coloración del Fruto. *Agronomía Colombiana.* **16**(1-3): 35-39.
- Fito, P.; Andrés, A.; Barat, J.; Albors, A. 2001. Introducción al Secado de Alimentos por Aire Caliente. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. España.
- Gálvez, A.; Aravena, E.; Mondaca, R. 2006. Isotermas de adsorción en harina de maíz (*Zea mays* L.) *Ciênc Technol Aliment* **26**(4): 821-827.

- Gamazo, C.; López-Goñi, I.; Díaz, R. 2005. Manual Práctico de Microbiología. Editorial Masson S. A. 3era Edición. Barcelona, España.
- García-Casal, M. 2007. Anales Venezolanos de Nutrición. **20**(2): 108.
- Gennaro, A. 2003. Remington Farmacia. Vol. 2. 20ª Edición. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina.
- Gentil, D., Clement, C. 1997. The Araza (*Eugenia stipitata*): results and research directions. Págs 9-18 en: Proceedings of the International Symposium on Myrtaceae. *Acta Horticulturae*. L. Donadio (ed.). Países Bajos.
- Gentil, D., Ferreira, S. 1999. Viabilidade e superação da dormência em sementes de arazá-boi (*Eugenia stipitata* ssp. *sororia*). *Acta Amazonica*, **29**(1): 21-32.
- Gil, A. 2010. Tratado de Nutrición. Tomo I. Bases Fisiológicas y Bioquímicas de la Nutrición. Segunda edición. Editorial Médica Panamericana. Madrid, España.
- Grabowski, S., Marcotte, M., Ramaswamy, H. 2003 Drying of fruits, vegetables, and spices. Págs 653-695 en: Handbook of Postharvest Technology: Cereals, Fruits, Vegetables, Tea, and Spices A. Chakraverty, A. Mujumdar, G. Raghavan y H. Rawaswamy (eds). Marcel Dekker. New York, USA.
- Guerra, A. 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.
- Gutiérrez, J. 2000. Ciencia Bromatológica. Principios Generales de los Alimentos. Ediciones Díaz de Santos S. A. Madrid, España.
- Hart, F.; Fisher, H. 1971. Análisis modernos de los alimentos. Editorial Acribia. Madrid, España.
- Hernández, M.; Galvis, J. 1993. Procesamiento de arazá y copoazú. *Colombia Amazonica*, **6**(2): 135-148.
- Hernández, F. 1999. Conservas Caseras de Alimentos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

- Hernández, M.; Barrera, J. 2000. Manejo postcosecha y transformación de frutales nativos promisorios en la amazonia colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Editorial Produmedios. Bogotá, Colombia.
- Hernández, M., Barrera, J. 2004. Bases técnicas para el aprovechamiento agroindustrial de especies nativas de la amazonia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Bogotá, Colombia.
- Hernández, E. 2005. Evaluación Sensorial. Curso Tecnología de Cereales y Oleaginosas, Guía Didáctica. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). Bogotá, Colombia.
- Hernández, M., Barrera, J., Carrillo, M., 2006. Arazá. Origen y fisiología de conservación. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Bogotá, Colombia.
- Hernández, M., Barrera, J., Fernández-Trujillo, J., Piedad, M., Bardales, X. 2007. Manual de manejo de cosecha y postcosecha de frutos de Arazá (*Eugenia stipitata* Mc. Vaught) en la amazonia colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Taller de Edición Luis Rocca. Bogotá, Colombia.
- Hernández, C. 2010. Determinación del Momento Óptimo de Cosecha de Copoazú (*Theobroma grandiflorum* Widd ex Spreng Schum) en la Amazonia Occidental Colombiana. Trabajo presentado para optar al título de Magister en Ciencias Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Herrera, C.; Bolaños, N.; Lutz, G. 2003. Química de Alimentos: Manual de Laboratorio. Editorial Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Huber, D. 1983. The role of cell wall hydrolases in fruit softening. *Horticultural Review* 5: 169-215.
- Humead, M., Yousif A. 2000. Preparation and evaluation of grapes' jam and jelly. *Disarat Agricultural Sciences* 27(2): 241-252.
- Instituto Nacional de Nutrición (INN), Fundación Cavendes. 2000. Valores de Referencia de Energía y Nutrientes para la Población Venezolana. Caracas, Venezuela.

- Jain, P.; Nema, P. 2007. Processing of Pulp of Various Cultivars of Guava. (*Psidium guajava* L.) for Leather Production. *Agr Eng Int.* **9**: 1-2.
- Joslyn, M. 1970. Methods in food analysis. Ed. Academyc Press. USA
- Lajolo, F.; Wenzel, E. 2006. Carbohidratos en alimentos regionales iberoamericanos. Editorial Universidade de São Paulo. Sao Paulo, Brasil.
- Lodge, N. 1981. Kiwi fruit: Two novel processed products. *Food Technol New Zealand.* **16**(7): 35-43.
- Manresa, A. Vicente, I. 2007. El color en la industria de los alimentos. Editorial Universitaria. Ciudad de la Habana, Cuba.
- Márquez, C.; Michelis, A. 2008. Propiedades de lechos fijos durante la deshidratación convectiva de cerezas, guindas y rosa mosqueta. Cambios de volumen y porosidad. *Ciencia Tecnol Alime.* **28**(2): 311-316.
- Márquez, C.; Peláes, M.; Cortes, M. 2009. Deshidratación de Granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) por Convección Forzada para Elaboración de Bebidas Aromáticas. *CES* **4**(2): 100-117.
- Martínez-Valverde, I.; Periago, M.; Ros, G. 2000. Significado Nutricional de los Compuestos Fenólicos de la Dieta. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol. 50, Nro. 1.
- McCready, R.; McComb. 1952. Extraction and Determination of Total Pectin Materials in Fruits. *Anal. Chem.* **24**: 1986-1988.
- Merino, F. 2002. Elaboración de láminas de frutas ("fruit leathers") a partir de pulpa de Murta (*Ugni molinae Turcz*) congelada. Tesis de Grado para optar por el título de Licenciatura. Escuela de Ingeniería en Alimentos. Universidad Austral de Chile, Chile.
- Missang, C.; Renard, C.; Baron, A.; Drilleau, J. 2001. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **81**(8): 773-780.
- Moreiras, O.; Cuadrado, C. 2009. Bases nutricionales para el enriquecimiento de los alimentos. En: El nuevo sistema agroalimentario en una crisis global. Mediterráneo Económico. Colección Estudios Socioeconómicos. **15**: 263-273

- 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.
- Orsat, V.; Changrue, V.; Raghavan G. 2006. Microwave drying of fruits and vegetables. *Stewart PostHarvest Rev* **6**: 4–9
- Ortuño, A. 1998. Introducción a la Química Industrial. Ediciones Reverté S. A. 2da Edición. Barcelona, España.
- Palacios, C. 2007. Lo nuevo en los requerimientos de calcio, propuestas para Venezuela. *Anales Venezolanos de Nutrición*. **20**(2): 99-107.
- Palomino, J. 2009. Aprovechamiento integral del mamón (*Melicocca bijuga*L.) como materia prima para la industria alimentaria. Tesis de Grado para optar al título de Licenciado en Biología. Instituto de Ciencias y Tecnologías de Alimentos. Caracas, Venezuela.
- Pascual, R.; Calderón, V. 2000. Microbiología Alimentaria: Metodología Analítica para Alimentos y Bebidas. Ediciones Díaz de Santos S. A. 2da Edición. Madrid, España.
- Pezo, A.; Pezo, V. 1984. Ensayos y elaboración de néctar y jalea a partir del arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh). Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú.
- Picón B. 1989. El cultivo de arazá. INIA. Folleto ilustrativo. Iquitos, Perú.
- Pierce, R.; Morris, J.; Crandall, P. 2001. Principles and practices of small and medium scale fruit juice processing. Vol. 146. FAO agricultural services bulletin. Food & Agriculture Org. Florida, USA.
- Pilnik, W.; Voragen, A. 1984. Polysaccharides and Food. Gordian.
- Pinedo, M., Ramírez F., Blasco, M. 1981. Notas Preliminares sobre el Arazá (*Eugenia stipitata*) Frutal Nativo de la Amazonia Peruana. Instituto Nacional de Investigación Agraria, Lima, Perú.
- Pirone, B.; Ochoa, M.; Kessler, A.; De Michelis, A. 2002. Evolución de la concentración de ácido ascórbico durante el proceso de deshidratación de frutos de la rosa mosqueta (*Rosa Eglanteria* L.) *Rev Invest Agro (RIA)*. **31**(1): 85-89.

- Pizo, M. 1999. The Seed-dispersers and Fruit Syndromes of Myrtaceae in the Brazilian Atlantic Forest. Universidade Estadual Paulista. São Paulo, Brazil.
- Potter, N. 1978. La ciencia de los alimentos. Edutex. México
- Potter, N. 1995. Ciencia de los alimentos, Editorial Acribia. España.
- Potter, N., Hotchkiss, J. 1999. Ciencia de los alimentos. 5ta Ed. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España.
- Price, M.; Butler. 1977. Rapid Visual Estimation and Espectrophotometric Determination of Tanin Content on Sorghum Drain. *J. Agric Food Chem* **25**(6): 1268-1273.
- Primo, E. 1995. Química orgánica básica y aplicada: de la molécula a la industria. Tomo 2. Editorial Reverté. Barcelona, España.
- Ptitchkina, N.; Danilova, I.; Doxastakis, G.; Kasapis, S.; Morris, E. 1994. Pumpkin pectin: gel formation at unusually low concentration. *Carbohydr. Polym.*, **23**: 265-273.
- Quevedo, E. 1995. Aspectos agronómicos sobre el cultivo del Arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh). *Agronomía Colombiana*. **12**(1): 27-65.
- 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. Instituto de Ciencias y Tecnologías de Alimentos. Caracas, Venezuela.
- Rao, V.; Roy, S. 1980^a. Studies on dehydration of mango pulp I. Standardisation for making mango sheet/leather. *Indian Food Packer*. **3**: 64-71.
- Rao, V.; Roy, S. 1980^b. Studies on dehydration of mango pulp. II. Storage studies of the mango sheet/leather. *Indian Food Packer*. **34**(3): 72-79.
- Raybaudi-Massilia, R.; Soliva, R.; Martín, O. 2006. Uso de Agentes Antimicrobianos para la Conservación de Frutas Frescas y Frescas Cortadas. En: I Simpósio Ibero-Americano de Vegetais Frescos Cortados, San Pedro, Brasil. 15-21.

- Reynolds, S. 1998. Drying Fruits. *Fact Sheet FCS 8502*. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Florida, USA.
- Rodríguez, M.; Magro, E. 2008. Bases de la Alimentación Humana. Editorial Netbiblo S. L. La Coruña, España.
- Rodríguez, S. 1985. Aprovechamiento integral del mango (*Mangifera indica* L). Seminario de Grado. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Rodríguez, T. 2002. Aprovechamiento integral del mango (*Mangifera indica* L). VI. Evaluación del mango variedad Hilacha fisiológicamente maduro como fuente de pectina. Trabajo Especial de Grado. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas-Venezuela.
- Rodríguez, O. 2001. Desarrollo de Láminas Flexibles de Parchita (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa* Degener), con Zanahoria (*Daucus 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. Instituto de Ciencias y Tecnologías de Alimentos. Caracas, Venezuela.
- Rogez, H.; Buxant, R.; Mignolet, E.; Souza, J.; Silva, E.; Larondelle, Y. 2004. Chemical composition of the pulp of three typical Amazonian fruits: Araça-boi (*Eugenia stipitata*), bacuri (*Platonia insignis*) and cupuazu (*Theobroma grandiflorum*). *Eur Food Res Technol.* **218**: 380–384
- Rosado, J.; Camacho-Solis, R.; Bourges, H. 1999. Adición de vitaminas y minerales a harinas de maíz y de trigo en México. *Salud Pública de México* **41**(2): 130-137
- Sagar, V.; Kumar, S. 2008. Recent advances in drying and dehydration of fruits and vegetables: a review. *J Food Sci Technol* **47**(1): 15-26.
- Salas-Salvadó, J.; Bonada, A.; Trallero, R.; Saló, M.; Burgos, R. 2008. Nutrición y Dietética Clínica. Editorial Elsevier. 2da Edición. Barcelona, España

- Sánchez, P. 2004. Una nueva especie de *Eugenia* L (Myrtaceae) de las selvas húmedas costarricenses. *Lankesteriana* **4**(3): 179-181.
- Steele, R. 1987. The effect of sulphites on the drying of fruit leather. Proceeding of Food Preservation by Moisture Control Conference. Penang, Malasia.
- Solano, L.; Barón, M.; Real, S. 2005. Situación nutricional de preescolares, escolares y adolescentes de Valencia, Carabobo, Venezuela. *An Venez Nutr.* **18**(1): 72-76.
- Tabla de Composición de Alimentos para Uso práctico. Instituto Nacional de Nutrición (INN). 1998. Serie Cuadernos Azules. Caracas, Venezuela.
- Thakur, B.; Singh, R.; Handa, A. 1997. Chemistry and uses of pectin. A Review. *Crit Rev Food Sci Nutr*; **37**(1): 47-73.
- Torley, P.; Boer de, J.; Bhandari, B.; Halley, P. 2006. Composition-Rheology-Property Relationships of Commercial Fruit Leathers. Págs 103-107 en: The International Symposium on Food Rheology and Structure - ISFRS 2006 – Proceedings. Zurich, Suiza.
- Ulloa, J. 2007. Frutas Autoestabilizadas en el Envase por la Tecnología de Obstáculos. Universidad Autónoma de Nayarit. México.
- UNIPECTINE ®. 1992. Pectinas. Documento técnico. Sanofi, Bio-Industries. Paris, Francia.
- Vargas, A.; Rivera, C.; Narváez, C. 2005. Capacidad antioxidante durante la maduración del arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh). *Rev Col Quím* **34**: 7-65.
- Velásquez, G. 2006. Fundamentos de Alimentación Saludable. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
- Vian, A. 1999. Introducción a la química industrial. Segunda Edición. Editorial Reverté. Barcelona, España.
- Vijayanand, P.; Yadav, A.; Balasubramanyam, N.; Narasimham, P. 2000. Storage Stability of Guava Fruit Bar Prepared Using a New Process. *Lebensm-Wiss Technol*, **33**: 132-137.
- Villachica, H.; Carvalho, J.; Müller, C.; Diaz, C.; Almanza, M. 1996. Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia. Tratado de Cooperación Amazónica. Secretaria Pro-tempore. Lima, Perú.

- Wilson, P.; O'Brein, M.; Gadek, P.; Quinn, Ch. 2001. Myrtaceae Revisted: A Reassessment of Infracamiliar Groups. *Am J Bot* **88**(11): 2013-2025.
- 3M. 2004. 3M. Petrifilm®. Levaduras y Mohos. Guía de interpretación. Versión 1. Microbiology Products Laboratoires 3M Santé. 8 pp.