



Universidad Central de Venezuela  
Facultad de Ciencias  
Escuela de Biología  
Departamento de Tecnología de Alimento



# **Desarrollo de Láminas Flexibles de Mango** *(Mangifera indica L.)* **Enriquecidas con Calcio**

Trabajo Especial de Grado

Presentado ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela, por la Bachiller **Ramírez D'Arago Marielünnett** como requisito parcial para optar por el título de Licenciado en Biología.

Tutor: **Prof. Unai Emaldi**

CARACAS, VENEZUELA

Septiembre 2009

## **DEDICATORIA**

A mis padres que siempre están a mi lado, ayudándome y orientándome.

A mi hermano por ser mi ejemplo a seguir.

A Leonardo por ayudarme, apoyarme y brindarme una sonrisa en todo este camino.

A Granma y Granpa que fueron, son y serán mis papás. Los Adoro.

A mi prima Lelén, la cual me hubiese gustado involucrar en todo este proceso: “estoy segura que de una u otra forma estuviste conmigo”.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar quiero agradecer a Dios por permitirme estar aquí.

A mis padres por ser mis guías, mi conciencia y mi apoyo. A mi papá por enseñarme la constancia y el estudio. Por haber hecho y seguir haciendo un gran esfuerzo para que yo sea una gran mujer. A mi mamá por ser mi amiga, mi guía, mi parte espiritual. Por darme fortaleza en mis momentos de debilidad y por ser una gran mujer.

A mi hermano por ser un gran ejemplo en mi vida, por orientarme y darme una palabra de aliento cada vez que la necesito.

Al Prof. Unai Emaldi por ser un gran ser humano, mi profesor y mi amigo. Por querer siempre dar lo mejor en su vida y ayudarme a hacerlo en la mía.

A Leonardo por ser mi compañero de vida, por enseñarme la paciencia, por ser mi apoyo y ayudarme tanto en todo este proceso.

A Jacklin Palomino, mi compañera de tesis, por siempre darme ánimos, por ayudarme y por todo este tiempo que compartimos juntas. A María Fabiola Ramírez y Eliana Blanco por ser grandes amigas, por siempre darme ánimos en la elaboración de la tesis. A Oriana Rodríguez por ayudarme en el laboratorio, por todo su tiempo dedicado.

A Juan Diego Briceño por ser tan amable y donarme placas de petrifilm para realizar los experimentos de microbiología.

A mis amigos del ICTA por ser mis compañeros de camino, por todo lo que hemos vivido juntos desde que comenzamos la especialización, y por hacerme reír.

A todos los que de alguna u otra forma me han ayudado a culminar mi carrera.

**GRACIAS A TODOS**

**INDICE**

Pág. #

INDICE DE TABLAS. -----	8
INDICE DE FIGURAS. -----	10
<b>I. RESUMEN.</b> -----	12
<b>II. INTRODUCCIÓN.</b> -----	13
<b>III. OBJETIVOS.</b> -----	15
3.1 Objetivo General.	15
3.2 Objetivos específicos.	15
<b>IV. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.</b> -----	16
1. Mango. -----	16
1.1 Origen. -----	16
1.2 Taxonomía. -----	16
1.3 Producción de mango en Venezuela. -----	17
1.4 Características físicas del mango variedad Bocado. -----	18
1.5 Composición química de la pulpa de mango. -----	19
1.6 Usos del mango. -----	20
2. Desarrollo de Nuevos Productos. -----	21
3. Alimentos Funcionales. -----	22
4. Alimentos Enriquecidos. -----	23
5. Pectina. -----	25
6. Alimentos Deshidratados. -----	29
7. Láminas Flexibles de Frutas. -----	30
<b>V. MATERIALES Y MÉTODOS.</b> -----	39
5.1 Materiales. -----	39
5.2 Métodos. -----	39
5.2.1 Caracterización de la materia prima (mango 'Bocado'). -----	39
5.2.2 Obtención de la pulpa de mango. -----	40
5.2.3 Caracterización de la pulpa de mango. -----	41
5.2.4 Curvas de secado. -----	41
5.2.5 Pruebas para determinar la formulación base para la elaboración de las láminas flexibles de mango. -----	43
5.2.6 Elaboración de las láminas flexibles de mango enriquecidas con calcio. -----	46
5.2.7 Análisis realizados a las láminas flexibles de mango. -----	50

5.2.7.1.- Humedad. -----	50
5.2.7.2.- Sólidos solubles (°Brix). -----	50
5.2.7.3.- pH o acidez iónica. -----	50
5.2.7.4.- Actividad de agua ( $a_w$ ). -----	50
5.2.7.5.- Acidez total titulable. -----	50
5.2.7.6.- Azúcares reductores y totales. -----	50
5.2.7.7.- Cenizas. -----	50
5.2.7.8.- Pectina -----	50
5.2.7.9.- Contenido de calcio. -----	50
5.2.7.10.- Color. -----	50
5.2.7.11.- Dureza. -----	51
5.2.7.12.- Pruebas microbiológicas. -----	51
5.2.8 Pruebas de estabilidad de las láminas almacenadas durante 4 semanas. ---	52
5.2.8.1.- Humedad. -----	52
5.2.8.2.- Sólidos solubles (°Brix). -----	52
5.2.8.3.- pH o acidez iónica. -----	52
5.2.8.4.- Acidez total titulable. -----	52
5.2.8.5.- Color. -----	52
5.2.8.6.- Dureza. -----	52
5.2.8.7.- Pruebas microbiológicas. -----	52
5.2.8.8.- Evaluación sensorial. -----	52
5.2.9 Evaluación sensorial. -----	52
5.2.10 Análisis estadístico de los resultados. -----	53
5.2.11 Evaluación sensorial por consumidores. -----	53
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN. -----</b>	<b>55</b>
<b>1 Caracterización de la materia prima. -----</b>	<b>55</b>
1.1 Peso promedio, dimensiones y proporción pulpa; concha; semilla. -----	55
1.2 Características de la pulpa de mango 'Bocado' utilizada para la elaboración de las láminas.-----	57
1.2.1 Contenido de humedad, actividad de agua ( $a_w$ ) y sólidos solubles. -----	58
1.2.2 pH. -----	59
1.2.3 Acidez total titulable. -----	59
1.2.4 Azúcares reductores y no reductores. -----	60
1.2.5 Cenizas. -----	60
1.2.6 Pectina. -----	61
1.2.7 Color. -----	61

<b>2 Características de las láminas elaboradas a partir de pulpa de mango de contenido inicial de 20 (sin azúcar añadida) (A) y 30 °Brix (sacarosa y fructosa añadida) (B), enriquecidas con calcio. -----</b>	<b>62</b>
2.1 Humedad. -----	64
2.2 Sólidos solubles (°Brix). -----	66
2.3 Acidez total titulable. -----	66
2.4 pH. -----	66
2.5 Azúcares reductores y no reductores. -----	67
2.6 Cenizas. -----	67
2.7 Contenido de calcio. -----	68
2.8 Pectina. -----	68
2.9 Actividad de agua ( $a_w$ ). -----	69
2.10 Color. -----	69
2.11 Dureza. -----	70
2.12 Microbiología. -----	71
2.13 Evaluación sensorial. -----	72
2.13. a. Color. -----	73
2.13. b. Olor. -----	73
2.13. c. Sabor. -----	73
2.13. d. Dureza. -----	74
<b>3 Efecto de la adición de pectina (0,75 y 1,50 %) en láminas de mango elaboradas a partir de pulpas acondicionadas a 20 (sin azúcar añadida) y 30 °Brix (sacarosa y fructosa añadida), enriquecidas con calcio. -----</b>	<b>74</b>
3.1 Humedad. -----	75
3.2 Sólidos solubles. -----	77
3.3 Acidez total titulable. -----	77
3.4 pH. -----	77
3.5 Azúcares reductores y no reductores. -----	78
3.6 Cenizas. -----	79
3.7 Contenido de calcio. -----	79
3.8 Pectina. -----	79
3.9 Actividad de agua ( $a_w$ ). -----	79
3.10 Color. -----	80
3.11 Dureza. -----	80

3.12	Microbiología. -----	81
3.13	Evaluación sensorial. -----	81
3.13. a.	Color. -----	81
3.13. b.	Olor. -----	82
3.13. c.	Sabor. -----	82
3.13. d.	Dureza. -----	83
<b>4</b>	<b>Estabilidad en el tiempo (0; 1 y 4 semanas) de las láminas elaboradas a partir de pulpa de mango acondicionada a 20 (sin azúcar añadida) y 30 °Brix (sacarosa y fructosa añadida), con 0; 0,75 y 1,50% de pectina añadida, enriquecidas con calcio. -----</b>	<b>83</b>
4.1	Humedad. -----	84
4.2	Sólidos solubles (°Brix). -----	85
4.3	pH. -----	86
4.4	Acidez total titulable. -----	87
4.5	Color. -----	88
4.6	Dureza. -----	90
4.7	Microbiología. -----	92
4.8	Evaluación sensorial. -----	93
4.8. a.	Color. -----	93
4.8. b.	Olor. -----	94
4.8. c.	Sabor. -----	95
4.8. d.	Dureza. -----	96
<b>5</b>	<b>Evaluación sensorial por consumidores de las láminas de mango enriquecidas con calcio. -----</b>	<b>97</b>
<b>6</b>	<b>Ración para consumo de las láminas de mango enriquecidas con calcio (láminas B.0 y B.1). -----</b>	<b>100</b>
<b>7</b>	<b>Calorías aportadas por las láminas mango enriquecidas con calcio (B.0 y B.1). -----</b>	<b>101</b>
<b>VII</b>	<b>CONCLUSIÓN. -----</b>	<b>102</b>
<b>VIII</b>	<b>RECOMENDACIONES. -----</b>	<b>103</b>
<b>IX</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. -----</b>	<b>104</b>

## INDICE DE TABLAS

	Pág. #
<b>Tabla 1.</b> Clasificación taxonómica del mango ( <i>Mangifera indica</i> L.). -----	17
<b>Tabla 2.</b> Composición porcentual de la pulpa del mango. -----	20
<b>Tabla 3.</b> Recomendaciones de calcio (mg/d) para Venezuela por grupos de edad. -----	25
<b>Tabla 4.</b> Proporciones de azúcares en las mezclas para la elaboración de las láminas de mango. -----	44
<b>Tabla 5.</b> Proporciones de los ingredientes de las mezclas utilizadas para la elaboración de las láminas flexibles de mango enriquecidas con calcio. -----	47
<b>Tabla 6.</b> Peso, dimensiones y proporciones de concha, pulpa y semilla en el fruto de mango. -----	56
<b>Tabla 7.</b> Peso y proporción de pulpa, semilla y concha del mango variedad Bocado, reportado por diversos autores. -----	56
<b>Tabla 8.</b> Parámetros físicos y químicos determinados en la pulpa del mango 'Bocado'. -----	57
<b>Tabla 9.</b> Formulaciones para la mezcla A y B. -----	63
<b>Tabla 10:</b> Parámetros químicos, físicos, microbiológicos y sensoriales determinados en las láminas elaboradas a partir de pulpa de mango 'Bocado' con contenido inicial de sólidos solubles de 20 y 30 °Brix. -----	65
<b>Tabla 11:</b> Parámetros químicos, físicos, microbiológicos y sensoriales determinados en las láminas de mango enriquecidas con calcio, partiendo de formulaciones de 20 y 30 °Brix y con 0; 0,75 y 1,50% de pectina añadida. -----	76
<b>Tabla 12.</b> Contenido de humedad de las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de elaboradas. -----	84
<b>Tabla 13.</b> Contenido de sólidos solubles de las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de elaboradas. -----	85
<b>Tabla 14.</b> pH de las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de elaboradas. -----	86

<b>Tabla 15.</b> Acidez de las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de elaboradas. -----	87
<b>Tabla 16.</b> Luminosidad (L*) del color de las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de elaboradas. -----	88
<b>Tabla 17.</b> Matiz (a*) del color de las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de elaboradas. -----	89
<b>Tabla 18.</b> Intensidad (b*) del color de las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de elaboradas. -----	90
<b>Tabla 19.</b> Dureza de las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de elaboradas. -----	91
<b>Tabla 20.</b> Recuento de aerobios mesófilos en las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de elaboradas. -----	92
<b>Tabla 21.</b> Recuento de mohos y levaduras en las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de elaboradas. -----	92
<b>Tabla 22.</b> Evaluación sensorial de color de las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de elaboradas. -----	93
<b>Tabla 23.</b> Evaluación sensorial de olor de las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de elaboradas. -----	94
<b>Tabla 24.</b> Evaluación sensorial de sabor de las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de elaboradas. -----	95
<b>Tabla 25.</b> Evaluación sensorial de dureza de las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de elaboradas. -----	96
<b>Tabla 26.</b> Evaluación sensorial por consumidores, de láminas de mango enriquecidas con calcio. -----	97
<b>Tabla 27.</b> Evaluación sensorial por consumidores, según género, de láminas de mango enriquecidas con calcio. -----	99
<b>Tabla 28.</b> Evaluación sensorial para consumidores, según edad, para las láminas de mango enriquecidas con calcio. -----	100

**Tabla 29.** Calorías aportadas por las láminas de mango enriquecidas con calcio. ----- 101

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Pág. #</b>
<b>Figura 1.</b> Mango ( <i>Mangifera indica</i> L.) -----	19
<b>Figura 2.</b> Pectinas de Alto Metoxilo. -----	26
<b>Figura 3.</b> Pectinas de Bajo Metoxilo. -----	27
<b>Figura 4.</b> Partes del mango (largo, ancho y grosor). -----	39
<b>Figura 5.</b> 60 kilos de mango 'Bocado' para procesar. -----	40
<b>Figura 6.</b> 10 mangos escogidos al azar para obtener proporciones piel, pulpa y semilla. -----	40
<b>Figura 7.</b> Proceso de obtención de la pulpa. -----	40
<b>Figura 8.</b> Curvas de secado para láminas de mango provenientes de dos mezclas 20 (A) y 30 °Brix (B). -----	42
<b>Figura 9.</b> Evaluación sensorial panel semientrenado. -----	44
<b>Figura 10.</b> Planilla empleada para evaluar sensorialmente las láminas iniciales en consumidores. -----	45
<b>Figura 11.</b> Mezclas de las láminas flexibles de mango enriquecidas con calcio provenientes de las dos condiciones establecidas. -----	46
<b>Figura 12.</b> Secuencia de la elaboración de las láminas. -----	48
<b>Figura 13.</b> Esquema tecnológico para la elaboración de las láminas flexibles de mango enriquecidas con calcio. -----	49
<b>Figura 14.</b> Planilla empleada para evaluar sensorialmente las láminas de mango enriquecidas con calcio para consumidores semientrenados. -----	53
<b>Figura 15.</b> Planilla utilizada para la evaluación por consumidores de las láminas de mango enriquecidas con calcio. -----	54
<b>Figura 16.</b> Proporciones para el mango 'Bocado'. -----	56
<b>Figura 17.</b> Láminas de mango deshidratadas, aún en la bandeja. -----	63

<b>Figura 18.</b> Láminas de mango deshidratadas, ubicadas en el papel celofán. -----	63
<b>Figura 19.</b> Dureza de las láminas de mango, evaluada en el tiempo de almacenamiento. -----	91
<b>Figura 20.</b> Aceptación por consumidores para la lámina de mango enriquecida con calcio, con azúcar añadida y sin pectina añadida. Escala hedónica de 3 puntos: “me gusta”; “me es indiferente” y “me disgusta”.-----	98
<b>Figura 21.</b> Aceptación por consumidores para la lámina de mango enriquecida con calcio, con azúcar añadida y 0,75% de pectina añadida. Escala hedónica de 3 puntos: “me gusta”; “me es indiferente” y “me disgusta”.-----	98

## I. RESUMEN

Las láminas de frutas constituyen una forma de conservación de alimentos, donde el producto es fabricado por deshidratación de pulpa acondicionada. El objetivo del presente trabajo fue desarrollar láminas flexibles de mango (*Mangifera indica* L.) enriquecidas con calcio, estudiando las variables: contenido de sólidos solubles (20 y 30 °Brix), pectina añadida (0; 0,75 y 1,50%), y estabilidad en almacenamiento a temperatura ambiente (0; 1 y 4 semanas). Después de caracterizar la pulpa de mango 'Bocado', se realizaron pruebas para obtener la formulación base y se elaboraron las curvas de secado. Posteriormente, se probaron 6 formulaciones (20 y 30 °Brix iniciales con 0; 0,75 y 1,50% de pectina añadida) que se deshidrataron a 60 °C. Las láminas se caracterizaron de forma física, química, microbiológica y sensorial. Añadir azúcar afectó el pH, el  $a_w$ , la dureza y el color, mejorando el sabor. La adición de pectina sin añadir azúcar, incrementó la dureza; y en aquellas con azúcar añadida afectó favorablemente su color. Después de 4 semanas no se afectó significativamente el olor y sabor del producto, y se encontró que si no se añade pectina, añadir azúcar favorece la dureza de las láminas. En conclusión, utilizando pulpa de mango variedad Bocado, fue posible desarrollar láminas flexibles enriquecidas con calcio, las cuales se caracterizaron por su bajo contenido de agua, alto contenido de azúcares, alta acidez y baja actividad de agua. Finalmente, la ración propuesta (30 a 36 cm<sup>2</sup>), suministraría el 9,23% del requerimiento de calcio en adolescentes.

## II. INTRODUCCIÓN

El cuerpo humano requiere 17 vitaminas y 24 elementos minerales (Desai, 2000); y las frutas forman parte de los alimentos con mayor cantidad de nutrientes y sustancias minerales, altamente beneficiosas para la salud y para el óptimo desarrollo del cuerpo humano. Éstas no sólo contribuyen a prevenir los trastornos causados por la falta de nutrientes, sino que también reducen el peligro de padecer enfermedades cardiovasculares y distintos tipos de cáncer (FAO/OMS, 2003).

Según la FAO (2003), algunos de los trastornos más comunes del mundo, tales como los defectos congénitos, el retraso mental y del crecimiento, la debilidad del sistema inmunitario y la ceguera, se deben a una alimentación carente de vitaminas y minerales.

Las Naciones Unidas y la Organización Mundial de la Salud recomiendan consumir frutas y vegetales, mencionan que el no hacerlo de manera constante arroja como resultado la muerte de unas 2,7 millones de personas en el mundo anualmente, siendo una de las 10 causas comunes de muerte a nivel mundial (FAO/OMS, 2003).

En las últimas tres décadas ha habido una transición en la forma en que se consumen las frutas. La parte de la cosecha que se consume en forma procesada ha aumentado considerablemente, mientras que el consumo de frutas frescas ha disminuido (Desrosier, 1983).

Lo adecuado es comer nueve o diez porciones de frutas y vegetales al día (como mínimo cinco porciones), sin embargo, la mayoría de la población mundial no satisface siquiera la mitad de este requerimiento. La población no consume fruta por distintas razones: costo, costumbre, conveniencia, economía, sabor y prejuicios, entre otras (FAO/OMS, 2003).

Las pautas de adquisición, preparación y consumo de alimentos se han visto muy influenciadas por los cambios de hábitos, sociales, laborales, demográficos e ideológicos. El poco conocimiento que se tiene sobre el valor nutritivo de los alimentos y las

preferencias alimentarias por comida poco saludable, conllevan a la disminución de la ingesta de frutas y verduras, sustituyéndolas por otros productos de fácil preparación, lo cual afecta la salud (Contreras, 2006).

Por ejemplo, la carencia de vitaminas, en especial la vitamina A, es extensa en la mayor parte de los países en subdesarrollo, lo cual lleva a un riesgo serio de deficiencia sobretodo en niños e infantes, causando severos problemas de salud y desnutrición; no obstante comer frutas provee estas vitaminas y minerales que se requieren en la dieta diaria (Guarte y col, 2005).

Afortunadamente, la preocupación por las dietas y la salud equilibrada en los últimos años ha incrementado el consumo de alimentos saludables con gran contenido de frutas. Debido a esto se ha desarrollado un mundo para nuevos alimentos, en los que se persigue que el producto final tenga el mismo aspecto y calidad que el producto original, como las frutas frescas (Garcia-Casal, 2007).

Huang (2005) indicó que consumir gran cantidad de frutas conlleva a un estilo de vida sano; la fruta reestructurada tal como las láminas flexibles de frutas (en inglés "fruit leather"), pueden ser un sustituto económico y de importante valor agregado para la fruta natural en cuanto al aporte de elementos nutritivos.

Se han desarrollado tecnologías enfocadas a la transformación de frutas, sometiéndolas a diversos procesos y en algunos casos incrementando su valor nutricional para obtener así una gran diversidad de productos, entre ellos, las láminas flexibles de frutas, las cuales se obtiene al someter al puré de fruta a deshidratación, obteniendo tiras o láminas de la fruta; éstas se consumen cómo, dónde y cuándo se quiera como golosina. Las láminas flexibles de frutas son fáciles de comer, presentan una larga vida útil en anaquel y son ideales para cualquier momento o lugar (Raab y Oehler, 1976).

Debido a todo lo mencionado anteriormente en el presente trabajo se tiene como objetivo principal el desarrollo de un producto de fruta, las llamadas láminas flexibles de frutas, elaborado con pulpa de mango 'Bocado' y enriquecido con calcio.

### **III. OBJETIVOS.**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL.**

Desarrollar láminas flexibles de mango (*Mangifera indica L.*) enriquecidas con calcio.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- I. Caracterizar de forma física los frutos de mango 'Bocado'.
- II. Caracterizar de manera física y química la pulpa de mango 'Bocado' empleada para la elaboración de las láminas flexibles.
- III. Desarrollar formulaciones para elaborar láminas flexibles enriquecidas con calcio elaboradas a partir de pulpa de mango, deshidratadas a 60 °C, acondicionadas a 20 y 30 °Brix, pH entre 3,0 y 3,5 y concentración de pectina añadida de 0; 0,75 y 1,5 %.
- IV. Caracterización microbiológica, física y química de las láminas flexibles enriquecidas con calcio elaboradas a partir de pulpa de mango.
- V. Evaluar sensorialmente las láminas flexibles enriquecidas con calcio elaboradas a partir de pulpa de mango y demostrar la aceptabilidad de las mismas..
- VI. Evaluar de forma física, química, microbiológica y sensorial las láminas flexibles enriquecidas con calcio elaboradas a partir de pulpa de mango luego de 0; 1 y 4 semanas de almacenamiento.

## IV. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

### 1. MANGO.

#### 1.1 Origen.

Se acepta que la planta de mango es oriunda del Noroeste de la India, Srilanka y Birmania (Avilán y Rengifo, 1990) y ha sido cultivada por el hombre desde hace por lo menos cuatrocientos años (Singh, 1960).

Los primeros en traer esta planta a América fueron los portugueses, los cuales la llevaron a Brasil a comienzos del siglo XVIII. En el año 1742, es introducido en Barbados de donde pasó a Santo Domingo. Antes del año 1796 el mango se encontraba en Costa Rica y para 1797 se hallaba en México (Popenoe, 1920 y Singh, 1960).

En Venezuela las plantas de mango fueron introducidas en la década de 1820 probablemente desde Trinidad (Serpa, 1967).

#### 1.2 Taxonomía.

El mango es producido por una planta dicotiledónea perteneciente a la familia *Anacardiaceae* y al género "*Mangifera*", la cual agrupa setenta especies de las cuales veinticinco son comestibles. El nombre científico de la planta es *Mangifera indica* L. (Schokman, 1990) y en la tabla 1 se presenta la clasificación taxonómica de ésta.

**Tabla 1:** Clasificación taxonómica del mango (*Mangifera indica* L.).

REINO	Vegetal
CLASE	Angiospermae
SUBCLASE	Dicotyledoneae
ORDEN	Sapindae
FAMILIA	Anacardiaceae
GÉNERO	<i>Mangifera</i>
ESPECIE	<i>Mangifera indica</i> L.

Fuente: Avilán y col, 1998a.

### 1.3 Producción de mango en Venezuela.

El mango se ha difundido en la mayor parte del territorio venezolano debido a que las condiciones edafoclimáticas pueden satisfacer sus exigencias. La mayor parte de la producción de mangos se obtiene de huertos caseros, localizados a lo largo y ancho de todo el país, y propagados por semillas (Avilán y col, 1981).

Las plantaciones de mango están localizadas en los estados Aragua, Carabobo, Miranda, Guárico, Anzoátegui, Trujillo y Monagas, aún cuando se produce a pequeña escala en toda la geografía venezolana. (Briceño y col, 2005).

En los datos de producción de mango en el país (MAT, 2004), estado por estado, se tiene que el principal productor es Guárico. En cuanto a la producción de mango los estados pueden ordenarse de mayor a menor de la siguiente manera: Guárico (25.075 Tm), Aragua (19.484 Tm), Cojedes (10.310 Tm), Monagas (7.957 Tm), Miranda (4.050 Tm), Bolívar (3.453 Tm), Vargas (2.522 Tm), Carabobo (1.903 Tm), Anzoátegui (1.480 Tm), Yaracuy (1.278 Tm), Zulia (916 Tm) y Trujillo (863 Tm).

Por otra parte, según datos suministrados por el MAT (2004), en función de las hectáreas de tierra dedicadas al cultivo del mango, los estados se pueden ordenar de forma decreciente de la siguiente manera: Guárico (1.631 ha), Aragua (1.255 ha), Cojedes (680 ha), Monagas (491 ha), Miranda (340 ha), Bolívar (243 ha), Carabobo (209 ha), Vargas (152 ha), Zulia (150 ha), Anzoátegui (115 ha), Yaracuy (105 ha) y Trujillo (45 ha).

#### 1.4 Características físicas del mango variedad Bocado.

Desde el punto de vista botánico, el mango (Fig. 1), es una drupa carnosa, donde el pericarpio se divide en un mesocarpio carnoso de color amarillo o anaranjado que corresponde a la pulpa, un endocarpio duro llamado hueso o semilla y el exocarpio que constituye la piel del fruto (Singh, 1960).

El hueso encierra a la semilla que posee dos cotiledones y una cubierta seminal (Singh, 1960). La semilla está cubierta por la testa y el tegumento está constituido en su mayor parte por los cotiledones (Avilán y Rengifo, 1990).

En el mango algunas variedades poseen semillas monoembríonicas mientras que otras son poliembríonicas. En las semillas monoembríonicas, el embrión proviene del óvulo fecundado, razón por la cual su carga genética total es diferente a la de la planta que originó el fruto. En cambio en las semillas poliembríonicas, sólo un embrión es originado de la fecundación y el resto proviene del tejido nuclear, por lo que su carga genética es igual a la de la planta que originó el fruto, generando por lo tanto plantas iguales a ésta (Singh, 1960); entre estas últimas se encuentra el mango de variedad Bocado.

Existen literalmente cientos de variedades de mango que se diferencian, entre otras cosas, por la coloración de la piel, el aroma, la forma y el tamaño del fruto; así como por el color y sabor de la pulpa entre otras cosas (Avilán y Rengifo, 1990).

El fruto de mango ideal debe poseer una alta relación pulpa/semilla, consistencia firme y uniforme, ausencia de fibra, adecuada relación azúcar/ácido, aroma agradable, perdurabilidad del sabor y de la calidad (Avilán y col, 1998a).

En Venezuela existen diversas variedades de mango, muchas de ellas excelentes, derivadas originalmente de injertos introducidos (Pittier, 1926), el mango cultivado se ha clasificado en criollos e injertos. Los mangos criollos más conocidos y considerados los

más importantes comercialmente son: 'Bocado', 'Hilacha', 'Rosa' y 'Pico de Loro' (Avilán y Rengifo, 1990).

Según Serpa (1967) el mango 'Bocado' presenta una forma ovoide, de dimensiones promedio de 7,83 cm de largo, 6,18 cm de ancho y 5,54 cm de grosor; un peso promedio de 155,28 g, pedúnculo en inserción vertical, base o seno basal redondeado, hombro ventral más levantado, dorso caído, poco seno, pico ausente, ápice redondeado; piel color ocre con vetas anaranjadas, dura y muy adherida a la pulpa, la cual es de color anaranjado, posee textura firme, sabor subárido, aromática, jugo escaso y poca fibra, su semilla es poliembrónica.



**Figura 1.** Mango (*Mangifera indica* L.).

Tomado de: <http://agronomia.nireblog.com/>

### **1.5 Composición química de la pulpa de mango.**

La composición del mango (tabla 2) dependerá de la variedad y madurez que presente la misma, siendo diferente según la variedad, aunque todos ellos tienen en común su elevado contenido en agua y mucha azúcar. Las proporciones de otros componentes, tales como ácidos y proteína, son bajas en la fruta madura (Popenoe, 2007).

Los sólidos totales son altos para la fruta fresca; los azúcares totales varían a partir el 11 a 20 %, según la variedad. La principal molécula de azúcar es la sacarosa y la acidez varía dependiendo de la variedad (Popenoe, 2007).

Por otro lado su valor calórico es de 64 a 70 calorías/100 g de pulpa. (Galán Saucó y col, 2000).

**Tabla 2.** Composición porcentual de la pulpa del mango.

Componentes	Cantidad
Proteínas (g)	0,7
Lípidos (g)	0,5
Hidratos de carbono (g)	14,5
Fibra (g)	1,9
Colesterol (g)	0
Calcio (mg)	10
Hierro (mg)	0,5
Magnesio (mg)	18
Sodio (mg)	7
Potasio (mg)	190
Vitamina C (mg)	10
Ácido fólico (mcg)	30
Vitamina A (U.I.)	1100
Cenizas (g)	0,5
Fósforo (mg)	14

Fuente: Galán Saucó y col, 2000.

## 1.6 Usos del mango.

Actualmente el mango por sus excelentes características de sabor, aroma, color y valor nutritivo es considerado a nivel mundial como uno de los frutos tropicales más importantes, siendo cada día más preferido por la gente (Rathore y col, 2007).

Además del consumo fresco del fruto, el mango se puede aprovechar para diversos productos luego de someterlo a un adecuado procesamiento y acondicionamiento (Avilán y Rengifo, 1990).

La industrialización de esta fruta, generalmente se basa en la producción de pulpa ya sea en estado maduro o no, siendo aprovechada comercialmente en la elaboración de distintos productos tales como: encurtidos, curry, mermeladas, jaleas, tajadas en almíbar, yogurt, vinos, licores, néctares, alimentos salados, helados y harinas (Czyhrinciw, 1969).

## **2. Desarrollo de Nuevos Productos.**

Un alimento es considerado enriquecido cuando la proporción de uno o varios de los nutrientes que lo componen es superior a su composición normal, los cuales son necesarios para satisfacer las demandas requeridas por las funciones fisiológicas de nuestro organismo. Debido a esto, surgen los alimentos a los que se les realzan características o nutrientes particulares que el alimento posee de manera natural (Bressani, 1976).

La industria de alimentos se ve forzada día a día a la búsqueda de nuevos productos, que satisfagan la solicitud de un consumidor, cada vez más exigente y más conocedor de las características saludables y preventivas de la salud de los diferentes rubros alimenticios. Así como de un consumidor que quiere productos de rápida cocción o instantáneos, pero que tengan las propiedades funcionales y nutricionales de los productos naturales. Este reto induce a los procesadores de alimentos a un constante ritmo de investigación, en el campo del desarrollo de nuevos productos, que llevarán al mercado novedosos productos (Hernández, 2004).

Es por lo anterior que en nuestra vida actual existen diferentes grupos de alimentos, dentro de los que están: los alimentos dietéticos (bajos en sal, grasas, azúcares), los alimentos enriquecidos o fortificados (alimentos modificados), los alimentos funcionales (proporcionan beneficios adicionales para la salud), los alimentos para una

población en específico (niños, ancianos, personas alérgicas a ciertos componentes, personas con osteoporosis, diabéticos) y los alimentos que dependen de su origen (comida china, japonesa, española y mexicana, entre otras) (Ziegler y Filer, 1997).

### **3. Alimentos Funcionales.**

Los alimentos funcionales se pueden definir como alimentos que contienen uno o más ingredientes, que contribuyen con un beneficio muy positivo para la salud, superior a las funciones normales que proporciona cualquier otro alimento para satisfacer el hambre fisiológica y psicológica y proveer placer al consumirlo (Bender, 1973).

Según la International Food Information Council-IFIC (2006) entre los factores que incrementan el interés por los alimentos funcionales a nivel mundial están: los rápidos avances en ciencia y tecnología, el aumento de los costos de los servicios de atención médica, los cambios en las leyes de alimentos que afectan las etiquetas con la información nutricional acerca de los productos, una población cada vez más cerca a la vejez y el crecido interés en lograr un bienestar saludable a través de la dieta.

La International Food Information Council-IFIC (2006) indica que el interés del consumidor por la relación entre la dieta y la salud ha aumentado la demanda de información acerca de los alimentos funcionales. Éstos son parte importante de un estilo de vida saludable que incluye una dieta equilibrada y actividad física, por lo cual las personas deberían esforzarse por consumir una amplia variedad de alimentos funcionales, entre los que destacan las frutas y vegetales, los granos, los alimentos y bebidas mejoradas o fortificadas y los suplementos dietéticos.

Es por lo anterior que las tendencias mundiales de la alimentación en los últimos años, indican un gran interés por parte de los consumidores, hacia ciertos alimentos que

pertenecen a dicho grupo, los cuales no sólo aportan valor nutritivo sino también beneficios a las funciones fisiológicas del organismo humano (Astiasarán y Martínez, 1999). En los últimos años los científicos buscan descubrir atributos funcionales en muchos alimentos, y a su vez desarrollan nuevos productos con componentes beneficiosos para el organismo (Thomson y col, 1999).

#### **4. Alimentos Enriquecidos.**

Los alimentos enriquecidos son aquellos a los que se les ha añadido cantidades específicas de vitaminas y/o minerales, para mejorar el contenido nativo de ciertos alimentos, contribuyendo así al aporte requerido por las recomendaciones nutricionales diarias (Bello, 2005).

Entre los minerales con los que puede ser enriquecido un alimento está el calcio. Éste es uno de los minerales más importantes para el cuerpo humano, siendo un nutriente esencial para la salud ósea. El contenido promedio de dicho mineral en el cuerpo es de 1,2 kg (Nestlé Nutrition, 2001). El noventa y nueve por ciento de todo el calcio en el cuerpo se encuentra en los huesos y dientes. Y el uno por ciento restante está en la sangre (Palacios, 2007).

El calcio es necesario durante todas las etapas de la vida. En la niñez, se requiere calcio para evitar su deficiencia y asegurar buenos hábitos de consumo para el futuro. En la adolescencia, el calcio es clave para el desarrollo del pico de masa ósea, entre otras cosas, una insuficiencia en este pico contribuye al riesgo de osteoporosis en la vida. En la etapa reproductiva, el calcio sigue siendo importante para mantener la masa ósea adquirida y evitar su pérdida. Alrededor de la menopausia, etapa de mayor pérdida de masa ósea, el consumo de calcio es importante para reponer el calcio perdido. Al final, en

la ancianidad, la suplementación con calcio favorece la masa ósea y resulta en una modesta reducción en el riesgo de fracturas (Palacios, 2007).

Este mineral es un nutriente esencial que no puede ser producido por el cuerpo y, por ende, es necesario obtenerlo de los alimentos que se consumen. En una situación ideal, la dieta suple las cantidades adecuadas de calcio para mantener los procesos fisiológicos. Sin embargo, cuando las fuentes dietéticas son insuficientes, el cuerpo extrae del tejido óseo el calcio que necesita para los procesos fisiológicos vitales, ocasionando que se desmineralice progresivamente (Palacios, 2007).

El requerimiento de calcio es afectado por varios factores como edad, sexo, actividad física, etnia, genética y múltiples factores dietéticos (Palacios, 2007). Una ingesta adecuada de calcio es necesaria para el desarrollo del esqueleto durante el crecimiento y para el mantenimiento de los huesos en la edad adulta (Shils, 1999).

Las fuentes dietéticas y la ingestión de calcio se han modificado considerablemente durante la evolución humana. La población mundial consume, en promedio, calcio insuficiente para optimar la densidad ósea (Shils, 1999).

Según Palacios (2007), la ingesta adecuada de calcio puede clasificarse tomando en cuenta las distintas etapas de la vida en un ser humano, como se muestra en la tabla 3.

Para evitar la toxicidad de calcio, es recomendable no tomar más de 2500 mg de calcio diario. Un consumo elevado de calcio puede causar estreñimiento, un alto riesgo a desarrollar piedras de calcio en el riñón, y puede impedir la absorción de hierro y zinc (Palacios, 2007).

**Tabla 3:** Recomendaciones de calcio (mg/d) para Venezuela por grupos de edad.

Recomendación de Calcio	(mg/día)
Lactantes	210
Niños de 6 meses a 1 año	270
Niños de 1 a 4 años	500
Niños 5 a 8 años	800
Adolescentes 9 a 18 años	1300
Adultos 19 a 50 años	1000
Por arriba de los 50 años	1200
Embarazo y lactancia	
- entre 14 y 18 años	1300
- mayor a 19 años	1000

Fuente: Palacios, 2007.

Para Venezuela las recomendaciones de calcio fueron actualizadas en el año 2000, basándose en las recomendaciones dietéticas (DRI) para Estados Unidos de América (EUA), por lo que esto no se fundamentó en estudios realizados en la población venezolana (Palacios, 2007).

Según Palacios (2007) en Venezuela no se tienen datos del consumo de calcio; en un estudio realizado a 625 adolescentes en escuelas de Caracas se encontró que el consumo promedio era de 990 mg/d, sin embargo no se tiene suficiente información del consumo nacional y en otros grupos de edades.

## 5. Pectina

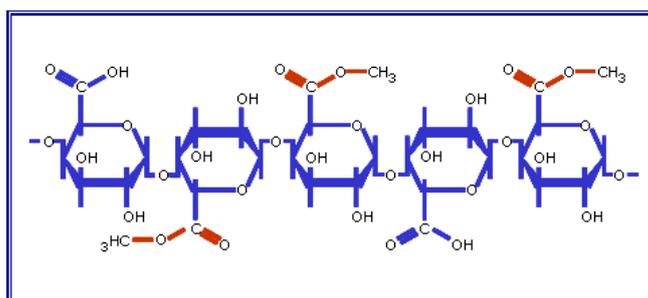
A las láminas desarrolladas se les añadió pectina con la finalidad de probar su efecto especialmente sobre las características físicas de las láminas de mango.

La pectina es un heteropolisacárido estructural cuyo principal constituyente es el ácido  $\alpha$ -D-galacturónico, unido por enlaces axial-axial glicosídicos (1-4) formando cadenas. Este tipo de enlace obliga a las cadenas de pectina a tomar una forma de

espiral en zig-zag con tendencia a enrollarse, y aún más si se ligan moléculas de agua a su estructura (Ryden y Selvendran, 1990; citado por Walter, 1991).

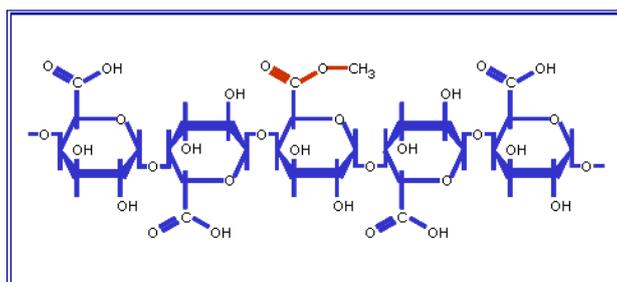
Cada monómero de la cadena posee un grupo carboxilo (-COOH) que puede estar esterificado con metanol originando los grupos éster metílicos. Dichos grupos se presentan en cantidades variables, y dependiendo del grado de metoxilación que presenten estos polímeros, se pueden clasificar a las pectinas como de alto o bajo metoxilo (UNIPECTINE, 1992).

Las pectinas de alto metoxilo (HMP, "High Methoxyl Pectins") (Fig. 2) tienen un grado de esterificación mayor al 50%, y necesitan para formar geles un contenido de sólidos solubles superior al 55% y un pH alrededor de 2,8 a 3,5 (Powell y col, 1982). Cuando la pectina se encuentra en solución acuosa sus grupos carboxilos se disocian parcialmente para formar iones carboxilos cargados negativamente ( $R-COO^-$ ), provocando así la recíproca repulsión entre ellas, y favoreciendo la disociación de las pectinas. La alta proporción de grupos metoxilo trae consigo que la adición de azúcar provoque una acción deshidratante sobre la pectina que al agregar ácido neutraliza la acción de los grupos carboxilos, favoreciendo la unión física de las moléculas y la consecutiva formación del gel al enfriarse el producto (UNIPECTINE, 1992).



**Figura 2.** Pectinas de Alto Metoxilo.

Por otro lado, las pectinas de bajo metoxilo (LMP, “Low Methoxyl Pectins”) (Fig. 3), presentan un grado de esterificación inferior al 50%, favoreciéndose su gelificación con la presencia de iones calcio, formando geles termorreversibles por la interacción con el mismo, en un intervalo de sólidos solubles entre 30 y 80% y pH entre 2,6 y 6,0. El pH y la concentración de sólidos, son factores secundarios que influyen en la velocidad y la temperatura de gelificación y además en la textura final del gel. Estas pectinas tienen la propiedad de formar un tipo de gel cuyo soporte está constituido por una estructura reticular de pectinatos de calcio, aun cuando su contenido de sólidos solubles puede bajar hasta 2%, y el valor de pH acercarse a la neutralidad (UNIPECTINE, 1992).



**Figura 3.** Pectinas de Bajo Metoxilo.

Como ya se indicó, las pectinas en solución forman geles al añadirles azúcares y ácidos, lo que constituye la base de la fabricación de jaleas y mermeladas en la industria de alimentos (Potter y Hotchkiss, 1995).

Según Rauch (1965), algunas frutas no requieren la adición de pectinas para elaborar geles, esto debido al contenido péctico que ellas poseen; sin embargo, en otras frutas la adición es necesaria. También indicó que la consistencia del gel formado dependerá de diversos factores tales como: la cantidad y calidad de la pectina natural contenida, así como la cantidad de sólidos solubles en el producto final.

La pectina existe en las frutas en diversas formas. Cuando la fruta no está madura se encuentra como una molécula muy grande, relativamente insoluble que contiene un

número máximo de grupos metilo. A medida que la fruta madura, ésta protopectina se hace más soluble hasta que finalmente, durante la senescencia, la hidrólisis de la pectina llega a un punto en que la fruta ha perdido consistencia y la pectina tiene poco poder gelante (Desrosier, 1983).

Las pectinas de bajo metoxilo y sus sales (pectinatos) son utilizados en la industria alimentaria para la preparación de pudines de leche, geles de jugos de fruta o mezclas de frutas, geles para rellenos de pastelería, mermeladas para bizcochería y mermeladas con contenido de sólidos inferiores al 55% (UNIPECTINE, 1992).

El empleo de la pectina como gelificante ha sido muy extenso debido a las características de las pectinas de bajo metoxilo, pectatos y ácidos pépticos, para formar geles con calcio o iones equivalentes. Con estas pectinas se forman geles que encuentran interesantes aplicaciones, no sólo en la industria alimentaria, sino también en la farmacéutica y cosmética, para la preparación de pastas y cremas gelificadas, como dispersante y en general para reducir la presencia de azúcar (UNIPECTINE, 1992).

Ahmad y colaboradores (2005), trabajaron con atributos de calidad de barras de frutas elaboradas con lechosa y tomate, incorporándoles hidrocoloides, y obtuvieron que la pectina produjo efectos significativos sobre la textura de la barra de fruta, en condiciones frescas y también influyeron en la textura del producto durante su almacenamiento.

Por su parte, Huang y colaboradores (2005), estudiaron las propiedades físicas, atributos sensoriales y preferencias del consumidor por láminas de pera, e indicaron que la pectina es el ingrediente más importante y significativo en dicho estudio, ya que las mismas afectan las propiedades de textura, reduciendo la blandura y aumentando la aceptación del producto.

## 6. Alimentos Deshidratados

En los últimos años, el secado de frutas como producto a escala comercial ha tenido un gran resurgimiento de interés, especialmente en la producción de láminas flexibles de frutas. Éstas se preparan removiendo la humedad del puré de fruta seleccionado hasta obtener la consistencia deseada, la cual es como un cuero de fruta (Kaya, 2002).

El proceso de deshidratación es una de los métodos más importantes de preservación de alimentos, ya que inactiva enzimas, deteriora microorganismos y reduce la actividad de agua del producto (Kaya, 2002). El secado ocurre por la vaporización del agua atrapada en el alimento, suministrando calor a la materia que se encuentra en base mojada.

Según Kaya (2002), la deshidratación de alimentos es uno de los métodos más viejos de preservación, es una operación compleja que implica calor y transferencia de masas, las cuales causan cambios en la calidad del producto final. Estos cambios pueden ser deseados o indeseados, tales como: la cristalización, los cambios de color y los cambios de textura y olor.

## 7. Láminas Flexibles de Frutas

Las láminas flexibles de frutas, llamadas comúnmente cueritos, es un producto fabricado por deshidratación del puré de frutas maduras, que previamente se ha esparcido en bandejas planas (Raab y Oehler, 1976). Dicho producto, tradicional e histórico, es aceptado en el mundo por todos los grupos de edades, desde jóvenes hasta ancianos (Rao y Roy, 1980a).

Esto quizá debido a que las láminas de frutas son fáciles de comer, estables para almacenar en anaquel y son la golosina ideal para cualquier momento (Raab y Oehler, 1976). Según Huang (2005) este producto tiene muchas menos calorías que otras golosinas.

El proceso de preparación de las láminas flexibles de frutas, se hace a través de los siguientes pasos: selección de la materia prima, lavado de la misma, elaboración del puré de la fruta, adición de los demás ingredientes, por ejemplo: sacarosa, fructosa, pectina, ácido cítrico, entre otros., mezcla de todos los ingredientes, esparcimiento de la formulación en bandejas y el secado en un deshidratador (Rao y Roy, 1980a).

Es bueno saber que existe una gran cantidad de frutas adecuadas para fabricar láminas flexibles: manzanas, duraznos, cambur, bayas, uva, kiwi, lechosa, pera, mango y muchas otras (Raab y Oehler, 1976).

En 1978, Chan y Cavaletto trabajaron con láminas de lechosa evaluando la calidad del producto, variando la temperatura de secado y almacenamiento y el contenido de SO<sub>2</sub>. Acondicionaron la pulpa de la fruta a pH 3,5; agregaron 10% (p/p) de azúcar y bisulfito de sodio en dos cantidades (552 ppm y 1105 ppm), para tener bajo y alto nivel de SO<sub>2</sub>. Luego se esparció la mezcla en bandejas de teflón recubiertas con lecitina, las cuales fueron introducidas en un deshidratador de aire forzado a 74, 84 y 94 °C en los tiempos de 4,5; 3,9 y 3,1 h respectivamente hasta alcanzar una humedad de 12 a 13%.

Los resultados reflejaron que la temperatura de proceso afectó el tiempo de secado; además, las muestras con altos niveles de SO<sub>2</sub> mostraron retardo en el secado, esto debido a la disminución de rigidez estructural de los hidratos de carbono y las paredes celulares. Los investigadores concluyeron que la lámina de lechosa secada a 84 °C por 3,9 h fue la de mejor calidad.

Bolin y colaboradores en 1973 elaboraron láminas de albaricoque deshidratando la pulpa en un secador de doble tambor a 130 °C. El producto desarrollado con un contenido de humedad de 12%, se empacó en forma de tiras y barras (citado por Bains y colaboradores, 1989). Los investigadores concluyeron que el producto tenía muy buen sabor y fue altamente aceptada.

Por su parte, en 1980(a), Rao y colaboradores estudiaron la producción de láminas flexibles de mango, para lo que extendieron el puré de fruta en bandejas de metal, de 1 cm de espesor untadas con glicerina. El puré se deshidrató usando temperaturas entre 50 y 80 °C por 2 a 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, al contrario a la adición de pectina.

También en 1980(b), Rao y colaboradores, estudiaron la deshidratación de la pulpa de mango y el comportamiento de dichas láminas en almacenamiento. Utilizaron pulpa de mango sulfatada (500, 1000, 1500 y 2000 ppm de SO<sub>2</sub>) utilizando las variedades: Baneshan, Bombay Verde y Dashehari cv. Las láminas fueron almacenadas a 20, 30 y 40 °C por 3 meses y observaron que la acidez y los azúcares reductores aumentaron con el incremento de temperatura de almacenamiento, los carotenoides de las láminas de Bombay Verde y Dashehari cv. se mantuvieron, siendo el ácido ascórbico destruido por el calor. Por otro lado, el pardeamiento no enzimático incrementó con la temperatura de almacenamiento y la retención de SO<sub>2</sub> fue mejor en las muestras con menor humedad. Las muestras de Bombay Verde y *Dashehari* cv. mostraron una alta calidad organoléptica.

Los investigadores concluyeron que la humedad ideal de las láminas de mango para lograr estabilidad de almacenaje era de 15% a una humedad relativa (HR) entre 63 y 70%.

En 1981, Lodge elaboró láminas de manzana y kiwi, en proporciones 1:3, añadiendo 15% de azúcar y 500 ppm de SO<sub>2</sub>. Luego la deshidratación se hizo esparciendo la mezcla en bandejas y secándolo en un deshidratador de tipo túnel a 45 °C por 15 h. Al final las revistió con maltodextrina para reducir la higroscopicidad. Según los resultados reportados se obtuvieron láminas de buen color a una humedad entre 12 y 15%.

Collins y Washam-Hutsell (1987) elaboraron láminas flexibles con batata cocida. Los investigadores utilizaron el puré de batata cocida mezclado con almidón dextrinizado, el cual secaron en un deshidratador de aire forzado a 55 °C, luego fue empacado en forma de rollo en papel encerado. Se analizó el pH, Aw, color; además del análisis sensorial y microbiológico por 60 días, dando como resultado que el tiempo de almacenamiento y las propiedades de la batata afectan el color y pH de las láminas.

Jayaraman (1989, citado por Simate y col, 2006) trabajó con pulpas de frutas tropicales; al puré de fruta le añadió azúcar y pectina, luego lo colocó a deshidratar en la estufa en tres fases: inicialmente a 80 °C por 1 hora, luego a 70 °C por 2 a 3 horas y por último a 65 °C durante 5 a 6 horas. Con dicho procesamiento logró un gel de textura suave, de buen color y muy buena calidad.

Che Man y colaboradores en 1995, elaboraron láminas flexibles de Durian (*Durio zibethinus* Murr), la cual es una fruta estacional tropical crece en algunas partes del sureste de Asia. Los investigadores emplearon tres formulaciones: la primera con 7% de sacarosa, 10% de agua y 200 ppm de ácido ascórbico; la segunda igual a la fórmula 1 más 10% de maltodextrina, 2% de aceite de palma hidrogenado y 0,1% de lecitina de soya y la tercera: igual a la fórmula 2 más 100 ppm de yema de huevo. Se

homogeneizaron los ingredientes y se secaron en un deshidratador a 47 °C por 8 h. Se evaluaron de forma fisicoquímica, microbiológica, sensorial, en un estudio de estabilidad por 12 semanas. Los resultados revelaron que las tres formulaciones fueron aceptables en todos los atributos estudiados, indicando preferencia hacia la formulación 3 la cual obtuvo la mayor aceptabilidad.

En ese mismo año (1995) Che Man y Taufik estudiaron la estabilidad de láminas de jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). Dicho producto fue elaborado escaldando el puré de la fruta durante 3 min. a 85 °C, o sumergiéndolo en 0,1% de metabisulfito de sodio por 30 min. Luego se le agregó 10% de azúcar, 500 ppm de SO<sub>2</sub> como metabisulfito de sodio y 200 ppm de ácido ascórbico. La mezcla fue agitada continuamente en un baño de agua a 45 °C, luego fue esparcida en bandejas y secada. Se le realizó análisis físico-químico, microbiológico y sensorial, estudiándose su estabilidad durante 2 meses de almacenamiento y se repitieron los análisis. Los resultados indicaron que el color se afectó y la textura cambió desfavorablemente. Sin embargo, la actividad de agua permaneció igual, el conteo de hongos fue bajo, además de disminuir con el almacenamiento. Por su lado, la evaluación sensorial indicó que las láminas fueron aceptables.

En 1997, Che Man y colaboradores trabajaron con láminas de Durian (*Durio zibethinus* Murr) evaluando el efecto de diferentes temperaturas y tiempos de secado en un secador de gabinete por secado con aire caliente y por secado al horno. Para ello se preparó la mezcla con la pulpa de la fruta, más 10% de jarabe de glucosa; 5% de azúcar; 2,67% de aceite hidrogenado (HPO) y 0,45% de lecitina de soya (SL). Los resultados de los análisis sensoriales arrojaron que la lámina más aceptada fue la secada en horno a 50 °C por 12,6 h o en gabinete a 52,5 °C por 10 h. Los panelistas mostraron preferencia por las láminas deshidratadas a bajas temperaturas por largo tiempo. No obstante al disminuir la actividad de agua y el contenido de humedad, también disminuyó su contenido de

vitamina C y se produjo oscurecimiento lo que afectó el color, así como se incrementó la dureza.

Vijayanand y colaboradores (2000) estudiaron dos procesos de deshidratación con barras de guayaba y mango: proceso de secado tradicional y un nuevo proceso. Las barras de guayaba preparadas con el nuevo proceso se compararon con las barras de mango preparadas con el proceso tradicional, en el cual se agregó azúcar de caña en proporción 1:2 y 1:4 al puré de mango maduro, extendiendo el puré sobre recipientes de bambú y secándolos bajo el sol, con dicho método el puré es agregado capa por capa a medida que se secan las láminas.

Para la elaboración de la barras de mango, el puré fue ajustado a 25 °Brix con sacarosa, le fue añadido metabisulfito de potasio equivalente a 1000 mg SO<sub>2</sub>/Kg de puré; luego dicha mezcla fue extendida sobre bandejas de metal previamente untadas con glicerol y sometidas a deshidratación a 50 °C hasta una humedad final de 14 a 15%.

Por su parte, al puré de guayaba le fueron añadidas enzimas pectolíticas para una concentración de 0,5 mL/Kg de puré, e incubadas a 40 °C por 2 h., luego fue prensado para obtener jugo de guayaba; a éste se le agregaron maltodextrina, sacarosa, almidón soluble, harina de trigo y pectina. La mezcla la cual presentaba 25 °Brix fue deshidratada hasta una humedad entre 14 y 15% en un secador de aire caliente y se empacaron en dos tipos de empaques flexibles: polipropileno biaxialmente orientado (BOPP) y laminado de poliéster-polietileno (PP).

Los investigadores encontraron que las barras de guayaba elaboradas con el nuevo proceso mostraban mejor textura, cualidades sensoriales y estabilidad de almacenaje que las barras de mango elaboradas con el proceso tradicional. Sin embargo, las barras de guayaba eran comparables con las barras de mango en cuanto a sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales. Ambos tipos de barras empacadas en bolsas de BOPP o PP presentaban propiedades sensoriales aceptables tales como: color, textura,

sabor y calidad global, luego de 90 días a 27 °C y 65% de HR, y 30 días en condiciones aceleradas de 38 °C y 92% de HR.

En otra investigación, Shandu y colaboradores (2001) evaluaron dos tipos de cultivos de guayaba (Allahabad Safeda y Banarsi Surkha), los cuales fueron utilizados para estandarizar un método de obtención de pulpa de guayaba, y producción de láminas de guayaba, además de estudiar el comportamiento de las mismas en almacenamiento. Las condiciones fueron normalizadas para la preparación de las láminas a partir de la pulpa agregando azúcar, luego fueron deshidratadas en un secador de gabinete a  $50 \pm 5$  °C durante 4 horas hasta un contenido de humedad de 29,3%. Las láminas fueron envueltas en papel con mantequilla y guardadas en bolsas de polietileno. Los investigadores encontraron que las láminas de guayaba eran aceptables luego de un máximo de 3 meses de almacenamiento en condiciones ambientales.

Kaya y colaboradores (2002), evaluaron con la elaboración de láminas de uvas utilizando los métodos de secado al sol y aire caliente. Los resultados revelaron que el tiempo de secado, el grosor de la muestra y la temperatura del aire tienen influencia en el contenido de humedad de las láminas durante el secado. Los investigadores concluyeron que dependiendo de la muestra a utilizar y la temperatura del aire de secado, se necesitará más o menos tiempo para llegar a un contenido de humedad aceptable comercialmente para láminas de uvas, lo cual podría estar entre los 50 y 140 minutos.

Para ese mismo año (2002) Kaya y colaboradores evaluaron los cambios de color durante el concentrado y elaboración de láminas elaboradas a partir de jugo de uva, utilizando un secador de aire caliente. Los resultados reflejaron que los pigmentos de la fruta durante el secado, sufren cambios a medida que se incrementa la temperatura, volviendo inaceptable el producto final.

Ekanayake y colaboradores (2002) trabajó con tres variedades de cambur: Embul; Seeni y Anamalu. El investigador realizó mezclas con 0,75% de ácido cítrico y endulzó

con 10; 15 y 20 % de sacarosa; luego calentó las mezclas por 3 minutos a 75 °C para inactivar las enzimas. Luego agregó glicerina, esparció las mezclas en bandejas y la secó al Sol por 24 a 48 h, hasta que ambos lados de las láminas dejaban de estar pegajosos. Encontró que las mezclas con 15% de azúcar presentaban mejor calidad que las otras. Además concluyó que las láminas flexibles de la variedad Anamalu presentaban mejor aceptabilidad que las otras dos variedades.

En ese mismo año (2002) Babalola y colaboradores experimentaron con dos frutas: guayaba (*Psidium guajava*) y pawpaw (*Carica papaya*); para la elaboración de láminas flexibles de ambas frutas. Se realizaron las mezclas individualmente con 20% de azúcar; 0,2% de ácido cítrico; 0,1% de benzoato de sodio y la pulpa. Luego de calentar las mezclas, enfriarlas y esparcirlas en bandejas, fueron deshidratadas en gabinetes a 60 °C por 8 h y almacenadas por dos meses a  $8 \pm 1$  °C. Los resultados arrojaron que las láminas flexibles de guayaba fueron significativamente mejores que las láminas de pawpaw en cuanto a aroma, sabor, dureza, masticabilidad, color y aceptabilidad en el tiempo cero de almacenamiento. Luego de dos meses de almacenamiento a  $8 \pm 1$  °C, las láminas de guayaba mostraron ser mejores en dureza, masticabilidad y aceptabilidad global; sin embargo en términos de dulzor las láminas de pawpaw resultaron mejores.

Singh y colaboradores (2004) estudiaron el efecto de los sólidos solubles (°Brix), el alginato de sodio y la temperatura de secado, sobre las propiedades sensoriales de láminas de mango. La pulpa de la fruta fue concentrada a 20; 25 y 30 °Brix y deshidratada a 50; 60 y 70 °C con una concentración de alginato de sodio en 0; 0,5 y 1,0 respectivamente. Según los resultados las barras de mango son altamente aceptables y se podrían preparar usando la pulpa acondicionada a 25 °Brix; 0,5% de alginato de sodio y secadas a 60°C.

Huang y Hsieh (2005) trabajaron con jugo concentrado de pera, el cual mezclaron con agua y jarabe de maíz. Luego que se mezcló por un minuto hasta que presentó

consistencia homogénea, se le añadió la pectina y se esparció en bandejas de plástico para proceder a deshidratación a 70 °C por 8 h. Los investigadores encontraron que el ingrediente más importante fue la pectina, ya que ésta afectó las propiedades de textura, encontraron que su adición fue beneficiosa tanto para la textura, como para la palatabilidad del producto.

Por otro lado, también en 2005, Henriette y colaboradores reportaron que el tiempo de secado afecta las propiedades físicas y químicas de las láminas de mango. Los investigadores concluyeron que la temperatura y la cantidad de pulpa de fruta presentes en el tiempo de secado se comportan de forma inversa, ya que las temperaturas altas y el bajo contenido de pulpa disminuyen el tiempo de secado.

Ahmad y colaboradores en el 2005, prepararon láminas de lechosa y pulpa de tomate y estudiaron su estabilidad durante el almacenamiento. Para su elaboración acondicionaron las pulpas a 68 °Brix, agregaron ácido cítrico e incorporaron hidrocoloides tales como pectina, almidón y etil celulosa en distintas concentraciones. Luego éstas fueron secadas a 60°C en gabinetes de aire caliente. Las láminas fueron cortadas en trozos, empacadas en bolsas de material LDPE y almacenadas a temperatura ambiente durante 4 meses. Según sus resultados el contenido de humedad disminuyó como resultado del aumento de temperatura por la llegada de la época de verano, lo cual llevó a un aumento de los demás componentes de las láminas debido a que se concentraron al disminuir la humedad de las láminas. En consecuencia aumentaron los sólidos solubles y la acidez con la consecuente disminución del pH. Las láminas no presentaron oscurecimiento durante el tiempo en almacenamiento, y las que poseían etil celulosa mantuvieron el color ya que éste brinda un efecto protector, y al contrario hubo pérdida de color en las otras muestras. La mezcla de hidrocoloides mejoró la textura después del período de almacenamiento.

Para el año 2007, Sandhu y colaboradores estudiaron los factores que influyen en la calidad y vida útil de las láminas de lechosa (*Carica papaya*). Previo a la elaboración de las láminas se sumergió la pulpa madura de lechosa (de color verde) en 250 y 500 ppm de ethephon por 5 minutos, y luego se almacenó a  $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$  por 4 días. Después la pulpa fue pasteurizada y mezclada con azúcar desde 15 a 20%, 15% de glucosa líquida y 0,4 a 0,7% de ácido cítrico. Posteriormente la mezcla se esparció en bandejas de 4 a 5 mm y se deshidrató desde 60 a  $90^{\circ}\text{C}$  en un secador de gabinete. Los resultados indicaron que la lámina más aceptada sensorialmente fue la mezcla de 15% de azúcar y 0,5% de ácido cítrico, secada a  $70^{\circ}\text{C}$  por 4,5 h. En el primer mes de almacenamiento las láminas fueron muy aceptables, no obstante al tercer mes esta disminuyó, siendo ligeramente aceptadas. El contenido de humedad, ácido ascórbico, acidez titulable azúcares totales y  $a_w$  disminuyeron, mientras que se incrementaron los azúcares reductores y aumentó el pardeamiento no enzimático.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 MATERIALES

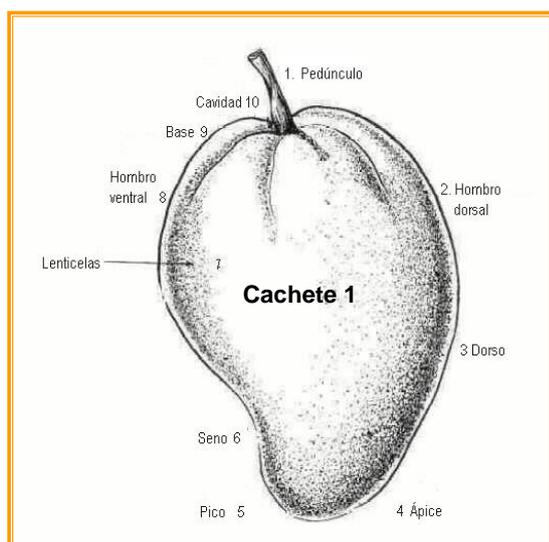
Para la elaboración de las láminas flexibles de mango (*Mangifera indica* L.) enriquecidas con calcio se utilizó pulpa de mango variedad Bocado, previamente acondicionada a 20 y 30 °Brix, con pH entre 3,0 y 3,5, pectina añadida de 0; 0,75 y 1,50%.

Para acondicionar la pulpa se utilizó 50% sacarosa y 50% fructosa (para las láminas con contenido inicial de 30 °Brix), ácido cítrico, pectina de alto metoxilo, y lactato de calcio

### 5.2 MÉTODOS

#### 5.2.1 Caracterización de la materia prima (mango 'Bocado').

A los mangos se les determinó el peso promedio (n = 100), las dimensiones promedio en cuanto a largo, ancho y grosor (n = 10) como se muestra en la figura 4, y las proporciones de piel (pericarpio), pulpa (mesocarpio) y semilla (endocarpio) con la ayuda de un vernier.



**Figura 4.** Partes del mango (largo, ancho y grosor)

**Largo:** medido desde el hombro al ápice.

**Ancho:** medido desde la parte ventral a la parte dorsal.

**Grosor:** medido de cachete a cachete.

### 5.2.2 Obtención de la pulpa de mango.

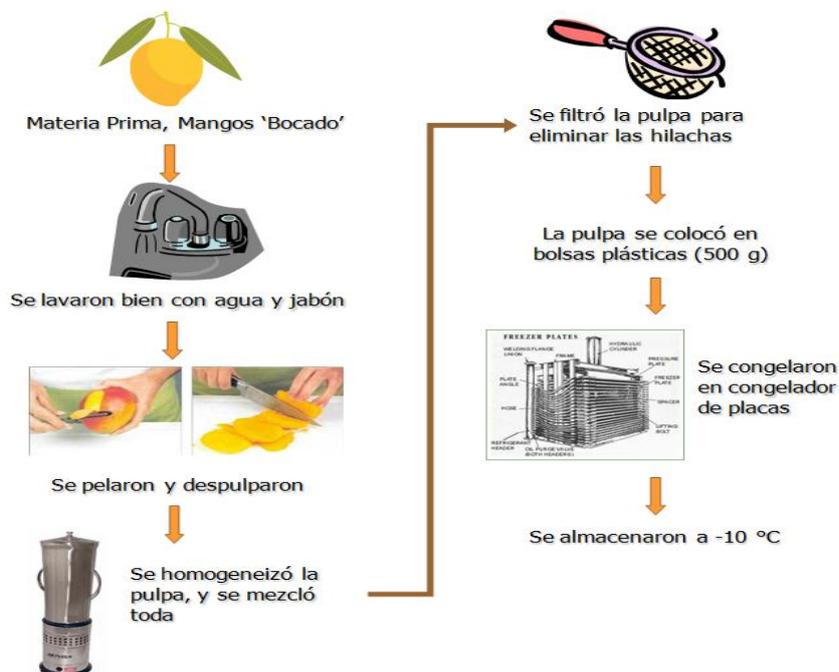
Para elaborar la pulpa de mango se lavaron bien los mangos (Fig. 5) con agua y jabón, se separó la piel con la ayuda de un cuchillo, luego se separó la pulpa de la semilla. La semilla y la piel se desecharon y la pulpa se homogeneizó y luego se mezcló toda la pulpa homogeneizada. La pulpa se colocó en bolsas plásticas, se congeló en un congelador de placa, y se almacenó a -10 °C. Todo este proceso se puede apreciar en la figura 7.



**Figura 5.** 60 kilos de mango 'Bocado' para procesar.



**Figura 6.** 10 mangos escogidos al azar para obtener proporciones piel, pulpa y semilla.



**Figura 7.** Proceso de obtención de la pulpa.

### 5.2.3 Caracterización de la pulpa de mango.

A la pulpa de mango se le realizó por triplicado los siguientes análisis:

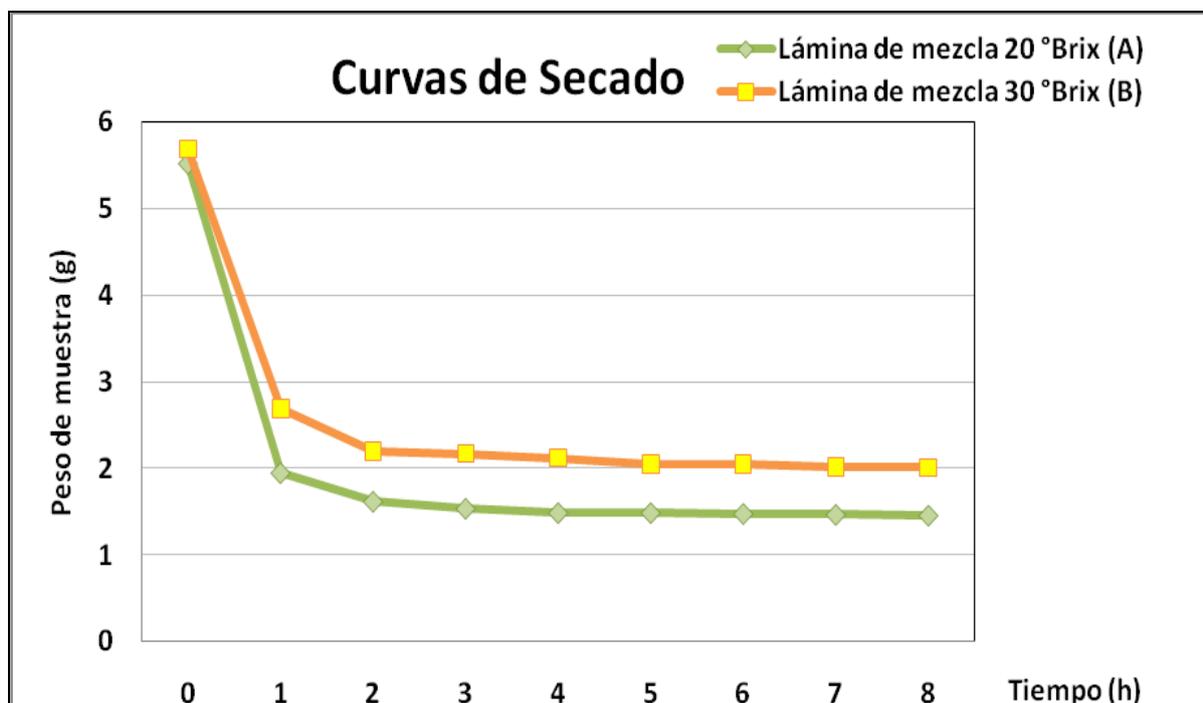
- **pH:** se realizó mediante un potenciómetro digital Modelo Hannus calibrado con las soluciones buffer 4,0 y 7,0 según el método 945.27, AOAC (1990).
- **Acidez total titulable:** se determinó por titulación hasta pH 8,1 por el método 942.15, AOAC (1990). Los resultados se expresaron como gramos de ácido cítrico por cada 100 g de muestra.
- **Humedad:** se realizó mediante el método 920.151, AOAC (1990).
- **Sólidos solubles:** se determinó mediante un refractómetro de Bausch and Lomb, (modelo 33.46.10, Lorton, Virginia). Para reportar los resultados como °Brix a 20°C.
- **Cenizas:** se determinó mediante el método 940.26, AOAC (1990).
- **Pectina:** se siguió el método de Mc Cready y Mc Comb 1972.
- **Color:** Se realizó por medio del sistema Hunter de 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  $b^*$ , utilizándose un iluminante D65 y un observador 10°.

### 5.2.4 Curva de Secado.

Como paso previo en el desarrollo de las láminas flexibles de mango fue necesario establecer el tiempo de secado a fin de alcanzar la humedad requerida en el producto. Como se indicó anteriormente, la pulpa fue acondicionada a dos concentraciones de sólidos solubles: la mezcla A.0 de 20 °Brix y la mezcla B.0 acondicionada a 30 °Brix con una mezcla de partes iguales de fructosa y sacarosa. Cabe destacar que a la mezcla A.0

fue preciso añadirle agua en lugar de azúcar, ya que la pulpa contenía 20,67 °Brix en su estado natural y se deseaba que tuviese 20 °Brix.

Se pesaron aproximadamente 5 g de cada formulación en cápsulas de aluminio a peso constante y previamente taradas, se colocaron en el deshidratador a 60 °C (temperatura usada para deshidratar las láminas). Cada hora se retiraron 3 cápsulas y se pesaron (se iban descartando) con la finalidad de registrar la pérdida de agua durante el proceso de deshidratación para el producto, ya que esta característica es fundamental en las láminas de frutas. Se deseaba que las láminas de mango 'Bocado' tuviesen entre 10 – 15% de humedad.



**Figura 8.** Curvas de secado para láminas de mango provenientes de dos mezclas: 20 (A) y 30 °Brix (B).

En la figura 8 se presentan las curvas de secado de las mezcla A y B, pudiéndose apreciar que las curvas presentan una tendencia exponencial típica de una curva de secado, en donde la mezcla de 20 °Brix perdió más agua en menos tiempo que la mezcla acondicionada a 30 °Brix. Lo anterior ocurrió quizá debido a que en la mezcla B contiene más azúcar, la atracción del agua por los grupos hidroxilo del azúcar, mantiene

interacciones con el agua, impidiendo que salga fácilmente de la pulpa y quedando además parte de ella retenida en la pulpa.

Stier (1996, citado por Merino 2002) indicó que un mayor contenido de sólidos solubles aumenta la retención de agua en el alimento. Álvarez (2009) encontró el mismo resultado: al aumentar la concentración de azúcares en la mezcla, se incrementó el tiempo de secado del producto final.

Por otro lado, destaca el hecho de que la mezcla B necesitó de 5 horas para alcanzar el equilibrio y mantener su peso constante, mientras que la mezcla A lo alcanzó en 3 horas.

### **5.2.5 Pruebas para determinar la formulación base para la elaboración de las láminas flexibles de mango.**

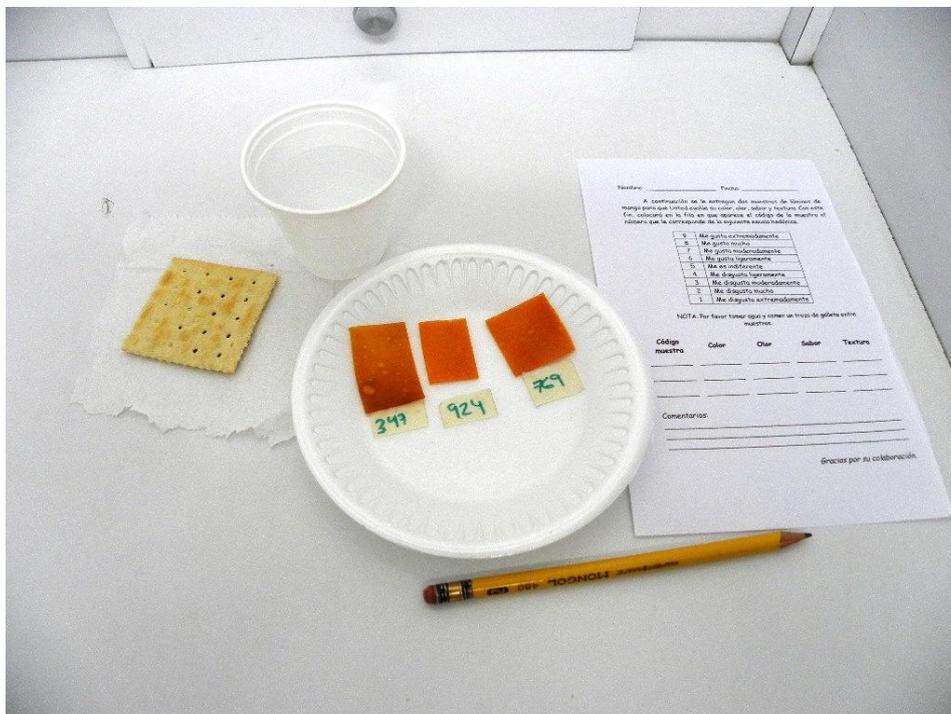
Luego de caracterizar la pulpa de mango, se procedió a realizar las primeras pruebas para determinar que formulación base se utilizaría en la elaboración del producto, seleccionando el tipo de azúcar que se utilizaría para llevar el contenido de sólidos solubles a 30 °Brix. Primero se elaboró, una lámina flexible a partir de pulpa de mango acondicionada a 30 °Brix con jarabe de glucosa, como el resultado no fue el esperado se realizaron 6 nuevas láminas de mango pero esta vez se sustituyó del jarabe de glucosa total: 5; 10; 15; 20; 30 y 40 % por fructosa. Las formulaciones obtenidas se descartaron por no obtener láminas de buena aceptación debido a su textura.

Debido a lo anterior se probaron nuevas mezclas de azúcares tal como se indica en la tabla 4 y los resultados se evaluaron sensorialmente (Fig. 9 y 10) utilizando una escala hedónica de nueve puntos evaluando: color, olor, sabor y dureza con un panel no entrenado de 30 personas.

**Tabla 4:** Proporciones de azúcares en las mezclas para la elaboración de láminas de mango.

Azúcares Mezcla	Jarabe de Glucosa (%)	Sacarosa (%)	Fructosa (%)
1	100	0	0
2	0	100	0
3	0	0	100
4	50	25	25
5	25	50	25
6	25	25	50
7	0	50	50

A los resultados arrojados por la evaluación sensorial de las siete formulaciones se les realizó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, con un nivel de significancia del 5%, obteniendo que la mejor mezcla para realizar las láminas flexibles de mango era la mezcla 7, la cual consistió en 50% fructosa y 50% sacarosa como endulzante.



**Figura 9.** Evaluación sensorial panel semientrenado.

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

A continuación se le entregan dos muestras de láminas de mango para que Usted evalúe su color, olor, sabor y textura. Con este fin, colocará en la fila en que aparece el código de la muestra el número que le corresponde de la siguiente escala hedónica.

- 9 Me gusta extremadamente
- 8 Me gusta mucho
- 7 Me gusta moderadamente
- 6 Me gusta ligeramente
- 5 Me es indiferente
- 4 Me disgusta ligeramente
- 3 Me disgusta moderadamente
- 2 Me disgusta mucho
- 1 Me disgusta extremadamente

NOTA: Por favor tomar agua y comer un trozo de galleta entre muestras.

Código muestra	Color	Olor	Sabor	Dureza
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

Comentarios:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

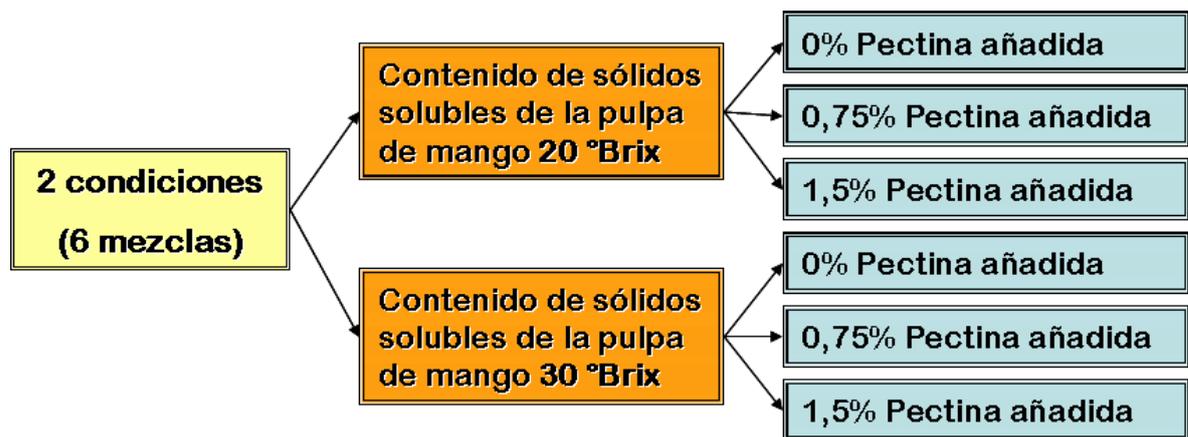
*Gracias por su colaboración.*

Figura 10. Planilla empleada para evaluar sensorialmente las láminas iniciales en consumidores.

### 5.2.6 Elaboración de las láminas flexibles de mango enriquecidas con calcio.

Luego de obtener la mezcla adecuada, se procedió a elaborar las láminas flexibles de mango enriquecidas con calcio. Para esto se probaron dos condiciones diferentes (Fig.11) de contenido inicial de sólidos solubles (20 y 30 °Brix) y contenido de pectina añadida (0; 0,75 y 1,5 %).

En la tabla 5 se pueden apreciar los ingredientes y la proporción de cada uno para cada formulación (6 formulaciones).



**Figura 11.** Mezclas de las láminas flexibles de mango enriquecidas con calcio provenientes de las dos condiciones establecidas.

**Tabla 5:** Proporciones de los ingredientes de las mezclas utilizadas para la elaboración de láminas flexibles de mango enriquecidas con calcio.

Formulación	Ingrediente	Proporción (%)
<b>1</b> <b>(30 °Brix)</b>	Pulpa	84,43
	Sacarosa	5,97
	Fructosa	5,97
	Ácido cítrico	3,29
	Pectina	0,00
	Lactato de Calcio	0,33
<b>2</b> <b>(30 °Brix)</b>	Pulpa	83,80
	Sacarosa	5,93
	Fructosa	5,93
	Ácido cítrico	3,27
	Pectina	0,75
	Lactato de Calcio	0,33
<b>3</b> <b>(30 °Brix)</b>	Pulpa	83,18
	Sacarosa	5,89
	Fructosa	5,89
	Ácido cítrico	3,24
	Pectina	1,50
	Lactato de Calcio	0,32
<b>4</b> <b>(20 °Brix)</b>	Pulpa	95,89
	Sacarosa	0,00
	Fructosa	0,00
	Ácido cítrico	3,74
	Pectina	0,00
	Lactato de Calcio	0,37
<b>5</b> <b>(20 °Brix)</b>	Pulpa	95,23
	Sacarosa	0,00
	Fructosa	0,00
	Ácido cítrico	3,71
	Pectina	0,72
	Lactato de Calcio	0,37
<b>6</b> <b>(20 °Brix)</b>	Pulpa	94,47
	Sacarosa	0,00
	Fructosa	0,00
	Ácido cítrico	3,68
	Pectina	1,50
	Lactato de Calcio	0,37



**Se  
Homogeneizó**



**Figura 12.** Secuencia de la elaboración de las láminas.

Como paso previo a la elaboración de las láminas, la pulpa de mango fue acondicionada a pH entre 3,0 y 3,5 con ácido cítrico y luego fue ajustado el contenido de sólidos solubles hasta 20 (sin azúcar añadida) adicionando agua, y 30 °Brix utilizando sacarosa y fructosa comercial (marca Now Bloomingdale, USA.); se les adicionó pectina (0; 0,75 y 1,5%) y por último se mezcló con 456 mg de calcio (1,47 g de lactato de calcio), 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).

Después de acondicionada la pulpa (Fig.12), la mezcla se extendió uniformemente sobre una bandeja antiadherente y se colocó en un deshidratador a 60 °C durante 5 h para 30 °Brix y 3 h para 20 °Brix en función de pruebas previas de secado (Fig.8). Luego de obtenidas las láminas éstas fueron envueltas en papel celofán transparente para estudiar su estabilidad en el tiempo.

En la figura 13 se puede apreciar el esquema tecnológico del producto elaborado.

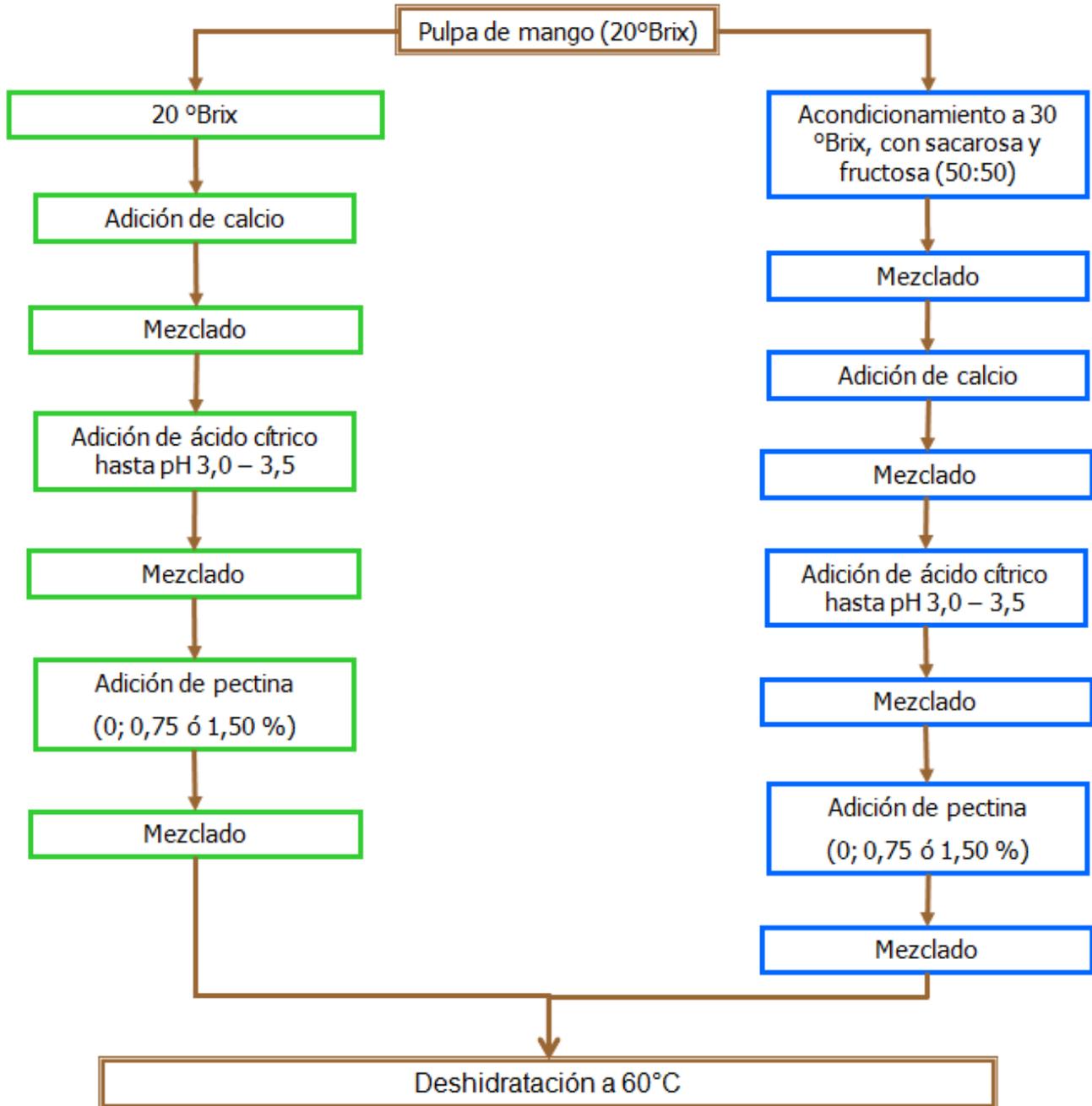


Figura 13. Esquema tecnológico para la elaboración de láminas flexibles de mango enriquecidas con calcio.

## 5.2.7 Análisis realizados a las láminas flexibles de mango

**5.2.7.1.- Humedad:** Se realizó empleando el método 920.151 de la AOAC (1990).

**5.2.7.2.- Sólidos solubles (°Brix):** Se determinó mediante el empleo de un refractómetro de Bausch & Lomb. (Modelo 33.46.10, Lorton, Virginia), y se reportaron los resultados como °Brix a 20 °C.

**5.2.7.3.- pH o acidez iónica:** se realizó mediante un potenciómetro digital Modelo Hannus calibrado con las soluciones buffer 4,0 y 7,0 según el método 945.27, AOAC (1990).

**5.2.7.4.- Actividad de agua ( $a_w$ ):** se realizó mediante el empleo del equipo psicrométrico Aqualab Cx-2 (Decagon Devices, Pullman, USA).

**5.2.7.5.- Acidez total titulable:** se determinó por titulación hasta pH 8,1 por el método 942.15 de la AOAC (1990). Los resultados se expresaron como gramos de ácido cítrico por cada 100 g de muestra.

**5.2.7.6.- Azúcares reductores y no reductores:** se determinaron mediante el método 925.35, de la AOAC (1990).

**5.2.7.7.- Cenizas:** se siguió el método 940.26 de la AOAC (1990).

**5.2.7.8.- Pectina:** se siguió el método de Mc Cready y Mc Comb (1972).

**5.2.7.9.- Contenido de calcio:** se determinó mediante el método permanganométrico, valorando con permanganato de potasio ( $K_2MnO_4$ ) el ácido oxálico liberado del oxalato de calcio ( $CaC_2O_4$ ), al hacer reaccionar esta especie con ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ).

**5.2.7.10.- Color:** se determinó por medio del sistema Hunter Color en un fotocolorímetro marca MacBeth Color-eye 2245 (New York, USA), por el método triestímulo ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ), calibrado con un prisma blanco ( $L^* = 94,61$ ;  $a^* = -1,17$  y  $b^* = 2,17$ ). Los

parámetros medidos fueron  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , utilizando un iluminante D65 y un observador de  $10^\circ$ .

**5.2.7.11.- Dureza:** se midió la fuerza de corte con un texturómetro modelo TA.XT2i marca Stable Micro Systems, Haslemere, Surrey, UK. A través de la medición de fuerza de corte, utilizando el accesorio con aspecto de cuña (Blade set) para atravesarlo.

#### **5.2.7.12.- Pruebas microbiológicas**

Las láminas se cortaron en pequeños trozos, se mezclaron 10 g en 90 mL de agua peptonada y se realizaron las diluciones para los siguientes recuentos microbiológicos:

- **Recuento de aerobios mesófilos:** se determinó utilizando placas 3M Petrifilm para recuentos de aerobios. Se realizaron diluciones seriadas hasta  $10^{-4}$  y se sembraron en las placas por el método de superficie. Se incubaron entre 24 y 48 horas a  $35 \pm 2$  °C. según la norma COVENIN N° 902-78 (1978).
- **Recuento de mohos y levaduras:** se determinó utilizando placas 3M Petrifilm para recuento de mohos y levaduras. Se realizaron diluciones seriadas hasta  $10^{-3}$  y se sembraron en las placas, utilizándose el método de siembra por superficie. Se incubaron por 3 a 5 días entre 25 y 30 °C, según la norma COVENIN N° 1337-90 (1990).

## 5.2.8 Pruebas de estabilidad de las láminas almacenadas durante 4 semanas.

A las láminas se les hicieron las siguientes determinaciones en 0; 1 y 4 semanas de almacenamiento.

**5.2.8.1.- Humedad:** se hizo igual que en 5.2.7.1.

**5.2.8.2.- Sólidos solubles (°Brix):** se determinó igual que en 5.2.7.2.

**5.2.8.3.- pH o acidez iónica:** se realizó igual que en 5.2.7.3.

**5.2.8.4.- Acidez total titulable:** se determinó igual que en 5.2.7.5.

**5.2.8.5.- Color:** se determinó igual que en 5.2.7.10.

**5.2.8.6.- Dureza:** se determinó igual que en 5.2.7.11.

**5.2.8.7.- Pruebas microbiológicas:** se hizo el recuento de aerobios mesófilos y de mohos y levaduras como en 5.2.7.12.

**5.2.8.8.- Evaluación sensorial:** se determinó a través de una escala hedónica de nueve puntos, a un total de 30 panelistas.

## 5.2.9 Evaluación sensorial

Las formulaciones estudiadas se evaluaron sensorialmente a través de los atributos de color, sabor, aroma y dureza mediante el uso de una escala hedónica de nueve puntos (Fig. 14). Con este fin se cortaron las láminas en trozos de  $2\text{cm}^2$ , se colocaron en platos plásticos y se codificaron con tres (3) dígitos seleccionados al azar (Fig. 9). Se evaluaron 30 panelistas en total cada vez que se realizó este análisis, cada panelista evaluó sólo tres láminas por vez. A los panelistas se les colocó agua mineral y galleta de soda para la prueba.

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

A continuación se le entregan dos muestras de láminas de mango para que Usted evalúe su color, olor, sabor y textura. Con este fin, colocará en la fila en que aparece el código de la muestra el número que le corresponde de la siguiente escala hedónica.

9 Me gusta extremadamente  
 8 Me gusta mucho  
 7 Me gusta moderadamente  
 6 Me gusta ligeramente  
 5 Me es indiferente  
 4 Me disgusta ligeramente  
 3 Me disgusta moderadamente  
 2 Me disgusta mucho  
 1 Me disgusta extremadamente

NOTA: Por favor tomar agua y comer un trozo de galleta entre muestras.

Código muestra	Color	Olor	Sabor	Dureza
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

Comentarios:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

*Gracias por su colaboración.*

**Figura 14.** Planilla empleada para evaluar sensorialmente las láminas de mango enriquecidas con calcio por consumidores semientrenados.

### 5.2.10 Análisis estadísticos de los resultados

Los resultados obtenidos de los análisis realizados a las 6 formulaciones fueron procesados utilizando el programa Statiscial Graphics System Educational (Statistic) versión 5.5 para determinar diferencias significativas, escogiendo un análisis de varianza ANOVA de una vía, con un nivel de significancia del 5%. A los resultados que presentaron diferencias significativas entre sí se les aplicó una prueba a posteriori LSD.

### 5.2.11 Evaluación sensorial por consumidores.

Para la evaluación sensorial por consumidores, se seleccionaron las formulaciones 1 (30°Brix iniciales - 0% pectina añadida) y 2 (30°Brix iniciales – 0,75% de pectina añadida) luego de realizar el estadístico correspondiente con los resultados de la evaluación

sensorial antes indicada. Posteriormente, las formulaciones seleccionadas fueron evaluadas sensorialmente por panelistas no entrenados (N = 80) para estimar la aceptación del producto final mediante el uso de una escala hedónica de tres puntos (Fig.15). Con este fin se cortaron las láminas en trozos de 2cm<sup>2</sup>, y se colocaron en platos plásticos, codificadas con tres (3) dígitos seleccionados al azar.

A los consumidores se les pidió contestar en la planilla si comprarían el producto y cuánto pagarían por una lámina del tamaño de un chocolate envuelta en un papel transparente.

<p><b>Fecha:</b> _____</p> <p><b>Ocupación:</b> _____ <b>Sexo:</b> M ____ F ____</p> <p><b>Rango de Edad:</b> Menos de 20 ____</p> <p>Entre 20 y 35 ____</p> <p>Entre 36 y 60 ____</p> <p>Más de 60 ____</p> <p><b>INSTRUCCIONES:</b></p> <p>A continuación se le presenta para degustar unas láminas flexibles a base de pulpa de mango, enriquecidas con calcio. Por favor, marque con una <b>X</b> su opinión respecto al producto:</p> <p>1.- Me gusta: _____</p> <p>2.- Me es indiferente: _____</p> <p>3.- Me disgusta: _____</p> <p>Por favor indique:</p> <p>▪ <b>¿Compraría el producto?</b> _____</p> <p>-Si su respuesta es <b>positiva</b>, ¿cuánto pagaría por una lámina del tamaño de un chocolate de 30g , envuelta en papel transparente? _____</p> <p>▪ <b>Comentarios:</b> _____</p> <p>Muchas gracias por su colaboración.....</p>
--

**Figura 15.** Planilla utilizada para la evaluación por consumidores de las láminas de mango enriquecidas con calcio.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. Caracterización de la materia prima.

La caracterización del mango variedad Bocado, se realizó con la finalidad de conocer los atributos de la materia prima utilizada para la elaboración de las láminas flexibles de mango.

#### 1.1. Peso promedio, dimensiones y proporción pulpa; concha; semilla.

El peso promedio determinado en el mango de la variedad Bocado fue de  $150,20 \pm 31,58$  (tabla 6), dicho valor es muy aproximado al reportado por Villalonga (1987), y se encuentra entre los valores reportados para esta variedad por otros autores (Carreño y col, 1992; Lewuiz, 1982) como puede observarse en la tabla 7.

Los mangos pueden diferir considerablemente unos de otros en cuanto a tamaño (de 2 a 30 cm de largo), peso (de varios gramos a mas de un kilogramo) y forma (de redondos a ovalado-oblongos) dependiendo de la variedad (Hulme, 1980).

Según Cegarra (1968), Orr y Miller (1955) los mangos se clasifican de acuerdo a su peso en: pequeños (113 a 227g), medianos (228 a 340g), grandes (341 a 454g) y muy grandes (más de 454g). Tomando en cuenta esta clasificación se puede decir que la variedad Bocado son pequeños.

Respecto a las dimensiones del fruto, estas fueron  $7,72 \pm 0,50$  cm de largo;  $6,58 \pm 0,33$  cm de ancho y  $5,74 \pm 0,24$  cm de grosor (tabla 6); tales valores están bastante cercanos a los reportados por Serpa en 1967 (7,83 cm de largo, 6,18 cm de ancho y 5,54 cm de grosor) para mangos de la variedad Bocado.

**Tabla 6:** Peso, dimensiones y proporciones de concha, pulpa y semilla en el fruto de mango.

Parámetro		Valor
Peso del Fruto (g)*		150,20 ± 31,58
Dimensiones (cm.)**	Largo	7,72 ± 0,50
	Ancho	6,58 ± 0,33
	Grosor	5,74 ± 0,24
Proporciones (%)**	Concha	8,85
	Semilla	16,55
	Pulpa	74,60

Valores expresados como media ± desviación estándar.

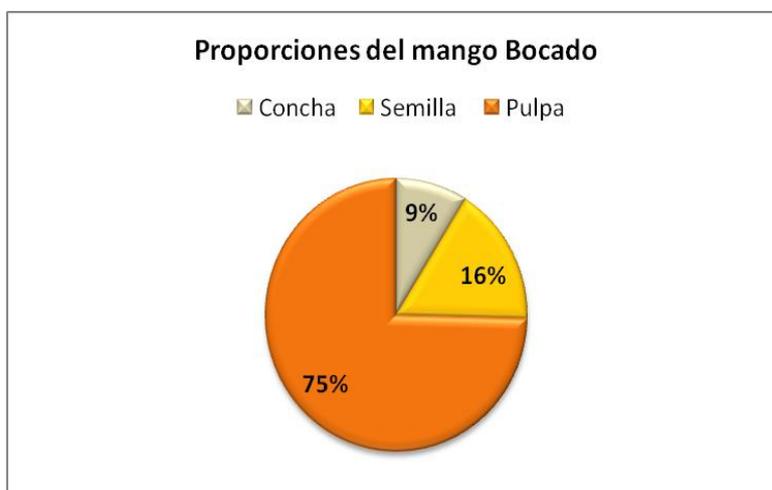
\* Número de réplicas = 100

\*\* Número de réplicas = 10

Por su parte, en cuanto a las proporciones en el fruto (Fig. 16), estas fueron: 74,60; 16,55 y 8,85% para pulpa, semilla y concha, respectivamente (tabla 6).

**Tabla 7:** Peso y proporción de pulpa, semilla y concha del mango variedad Bocado, reportado por diversos autores.

Autor	Peso (g)	% Pulpa	% Concha	% Semilla
Lewuiz, 1982	164,10	63,70	15,30	17,30
Villalonga, 1987	150,30	65,27	17,27	17,48
Carreño y col, 1992	145,44	52,47	20,95	26,58



**Figura 16.** Proporciones para el mango 'Bocado'.

Si se comparan los resultados obtenidos (tabla 6) con los reportados en la literatura se tiene que el porcentaje de pulpa obtenido es bastante mayor a los reportados. Dicha diferencia indica la gran variabilidad que pueden presentar las proporciones del fruto en esta variedad y a la vez sugiere que se dispondrá de casi un 75% del peso total del fruto para ser aprovechado en la elaboración de las láminas.

## 1.2 Características de la pulpa de mango ‘Bocado’ utilizada para la elaboración de las láminas.

En la tabla 8 se pueden observar los resultados de los análisis realizados a la pulpa de mango.

**Tabla 8:** Parámetros físicos y químicos determinados en la pulpa del mango ‘Bocado’.

Parámetro		Valores
Humedad (g/100g)		77,55 ± 0.09
Sólidos solubles (°Brix)		20,67 ± 0,58
Actividad de agua ( $a_w$ )		0,97 ± 0,01
pH		5,15 ± 0.01
Acidez total titulable (g/100g)**		0,20 ± 0.01
Azúcares reductores (g/100g)		5,08 ± 1,20
Azúcares no reductores (g/100g)		15,13 ± 1,06
Cenizas (g/100g)		0,42 ± 0.01
Pectina (g/100g)		0,43 ± 1,02
Color	L*	56,24 ± 0.01
	a*	+27,77 ± 0.01
	b*	+79,47 ± 0.08

Valores expresados como media ± desviación estándar, número de réplicas = 3

\*\*expresada como ácido cítrico.

Según Cegarra (1968), los constituyentes principales de la parte comestible del mango (pulpa) son: agua, carbohidratos, ácidos, proteínas, minerales, pigmentos, taninos y vitaminas.

A la hora de la elaboración y desarrollo de un producto es necesario conocer las características físicas, químicas y microbiológicas de la materia prima de la cual se está

partiendo. Es por ello que se caracterizó la pulpa de mango Bocado como paso previo, antes de comenzar a trabajar.

### **1.2.1 Contenido de humedad, actividad de agua ( $a_w$ ) y sólidos solubles.**

El contenido de humedad obtenido para la pulpa fue de  $77,55 \pm 0,09$ . El agua constituye el componente principal de la mayoría de los productos alimenticios (Ranganna, 1977).

En 1977, Azócar reportó para el mango de la variedad Bocado, un contenido de humedad de 75,48% y en el año 2005, Briceño y colaboradores reportaron 77,91% de humedad en la pulpa que analizaron, estando ambos valores próximos a los encontrados en el presente trabajo.

Para el producto que se desea elaborar se necesita disminuir la humedad hasta un valor entre 10 y 15%, por lo que se deberá evaporar entre un 66 y 71 % de agua contenida en la pulpa, con la consecuente pérdida de peso; con excepción de cuando se aumente los sólidos solubles a 30 °Brix, caso en el que será menor la cantidad de agua a evaporar.

Con respecto a la actividad de agua encontrada en la pulpa ésta fue alta, como era de esperarse y muy cercana a 1 ( $0,97 \pm 0,01$ ).

Debido a que el contenido de sólidos totales es de 22,45%, se tiene que la mayoría de los sólidos en el mango se encuentran como sólidos solubles (20,67 °Brix). Dicho resultado es muy similar a los reportados en la literatura: Azócar (1977) reportó que la pulpa de mango Bocado tenía 20,70 °Brix de sólidos solubles, Tablante en 1980 encontró 21,70 °Brix de sólidos solubles en la pulpa y Briceño y colaboradores (2005) encontraron 21,50 °Brix para la pulpa del mango de esta variedad.

### 1.2.2 pH.

El pH hallado en la pulpa (tabla 8) es muy similar a los valores encontrados en la literatura. Azócar (1977) reportó un pH de 5,20; Carreño y colaboradores reportaron un pH de 4,93 para la pulpa de mango Bocado y García (1990) encontró, también en 'Bocado' un valor de pH de 4,90, que son valores ligeramente inferiores al encontrado en el presente trabajo.

El pH es una medida del grado de intensidad de la acidez iónica. Su determinación y control es de gran importancia, ya que influye en la estabilidad de los alimentos, el control de microorganismos, en el color y en la retención del "flavor" especialmente en productos a base de frutas, tal como en el caso de las láminas de frutas (Calvo, 2009).

### 1.2.3 Acidez total titulable.

En la tabla 8 se puede observar el valor de acidez total titulable encontrado en la pulpa de mango 'Bocado' ( $0,20 \pm 0,01\%$ ), y el cual se encuentra entre los valores reportados en la literatura para esta variedad, ya que Azócar (1977) encontró una acidez de 0,15%, Tablante (1980) reportó una acidez de 0,25%, Lewuiz (1982) obtuvo un valor de 0,21% y García (1990) 0,22%.

En las frutas a medida que avanza el estado de maduración la acidez disminuye significativamente. La acidez total de los alimentos es un índice de la cantidad de ácidos orgánicos contenidos en los mismos, ya que influyen en su sabor, color y estabilidad. (Calvo, 2009). Es por ello que este es un factor importante en la aceptación de un producto por parte del consumidor, y puede considerarse como un índice de calidad (Potter, 1999).

#### 1.2.4 Azúcares reductores y no reductores.

En la tabla 8 se puede observar que los contenidos de azúcares no reductores ( $15,13 \pm 1,06$ ) y reductores ( $5,08 \pm 1,20$ ) obtenidos concuerdan que lo reportado en la literatura. Igualmente, se tiene que en su gran mayoría, los sólidos solubles están constituidos por azúcares. Azócar (1977) reportó un contenido de azúcares no reductores de 14,53% y de 7,23% de azúcares reductores para variedad Bocado; por su parte, Tablante (1980) encontró 16,38% de azúcares no reductores y 5,61% de reductores; Villalonga en 1987 reportó 15,23% de azúcares totales y 4,53% de azúcares reductores.

Tradicionalmente las frutas se han valorado por su atractiva apariencia, textura, valor nutritivo y fundamentalmente por su sabor. En todos estos atributos de calidad los carbohidratos desempeñan un papel relevante, por ejemplo, el sabor está dado básicamente por un balance entre azúcares y ácidos orgánicos. El sabor característico y diferente de las frutas se debe a la gran variación en composición y concentración de los azúcares; su color atractivo se debe en muchos frutos a los glucósidos (antocianinas y antoxantinas) y la firmeza está determinada por los polisacáridos estructurales (Pérez, 2008).

Después del agua, los carbohidratos son los componentes más abundantes en las frutas. Según Hulme (1980), el contenido de azúcares totales en el mango varía de 11,5 a 25% de peso fresco. De igual forma, los principales azúcares contenidos en el fruto son glucosa, fructosa y sacarosa, encontrándose en los mangos maduros una mayor proporción de sacarosa (Briceño, 2005).

#### 1.2.5 Cenizas.

Se tiene que la cantidad de cenizas encontradas en la pulpa de mango Bocado fue de  $0,42 \pm 0,01$  (tabla 8). La ceniza es el residuo obtenido después de la incineración de la

materia orgánica hasta que queda libre de carbón, y representa el contenido de material mineral presente en la muestra (Potter, 1995).

### 1.2.6 Pectina.

Del resultado obtenido de pectina (tabla 8) se tiene que el mismo ( $0,43 \pm 1,02$ ) se encuentra entre los reportados en la literatura, siendo muy similar al reportado en 'Bocado' por Garces en 1968 (0,38%) y por Graterol en 1983 (0,44 %).

La pectina es un heteropolisacárido estructural cuyo principal constituyente es el ácido  $\alpha$ -D-galacturónico, unido por enlaces axial-axial glicosídicos (1-4) formando cadenas (UNIPECTINE, 1992). Su importancia en la industria de alimentos es debida a sus propiedades espesantes y estabilizadoras; de allí su contribución a la viscosidad de algunos alimentos como atoles, pudines u otros y la formación de geles al añadirles azúcar y ácidos, la cual es la base de la fabricación de jaleas y mermeladas (Potter, 1995).

### 1.2.7 Color.

De acuerdo con los resultados obtenidos para el color la pulpa de mango 'Bocado', esta presenta un valor de luminosidad ( $L^*$ ) de  $56,24 \pm 0,01$ ; un valor de  $a^*$  igual a  $+27,77 \pm 0,01$  y  $b^*$  de  $+79,47 \pm 0,08$  (tabla 9), lo cual indica que la pulpa tiene una luminosidad media, con preponderancia del color rojo sobre el verde y predominio notable del color amarillo, lo que origina su color anaranjado y que ha de ser determinante en el color que tengan las láminas de mango.

Los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  son utilizados para describir objetivamente el color en los alimentos. De estos parámetros,  $L^*$  es un índice de la luminosidad de la muestra, donde 100 significa un color blanco de máxima brillantez y 0 significa color negro u opaco. El valor positivo y negativo de  $a^*$  (matiz) representa coloración roja y verde

respectivamente; mientras que el valor positivo y negativo de  $b^*$  (intensidad) indica coloración amarilla y azul respectivamente (Westlands, 2000).

En la industria de alimentos en particular, el color juega un importante papel en el proceso de aseguramiento de la calidad, principalmente porque el consumidor se siente atraído por ciertas características del color de un producto antes de decidir si lo compra o no (Manresa y Vicente, 2007).

## **2 Características de las láminas elaboradas a partir de pulpa de mango de contenido inicial de 20 (sin azúcar añadida) (A) y 30 °Brix (sacarosa y fructosa añadida) (B), enriquecidas con calcio.**

Como se indicó en el capítulo V. Materiales y Métodos, la primera parte del desarrollo de las láminas flexibles de mango consistió en desarrollar la mezcla base de 20 y 30 °Brix. En el caso de la mezcla de 20 °Brix fue preciso añadirle agua a la pulpa para llevar su contenido de sólidos solubles de 20,67 a 20 °Brix.

Por su lado, para alcanzar la condición de 30 °Brix en la mezcla se debió añadir azúcares. Como ya se indicó, se probaron 6 mezclas de azúcares (tabla 4) y los resultados se evaluaron sensorialmente en cuanto a los atributos de color, olor, sabor y dureza. En este sentido, como ya se indicó, la combinación de azúcares para llevar la mezcla a 30 °Brix que obtuvo la mejor aceptación fue la que consistió en 50% de sacarosa y 50% de fructosa.

Luego de que la pulpa fue acondicionada con los sólidos solubles deseados, se le añadió lactato de calcio y ácido cítrico. La cantidad de calcio se estableció inicialmente en función de ofrecer en 100 g de producto la cantidad de calcio que tiene un vaso de leche (200 mL.). Por su lado, la cantidad de ácido añadida fue la necesaria para alcanzar un pH

cercano a 3. Con estas condiciones se elaboraron las láminas de mango y después del análisis sensorial informal, se decidió usar dichas formulaciones base para elaborar las láminas. Las formulaciones en cuestión se presentan en la tabla 9.

Con respecto a las láminas elaboradas con las formulaciones base desarrolladas, en la tabla 10 se presentan los resultados de los análisis realizados a las mismas.

**Tabla 9.** Formulaciones para la mezcla A y B.

Formulación	Ingrediente	Proporción (%)
<b>Mezcla A</b>	Pulpa	95,89
	Sacarosa	0,00
	Fructosa	0,00
	Ácido cítrico	3,74
	Pectina	0,00
	Lactato de Calcio	0,37
<b>Mezcla B</b>	Pulpa	84,43
	Sacarosa	5,97
	Fructosa	5,97
	Ácido cítrico	3,29
	Pectina	0,00
	Lactato de Calcio	0,33



**Figura 17.** Lámina de mango deshidratada, aún en la bandeja.



**Figura 18.** Lámina de mango deshidratada, en el papel celofán.

## 2.1 Humedad.

Como se puede observar en la tabla 10, el contenido de humedad en la lámina de mango desarrollada a partir de una formulación de 20 °Brix (A) cumple con la cantidad de humedad deseada (10 a 15%). Por su parte, la lámina de mango desarrollada a partir de la formulación de 30 °Brix (B), a pesar de presentar un valor menor (8,89%), este no es estadísticamente diferente al primero, por lo que se podría aceptar que concuerda con lo esperado.

Como se dijo anteriormente, el agua constituye el componente principal de la mayoría de los productos alimenticios (Ranganna, 1977), ya que dependiendo de la cantidad de agua libre que posee el producto su vida útil se verá afectada. Se sabe que un producto que posee mucha agua libre disponible, su vida útil disminuye debido a que los microorganismos de la flora innata del alimento utilizarán esa agua para desarrollarse y crecer en número, deteriorando paulatinamente el producto (Potter, 1995).

Según Ibarz y Barbosa-Cánovas (2005) con la eliminación del agua con la deshidratación del producto se consigue una mejor conservación del alimento de forma microbiológica y además retarda algunas reacciones poco favorables para el alimento, aumentando así su vida útil. Es por ello que la humedad del producto es un parámetro importante en el desarrollo de las láminas flexibles de frutas, en especial las desarrolladas en el presente trabajo porque uno de los objetivos es el estudio de estabilidad de las láminas en el tiempo.

**Tabla 10:** Parámetros químicos, físicos, microbiológicos y sensoriales determinados en las láminas elaboradas a partir de pulpa de mango 'Bocado' con contenido inicial de sólidos solubles de 20 y 30 °Brix.

Parámetros		20 °Brix (A)	30 °Brix (B)
Humedad (g/100g)		10,58 ± 1,20 <sup>a</sup>	8,89 ± 0,60 <sup>a</sup>
Sólidos solubles (°Brix)		80,00 ± 1,00 <sup>a</sup>	80,33 ± 1,53 <sup>a</sup>
Acidez total titulable** (g/100g)		1,02 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,69 ± 0,15 <sup>b</sup>
pH		2,93 ± 0,02 <sup>a</sup>	2,89 ± 0,01 <sup>b</sup>
Azúcares reductores (g/100g)		43,10 ± 3,58 <sup>a</sup>	41,12 ± 1,46 <sup>a</sup>
Azúcares no reductores (g/100g)		35,05 ± 6,53 <sup>a</sup>	37,25 ± 3,67 <sup>a</sup>
Cenizas (g/100g)		2,16 ± 0,04 <sup>a</sup>	1,15 ± 0,04 <sup>b</sup>
Calcio (g/100g)		1,40 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,03 ± 0,00 <sup>b</sup>
Pectina (g/100g)		1,27 ± 0,06 <sup>a</sup>	1,79 ± 0,39 <sup>a</sup>
Actividad de agua (a <sub>w</sub> )		0,60 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,53 ± 0,00 <sup>b</sup>
Color	L*	36,39 ± 0,01 <sup>a</sup>	39,80 ± 0,02 <sup>b</sup>
	a*	+18,94 ± 0,03 <sup>a</sup>	+21,77 ± 0,03 <sup>b</sup>
	b*	+34,71 ± 0,10 <sup>a</sup>	+46,63 ± 0,03 <sup>b</sup>
Dureza (g)		2202,55 ± 108,70 <sup>a</sup>	1716,74 ± 119,90 <sup>b</sup>
Microbiología	Aerobios mesófilos	< 10 UFC/g <sup>a</sup>	< 10 UFC/g <sup>a</sup>
	Mohos y levaduras	< 10 UFC/g <sup>a</sup>	< 10 UFC/g <sup>a</sup>
Evaluación Sensorial***	Color	6,07 ± 1,67 <sup>a</sup> Me gusta ligeramente	6,47 ± 1,41 <sup>a</sup> Me gusta ligeramente
	Olor	5,20 ± 0,94 <sup>a</sup> Me es indiferente	5,80 ± 0,94 <sup>a</sup> Me es indiferente
	Sabor	5,53 ± 2,23 <sup>a</sup> Me es indiferente	7,60 ± 1,35 <sup>b</sup> Me gusta moderadamente
	Dureza	6,33 ± 1,63 <sup>a</sup> Me gusta ligeramente	7,27 ± 1,28 <sup>a</sup> Me gusta moderadamente

Valores expresados como media ± desviación estándar, número de réplicas = 3

Letras diferentes en la misma fila indican que existen diferencias estadísticamente significativas (p > 0,05)

\*\*expresada como ácido cítrico

\*\*\* Panel de consumidores de 30 personas con escala hedónica de 9 puntos, donde 1 es "me disgusta extremadamente" y 9 es "me gusta extremadamente".

## 2.2 Sólidos solubles.

El contenido de sólidos solubles en ambas láminas es alto, como era de esperarse, ya que a medida que se evapora agua del producto los sólidos se concentran (tabla 10).

Para los sólidos solubles no se observa diferencia estadística entre ambas láminas, esto también es un resultado esperado, puesto que aun cuando una mezcla (A) tenga inicialmente más agua que la otra (B), luego de la deshidratación la concentración de los sólidos totales es la misma para ambos productos, ya que el contenido de humedad es el parámetro que se fijó como control del proceso.

Igualmente, tal como era de esperarse, el contenido de sólidos totales en las láminas, en su mayoría está constituido por sólidos solubles.

## 2.3 Acidez total titulable.

La acidez total de las láminas se vio afectada por la condición inicial de las mezclas, es decir, partir de 20 ó 30 °Brix. La acidez de la lámina A (20 °Brix) presentó un valor más alto que la lámina B. Aparentemente, la concentración de sólidos solubles iniciales afecta de forma significativa la acidez del producto.

Por otro lado, en función de su contenido de acidez, se puede decir que este producto presenta una alta acidez.

## 2.4 pH.

En la tabla 10 se muestran los resultados obtenidos en la determinación del pH para ambas muestras (con y sin azúcar añadida, 20 y 30 °Brix), para este caso se observa que el pH de la lámina A (sin azúcar añadida) es ligeramente mayor que la lámina B, y estadísticamente son diferentes, aun cuando varían muy poco. Lo anterior implica que el contenido de sólidos solubles iniciales parece afectar la acidez iónica (pH) de la muestra, aun cuando la diferencia no es muy grande.

El pH es bajo, por lo que las láminas presentan alta acidez, como se indicó en el punto anterior. Estaba preestablecido en el desarrollo de las láminas que el pH del producto debería estar entre 3,0 y 3,5. Según los resultados, ambos pH se encuentran muy cercanos al límite inferior de establecido.

## **2.5 Azúcares reductores y no reductores.**

En la tabla 10 se pueden observar los resultados obtenidos de las determinaciones de azúcares reductores y no reductores en las láminas de mango elaboradas. Cabe destacar que ambas láminas no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre sí en cuanto a su contenido de azúcares. Después de conocer el contenido de sólidos solubles de ambas láminas, tal resultado era de esperarse puesto que ambas poseen la misma cantidad de sólidos solubles (80 °Brix); así, si dicho valor se compara con sus contenidos de azúcares totales (A = 78,15% y B = 78,37%) se tiene que ambos son muy similares. En función de lo anterior se podría concluir que en las láminas de mango elaboradas, los sólidos totales en están constituidos en gran parte por sólidos solubles, los cuales a su vez corresponden en su gran mayoría a azúcares. En otras palabras, en las láminas de mango elaboradas, ya se les haya añadido o no azúcar, el contenido de sólidos totales corresponden a azúcares.

## **2.6 Cenizas.**

A las láminas de mango se les determinó el contenido de cenizas, arrojando que el contenido inicial de sólidos solubles con lo que se parte para elaborar las láminas afecta significativamente la cantidad de cenizas de las láminas.

Se puede apreciar en la tabla 10 que el contenido de cenizas en la lámina A ( $2,16 \pm 0,04$ ) es aproximadamente el doble que el de la lámina B ( $1,15 \pm 0,04$ ); esto ocurre debido a que la mezcla que parte con mayor cantidad de sólidos solubles (con azúcar añadida)

posee menor contenido de pulpa, que la mezcla a la que no se le añadió azúcar y que por lo tanto tiene un mayor contenido de pulpa (tabla 5).

## **2.7 Contenido de calcio.**

En la tabla 10 se puede apreciar que existe diferencia estadística en cuanto al contenido de calcio entre la lámina A (sin azúcar añadida) y B (con azúcar añadida); siendo ligeramente mayor el contenido de calcio de las láminas A.

Las láminas de mango no se vieron afectadas por la adición de calcio, es decir, luego de agregar el calcio a la mezcla y deshidratar no se observó ningún efecto adverso sobre el sabor final del producto.

En la tabla 10 se observa que 100 g de láminas aportan entre 1,0 y 1,4 g de calcio, lo que corresponde al requerimiento diario para adultos y adolescentes; sin embargo, como se verá más adelante en la sección correspondiente a la determinación de la ración de producto, no se desea necesariamente cubrir el requerimiento diario de calcio con el consumo de dichas láminas, sino aportar una cantidad de calcio igual a 120 mg, contenida en un vaso de leche de 200 mL.

## **2.8 Pectina.**

En la tabla 10 se presenta el contenido de pectina de las láminas elaboradas y se puede apreciar que para ambas láminas no presentan diferencia estadísticamente significativa entre sí, por lo que se podría esperar que el efecto del contenido de pectina sobre la textura en cada lámina, no dependa de su concentración sino de las interacciones con el resto de componentes.

## 2.9 Actividad de agua ( $a_w$ ).

En la tabla 10 se observa que la actividad de agua para la lámina A es ligeramente mayor que para la lámina B. Este resultado implica que partir con distintas cantidades de sólidos solubles afecta la  $a_w$  final del producto y teniendo en cuenta que los contenidos de sólidos totales y azúcares en cada lámina son similares, el efecto sobre la  $a_w$  quizá se deba al tipo de azúcares presentes y sus interacciones con el agua.

La actividad de agua ( $a_w$ ) en los alimentos es un parámetro de gran importancia puesto que presenta una gran influencia sobre el crecimiento de microorganismos, así como en la cinética de las reacciones químicas y enzimáticas (Mossel y García, 1975).

Es importante destacar que el valor de actividad de agua para ambas láminas es bajo (entre 0,56 y 0,60), esto se debe al proceso de deshidratación a la que fueron sometidas, y según esto, cabría esperar que en términos generales ambas láminas presenten una estabilidad aceptable en el tiempo.

Por otra parte, los valores obtenidos son muy parecidos a los reportados en la literatura, según Chan y Cavaletto (1978) la  $a_w$  de las láminas de lechosa fue de 0,50 a 0,52; Che Man (1998) reportó valores de  $a_w$  de 0,57 a 0,62 en láminas de Durian, y Huang y Hsieh hallaron valores de  $a_w$  de 0,44 a 0,54 para láminas de pera.

## 2.10 Color.

De acuerdo con los resultados obtenidos para el color, se tiene que las láminas de mango presentan diferencias estadísticas en cuanto los parámetros estudiados ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ), lo cual se puede apreciar en la tabla 10. Según Kaya (2002) el color del alimento es uno de los aspectos más importantes para el consumidor, ya que la apariencia visual es un factor indicativo de calidad.

Es destacable el hecho de que partir de distintos contenidos de sólidos solubles afecta el color en el producto final, en los resultados se puede notar que la luminosidad

(L\*), el matiz (a\*) y la intensidad (b\*) para la lámina sin azúcar añadida (A) presentan diferencias estadísticamente significativas al compararla con la lámina con azúcar añadida (B).

Con respecto a la luminosidad (L\*) se puede decir que el producto en general es ligeramente opaco (36,39 para A y 36,80 para B).

En cuanto al parámetro a\*, se puede decir que la lámina con azúcar añadida (+21,77 ± 0,03) es más roja que la lámina sin azúcar añadida (+18,94 ± 0,03).

Por otro lado, para el parámetro de intensidad (b\*), las láminas A y B también muestran diferencias entre sí. Como era de esperarse, el producto posee una intensidad en que predomina el amarillo. En este sentido, el color de ambas láminas es una combinación del rojo y el amarillo, siendo el anaranjado de la lámina B mucho más amarillento que el de A.

En el año 1980, Rao y Roy concluyeron en su trabajo que la adición de azúcar a la mezcla de las láminas de mango ayudó significativamente al color y sabor del producto final.

Vale destacar que la diferencia de color entre la mezcla inicial y el producto final es notable, ya que el proceso de deshidratación trajo consigo disminución de la luminosidad de la mezcla (tabla 10), disminución en el matiz, pero sobre todo, una fuerte disminución en la intensidad de color amarillo que poseía inicialmente la pulpa.

### **2.11 Dureza.**

En la tabla 10 se pueden observar los resultados para el análisis de textura en cuanto a la dureza del producto. Al evaluar la dureza de un alimento, o sea, la fuerza requerida para deformarlo se está evaluando si es blando, firme o duro.

Como se puede observar en los resultados, partir de diferentes cantidades de sólidos solubles en la mezcla, afecta de forma contundente la dureza de las láminas de

mango, siendo menos dura la lámina con azúcar añadida, lo que sugiere que la adición de azúcar brinda un efecto beneficioso en las láminas de mango. Por otra parte, ya que el contenido de pectina de ambas láminas es similar, es probable que la mayor dureza de la lámina A se deba a que las interacciones que establece la pectina en este caso son más fuertes.

## 2.12 Microbiología.

Los resultados obtenidos para recuento de mohos, levaduras y aerobios mesófilos para ambas láminas de mango fueron menores a 10 UFC/g (tabla 10), es decir, no se detectó crecimiento en las láminas.

Estos resultados están relacionados a la baja  $a_w$  y la alta acidez de ambas láminas (tabla 10) ya que los mohos crecen con una  $a_w$  igual a 0,70; las levaduras con una  $a_w$  entre 0,88 y 0,94 y las bacterias con una  $a_w$  de 0,91.

Los resultados obtenidos se asemejan a los resultados de Collins y Washam – Hutsell (1987), quienes desarrollaron láminas de batata y encontraron valores de  $a_w$  alrededor de 0,48 y 0,58, lo cual no permitió el crecimiento de microorganismos como aerobios mesófilos, mohos y levaduras. Por otro lado, Irwandi y Che Man (1995) encontraron valores de  $a_w$  entre 0,57 y 0,62 para sus láminas de Durian, e igualmente el recuento para mohos y levaduras fue menor a 10 UFC/g. Igualmente, Huang y colaboradores (2005) realizaron pruebas microbiológicas para mohos y levaduras en láminas de pera de  $a_w$  entre 0,38 y 0,53 y obtuvieron recuentos menores a 100 UFC/g.

Los alimentos son susceptibles a sufrir cualquier forma de contaminación, siendo la presencia de microorganismos la principal causa de deterioro que estos sufren, es por ello que análisis microbiológico en la industria de alimentos está entre los más importantes. El tecnólogo de alimentos debe garantizar que el alimento que sale al comercio sea inocuo y mantenga una calidad estable por un período de tiempo considerable (Camacho, 2009).

Específicamente, la contaminación fúngica de un alimento tiene mucha importancia, no tan sólo por su acción deteriorativa, que daña las diferentes materias primas y productos manufacturados, sino también por la capacidad de algunos hongos para sintetizar gran variedad de micotoxinas, provocar infecciones, e incluso, ocasionar reacciones alérgicas en personas hipersensibles a los antígenos fúngicos. Por estos motivos, para conocer la calidad microbiológica de un producto, es pertinente realizar un recuento de hongos y levaduras (Camacho, 2009). Esto especialmente en aquellos alimentos como las láminas de frutas, que por tener alta acidez y baja  $a_w$  son susceptibles al crecimiento de hongos, ya se trate de mohos los cuales son capaces de crecer en medios con una actividad de agua de 0,70 (Camacho, 2009), o levaduras, las cuales crecen mejor que la mayoría de las bacterias en sustratos que contienen elevadas concentraciones de solutos como por ejemplo carbohidratos o cloruro de sodio (Camacho, 2009).

Por otro lado, los microorganismos aerobios mesófilos están compuestos por la flora total (compuesta por bacterias, hongos filamentosos y levaduras, aerobios estrictos o facultativos) que presentan características térmicas intermedias. Con este análisis se refleja la calidad sanitaria de la elaboración del alimento, las condiciones de manipulación y las condiciones higiénicas de la materia prima.

### **2.13 Evaluación Sensorial.**

La evaluación sensorial se define como el examen de los caracteres organolépticos de un producto mediante los sentidos, obteniendo datos cuantificables y objetivables (Valls y col, 2001). Como se indicó en Materiales y Métodos (capítulo V), a las láminas elaboradas se les evaluó sensorialmente los atributos de color, olor, sabor y dureza.

### **2.13. a. Color.**

En la tabla 10 se presentan los resultados de la evaluación sensorial del color realizada con panelistas semientrenados. Como se puede observar, no existe diferencias estadísticas significativas ( $\alpha < 0,05$ ) entre las evaluaciones de las láminas A y B, manteniéndose éstas entre las evaluaciones de “me gusta ligeramente” y “me gusta moderadamente”. Según estos resultados, las diferencias observadas entre los parámetros de color, medidos en ambas láminas, no parecieron afectar significativamente la evaluación sensorial de las mismas.

Cabe destacar que los panelistas comentaron con un alto grado de frecuencia que les agradaba más el color de la lámina B que el de la lámina A, debido a que esta última era un poco más oscura.

### **2.13. b. Olor.**

El olor tuvo poca importancia al momento de evaluar las láminas debido a que las mismas no presentaban mucho aroma y la tendencia en la evaluación de los panelistas se encontraba entre “me es indiferente” y “me gusta ligeramente”. En la tabla 10 se pueden apreciar los resultados para la evaluación de este parámetro, obteniéndose que no existió diferencia estadísticamente significativa ( $\alpha < 0,05$ ) entre las láminas A y B.

### **2.13. c. Sabor.**

Como se puede observar en la tabla 10, los resultados de la evaluación sensorial de sabor presentan diferencias estadísticas entre sí; así, los panelistas presentaban una tendencia marcada de preferencia por la lámina B (con azúcar añadida) en cuanto al sabor.

Como se puede apreciar, el contenido de sólidos solubles iniciales en las láminas afecta la evaluación del sabor de los panelistas. Lo anterior debe ser el producto por un

lado de la diferencia de acidez en las láminas (tabla 10), y por otro, del tipo de azúcares presentes, ya que aunque las láminas no presentaron diferencias en el contenido de azúcares, es probable que la lámina B (con azúcar añadida) posea una mayor proporción de fructosa, ya que ésta le fue añadida, y por lo tanto fuese más dulce. Cabe destacar que entre los comentarios de los panelistas estos indicaron que la lámina A (sin azúcar añadida) tenía sabor más ácido.

Según Rao y Roy (1980) la adición de azúcar a la mezcla de las láminas de mango ayudó significativamente al color y sabor del producto final, esto se ve reflejado en la ligera preferencia de los panelistas por la lámina con azúcar añadida (B).

#### **2.13. d. Dureza.**

La dureza no presentó diferencias significativas estadísticamente entre una lámina y otra (tabla 10). Sin embargo es importante destacar que los comentarios de algunos panelistas indicaron que la lámina A (sin azúcar añadida) era más dura al masticar y que evocaban el aspecto del plástico. No obstante, se tiene que la adición o no de azúcar a la mezcla no afecta la evaluación sensorial de la dureza de las láminas aunque si lo haga en la que es medida con el texturómetro.

### **3 Efecto de la adición de pectina (0,75 y 1,50 %) en láminas de mango elaboradas a partir de pulpas acondicionadas a 20 (sin azúcar añadida) y 30 °Brix (sacarosa y fructosa añadida), enriquecidas con calcio.**

Dentro de los objetivos planteados en este trabajo se encuentra desarrollar láminas flexibles de mango a partir de contenido de sólidos solubles de 20 y 30 °Brix, con 0; 0,75 y

1,50% de pectina añadida y enriquecidas con calcio. Es por ello que anteriormente se discutió sobre las características de las láminas enriquecidas con calcio de contenido inicial de sólidos solubles de 20 y 30 °Brix, sin pectina añadida y, seguidamente se discutirá el efecto de adicionar pectina a las formulaciones de dichas láminas.

En la tabla 11 se pueden observar los resultados de los análisis realizados en láminas con azúcar (20 °Brix) y sin azúcar añadida (30 °Brix), con 0; 0,75 y 1,50 % de pectina añadida.

### **3.1 Humedad.**

Como se puede observar en la tabla 11, la adición de pectina afectó el contenido de humedad final de las láminas sin azúcar añadida, ya que las que no poseen pectina añadida (A.0) presenta mayor cantidad de humedad, que las de 0,75 (A.1) y 1,50 % (A.2) de pectina añadida.

Igualmente, en la tabla 11 se puede observar que las láminas que partieron con contenido de sólidos solubles de 30 °Brix (azúcar añadida), no se vieron afectadas por el hecho de haber agregado pectina en las mezclas, puesto que los contenidos de humedad son estadísticamente iguales en las tres láminas (B.0, B.1 y B.2).

Al comparar el contenido de humedad de todas las formulaciones se tiene que éstas no son estadísticamente diferentes, a excepción de la lámina A.0 que sólo es igual a la lámina B.0, la cual a su vez no es diferente a las demás láminas. Lo anterior indica que la lámina sin azúcar añadida, tiende a tener menor contenido de humedad que el resto con pectina añadida. Si se toma en cuenta que el tiempo de secado fue el mismo, se tiene que en las láminas sin azúcar añadida, la adición de pectina disminuye la retención de agua originando el mismo efecto que la adición de azúcar para acondicionar a 30 °Brix.

**Tabla 11:** Parámetros químicos, físicos, microbiológicos y sensoriales determinados en las láminas de mango enriquecidas con calcio, partiendo de formulaciones de 20 y 30 °Brix y con 0; 0,75 y 1,50% de pectina añadida.

Parámetros	20 °Brix			30 °Brix		
	0% pectina (A.0)	0,75% pectina (A.1)	1,50% pectina (A.2)	0% pectina (B.0)	0,75% pectina (B.1)	1,50% pectina (B.2)
Humedad (g/100g)	10,58 ± 1,20 <sup>b</sup>	8,65 ± 0,37 <sup>a</sup>	8,56 ± 0,45 <sup>a</sup>	8,89 ± 0,60 <sup>ab</sup>	8,36 ± 0,18 <sup>a</sup>	8,23 ± 0,11 <sup>a</sup>
Sólidos solubles (°Brix)	80,00 ± 1,00 <sup>bc</sup>	78,33 ± 0,58 <sup>bc</sup>	80,67 ± 0,58 <sup>c</sup>	80,33 ± 1,53 <sup>bc</sup>	74,33 ± 0,58 <sup>a</sup>	77,33 ± 2,08 <sup>ab</sup>
Acidez total titulable (g/100g)	1,02 ± 0,03 <sup>d</sup>	1,19 ± 0,62 <sup>f</sup>	1,10 ± 0,11 <sup>e</sup>	0,69 ± 0,15 <sup>c</sup>	0,65 ± 0,06 <sup>ab</sup>	0,66 ± 0,09 <sup>bc</sup>
pH	2,93 ± 0,02 <sup>a</sup>	2,89 ± 0,01 <sup>a</sup>	2,89 ± 0,01 <sup>ab</sup>	2,89 ± 0,01 <sup>bc</sup>	2,95 ± 0,01 <sup>c</sup>	2,93 ± 0,00 <sup>c</sup>
Azúcares reductores (g/100g)	43,10 ± 3,58 <sup>c</sup>	28,38 ± 4,87 <sup>b</sup>	19,52 ± 0,61 <sup>a</sup>	41,12 ± 1,46 <sup>c</sup>	39,55 ± 0,36 <sup>c</sup>	29,13 ± 3,59 <sup>b</sup>
Azúcares no reductores (g/100g)	35,05 ± 6,53 <sup>a</sup>	47,46 ± 4,73 <sup>c</sup>	59,04 ± 3,87 <sup>d</sup>	37,25 ± 3,67 <sup>ab</sup>	33,37 ± 7,71 <sup>a</sup>	46,11 ± 3,53 <sup>bc</sup>
Cenizas (g/100g)	2,16 ± 0,04 <sup>a</sup>	2,10 ± 0,06 <sup>a</sup>	2,16 ± 0,02 <sup>a</sup>	1,15 ± 0,04 <sup>b</sup>	1,22 ± 0,02 <sup>b</sup>	1,17 ± 0,07 <sup>b</sup>
Calcio (g/100g)	1,03 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,18 ± 0,00 <sup>a</sup>	1,16 ± 0,00 <sup>a</sup>	1,40 ± 0,00 <sup>b</sup>	1,37 ± 0,00 <sup>b</sup>	1,38 ± 0,00 <sup>b</sup>
Pectina (g/100g)	1,27 ± 0,06 <sup>bc</sup>	1,88 ± 0,12 <sup>a</sup>	3,37 ± 0,28 <sup>a</sup>	1,79 ± 0,39 <sup>c</sup>	2,70 ± 0,14 <sup>ab</sup>	4,62 ± 1,86 <sup>a</sup>
Actividad de agua (a <sub>w</sub> )	0,60 ± 0,01 <sup>f</sup>	0,50 ± 0,00 <sup>b</sup>	0,52 ± 0,00 <sup>c</sup>	0,53 ± 0,00 <sup>d</sup>	0,58 ± 0,00 <sup>e</sup>	0,46 ± 0,00 <sup>a</sup>
Color	L*	36,39 ± 0,01 <sup>a</sup>	44,51 ± 0,02 <sup>c</sup>	50,36 ± 0,01 <sup>d</sup>	39,80 ± 0,02 <sup>b</sup>	45,02 ± 0,01 <sup>c</sup>
	a*	+18,94 ± 0,03 <sup>a</sup>	+24,24 ± 0,02 <sup>d</sup>	+21,77 ± 0,03 <sup>c</sup>	+23,26 ± 0,03 <sup>bc</sup>	+20,59 ± 0,03 <sup>ab</sup>
	b*	+34,71 ± 0,10 <sup>a</sup>	+47,75 ± 0,14 <sup>b</sup>	+46,63 ± 0,03 <sup>b</sup>	+55,31 ± 0,05 <sup>b</sup>	+53,15 ± 0,15 <sup>c</sup>
Dureza (g)	2202,55 ± 108,7 <sup>b</sup>	4066,58 ± 297,5 <sup>c</sup>	4165,96 ± 147,4 <sup>f</sup>	1716,74 ± 119,9 <sup>a</sup>	1414,32 ± 96,2 <sup>a</sup>	1341,75 ± 118,9 <sup>a</sup>
Microbiología	Aerobios mesófilos	< 10 UFC/g	< 100 UFC/g	< 100 UFC/g	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
	Mohos y levaduras	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
Evaluación Sensorial	Color	6,07 ± 1,67 <sup>a</sup>	7,67 ± 0,90 <sup>c</sup>	7,20 ± 1,66 <sup>bc</sup>	6,47 ± 1,41 <sup>ab</sup>	7,20 ± 1,01 <sup>bc</sup>
	Olor	5,20 ± 0,94 <sup>a</sup>	5,60 ± 1,18 <sup>a</sup>	5,20 ± 0,86 <sup>a</sup>	5,80 ± 0,94 <sup>a</sup>	6,73 ± 1,49 <sup>b</sup>
	Sabor	5,53 ± 2,23 <sup>a</sup>	6,53 ± 1,46 <sup>ab</sup>	5,87 ± 1,85 <sup>a</sup>	7,60 ± 1,35 <sup>b</sup>	7,40 ± 0,99 <sup>b</sup>
	Dureza	6,33 ± 1,63 <sup>b</sup>	6,60 ± 1,24 <sup>b</sup>	5,00 ± 1,60 <sup>a</sup>	7,27 ± 1,28 <sup>b</sup>	7,20 ± 1,37 <sup>b</sup>

Valores expresados como media ± desviación estándar, número de réplicas = 3

Letras diferentes en la misma fila indican que existen diferencias estadísticamente significativas (p &gt; 0,05)

\*\* expresada como ácido cítrico

### **3.2 Sólidos solubles.**

Al estudiar el efecto de la adición de pectina sobre la cantidad de sólidos solubles finales del producto, se observa (tabla 11) que éste no afectó las láminas sin azúcar añadida (A.0, A.1 y A.2).

Por otro lado, las láminas con azúcar añadida (30 °Brix) sí se vieron afectadas por el hecho de agregar pectina, puesto que el contenido de sólidos solubles de la lámina B.0 no se diferencia del de las láminas sin azúcar añadida; sin embargo, la adición de pectina en las láminas a las que se les adicionó azúcar, disminuyó la cantidad de sólidos solubles, probablemente por interacción de las pectinas con los azúcares, lo cual los insolubilizó.

### **3.3 Acidez total titulable.**

La acidez total de las láminas de mango sin azúcar añadida (A.0, A.1 y A.2) se vio afectada por la adición de pectina (tabla 11), siendo mayor en estas últimas, quizá por la presencia del ácido galacturónico de la pectina.

Por su parte, en las láminas de mango con azúcar añadida ocurre el mismo comportamiento que en el contenido de sólidos solubles, la lámina con 0,75% de pectina añadida (B.1) presenta menor acidez que la de 0% de pectina añadida (B.0).

Se puede observar que en las láminas sin azúcar añadida (A.0, A.1 y A.2) aun cuando los valores de acidez son diferentes entre sí, estos son mucho mayores a los de las láminas con azúcar añadida (B.0, B.1 y B.2), es decir, una vez más se pone de manifiesto que partir de contenidos de sólidos solubles diferentes afecta la acidez total del producto final.

### **3.4 pH.**

En la tabla 11 se pueden observar los valores de pH de las láminas de mango elaboradas. Como se puede notar la adición de pectina no afecta el pH del producto final.

El pH de las láminas sin azúcar añadida (A.0, A.1 y A.2), las cuales no presentaron diferencias estadísticas entre sí, se encuentra alrededor de 2,90; y para las láminas con azúcar añadida (B.0, B.1 y B.2), que tampoco presentaron diferencias estadísticas entre sí, el pH se encuentra cercano a 2,92. Como puede verse, las diferencias vienen dadas por los contenidos iniciales de sólidos solubles y no por la adición de pectina. No obstante, las diferencias en el pH entre las láminas con y sin azúcar añadida son muy pequeñas, como para que tengan alguna consecuencia práctica importante en las láminas de mango.

### **3.5 Azúcares reductores y no reductores.**

Se puede observar en la tabla 11 los valores de contenidos de azúcares reductores y no reductores para las láminas de mango elaboradas. En relación al contenido de azúcares reductores, existen diferencias estadísticamente significativas entre las láminas sin azúcar añadida (A.0, A.1 y A.2), ya que todas son diferentes entre sí, con tendencia a disminuir su contenido a medida que aumentó la cantidad de pectina añadida.

Para las láminas con azúcar añadida, se puede apreciar que el contenido de azúcares reductores de las de 0 (B.0) y 0,75% (B.1) de pectina añadida, no son diferentes entre sí, pero sí son diferentes (mayores) a la de 1,50 % de pectina añadida (B.2).

Por su parte, los azúcares no reductores se comportaron al contrario de los azúcares reductores, es decir, que a medida que aumentó la concentración de pectina añadida, aumentó la cantidad de azúcares no reductores en las láminas.

Según los resultados obtenidos, la adición de pectina tiende a disminuir la cantidad de azúcar que invierte durante el proceso de deshidratación, y ya que la fructosa es más dulce que la sacarosa esto podría, junto a las diferencias en la acidez, afectar el sabor y color (por oscurecimiento tipo Maillard) de las láminas de mango.

### 3.6 Cenizas.

Se puede observar en la tabla 11 que la adición de pectina no afecta los contenidos de cenizas del producto final, ya que las láminas sin azúcar añadida no son diferentes estadísticamente entre sí, al igual que las láminas con azúcar añadida. De igual manera, se mantienen las diferencias en el contenido de cenizas entre las láminas sin azúcar añadida y con azúcar añadida, quizá por los motivos anteriormente planteados, respecto al contenido de pulpa en los dos tipos de láminas.

### 3.7 Contenido de calcio.

En cuanto al contenido de calcio, en ambos tipos de láminas (con y sin azúcar añadida), este no se vio afectado por la adición de pectinas, manteniéndose un valor de calcio promedio de 1,12% en las láminas sin azúcar añadida y 1,38 % en las de azúcar añadida (tabla 11).

### 3.8 Pectina.

Como era lógico esperar, a medida que se aumentó la concentración de pectina añadida, fue mayor la cantidad de pectina contenida en las láminas. Así, las láminas sin pectina añadida (A.0 y B.0) no son estadísticamente diferentes entre sí; al igual que las láminas con 0,75% (A.1 y B.1) y 1,50% (A.2 y B.2) de pectina añadida no son diferentes estadísticamente entre sí (tabla 11).

### 3.9 Actividad de agua ( $a_w$ ).

Observando los resultados en la tabla 11 se puede evidenciar que la actividad de agua se ve afectada por la adición de pectina, es importante destacar que la  $a_w$  de todas las láminas son diferentes estadísticamente, aún cuando el valor de actividad de agua no difiere de manera significativa una de otra.

En el caso de las láminas sin azúcar añadida, la adición de pectina disminuyó la  $a_w$ , obviamente sólo por interacción de ésta con el agua. Por su parte, en las láminas con azúcar añadida la adición de 1,50% de pectina fue la que disminuyó la  $a_w$ .

### **3.10 Color.**

En relación con el color de las láminas, para el parámetro de luminosidad ( $L^*$ ) se puede observar (tabla 11) que la adición de pectina afectó de manera positiva este parámetro, puesto que aumentó su valor, lo que implica un aspecto más brillante o claro, esto podría deberse a la disminución en el contenido de azúcares reductores y por consiguiente la disminución de las reacciones de oscurecimiento tipo Maillard.

Igualmente se puede observar que en cuanto al matiz ( $a^*$ ) de las láminas sin azúcar añadida (A.0, A.1 y A.2), la adición de pectina aumentó su valor, destacando el hecho de que las tres láminas son diferentes estadísticamente; sin embargo, para las láminas con azúcar añadida (B.0, B.1 y B.2) el agregar pectina disminuyó ligeramente su matiz.

Igual que con el matiz, en las láminas sin azúcar añadida (A.0, A.1 y A.2) el añadir pectina aumentó la intensidad hacia el amarillo (parámetro  $b^*$ ), y en las láminas con azúcar añadida (B.0, B.1 y B.2) al agregar pectina disminuyó ligeramente la intensidad.

Según los resultados en los parámetros de color, se podría decir que la adición de pectina influyó en ambos tipos de láminas (con y sin azúcar añadida); sin embargo, en las formulaciones sin azúcar añadida mejoró su color y las hizo más luminosas y de color más intenso.

### **3.11 Dureza.**

En relación con la dureza de las láminas (tabla 11) se puede observar que para las láminas de mango sin azúcar añadida (A.0, A.1 y A.2), la adición de pectina incrementó la

dureza. Por su parte, la adición de pectina no afectó la dureza de las láminas con azúcar añadida (B.0, B.1 y B.2).

Los resultados anteriores concuerdan con los reportados para láminas de pera por Huang (2005), en donde a medida que se adicionó pectina a la mezcla, fue mayor la dureza que presentó el producto final.

Según Huang (2005) la adición de azúcar en la mezcla de las láminas ablanda el producto final, disminuyendo la dureza del mismo. También indicó en su trabajo que la adición de pectina es el factor más importante sobre la influencia de la textura de un producto, ya que aumenta la dureza, la cohesividad y la masticabilidad en el mismo. Esto concuerda con lo encontrado en el presente trabajo, en cuanto a que las láminas con azúcar añadida son más blandas, no obstante, adicionarle pectina no las hace más duras.

### **3.12 Microbiología.**

En la tabla 11 se pueden observar los resultados del análisis microbiológico de las láminas de mango, en cuanto a aerobios mesófilos, mohos y levaduras, pudiéndose notar que la adición de pectina no influyó en la carga microbiana de las láminas.

### **3.13 Evaluación sensorial.**

#### **3.12. a. Color.**

Según los resultados de la evaluación sensorial del color (tabla 11), la adición de pectina favoreció el color de las láminas, específicamente en aquellas donde no se añadió azúcar, lo cual concuerda con los resultados de la medición de los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  (tabla 11).

Según Pérez (2008), los carbohidratos realzan el sabor, la textura y la apariencia de los alimentos. Por otro lado Ahmad (2005) indicó que la pectina le brinda a las barras de frutas un efecto protector al color, manteniéndolo y controlándolo.

### **3.12. b. Olor.**

En la tabla 11 se pueden observar los valores obtenidos de la evaluación sensorial del olor de las láminas de mango elaboradas. Como se puede apreciar existe una gran similitud a nivel general en la preferencia de los panelistas por el olor del producto, manteniéndose entre 5 (me es indiferente) y 6 (me gusta ligeramente). Igualmente se puede notar que la fueron ligeramente mejor evaluadas en olor las láminas a las que se les añadió azúcar y pectina (B.1 y B.2).

### **3.12. c. Sabor.**

En la tabla 11 se pueden observar los resultados de evaluación sensorial del sabor de las láminas. Es importante destacar que las láminas a las que no se les añadió azúcar (A.0, A.1 y A.2) no presentan diferencias estadísticas entre sí; así como tampoco la hay entre las láminas a las que se les añadió azúcar (B.0, B.1 y B.2). Según los resultados obtenidos, la adición de pectina no afecta el sabor de las láminas, correspondiendo la diferencia en su sabor a la adición o no de azúcar, resultando mejor evaluadas las láminas a las que se les adicionó azúcar.

Dentro de los comentarios ofrecidos por los panelistas, se encontraba plasmado que las láminas a las que no se les añadió azúcar (A.0, A.1 y A.2) presentaban poco sabor y además eran ácidas; al contrario de las que se les añadió azúcar, de las que indicaron que les gustaba mucho, y que se les sentía ligeramente el ácido, lo cual gustaba.

### **3.12. d. Dureza.**

Se puede observar (tabla 11) que la mayoría de las láminas entre sí no presentan diferencias estadísticas en la evaluación sensorial de la dureza, excepto la lámina sin azúcar añadida y aquella con 1,50% de pectina añadida (A.2). Dicha lámina fue la menos preferida según los panelista porque presentaba una textura semejante al plástico y era dura al masticar.

Las láminas sin azúcar añadida con 0; 0,75% y 1,50% de pectina añadida, fueron las que presentaron la mayor dureza medida con el texturómetro, pero sólo en el caso de 1,50% de pectina añadida, la lámina fue peor evaluada que el resto .

Según los resultados de la evaluación sensorial, la adición de pectina favorece el color de todas las láminas y en el caso de las láminas con azúcar añadida también favorece el olor. Por el contrario, la adición de 1,50% de pectina afectó negativamente la dureza de la lámina. No obstante lo anterior, la adición de pectina no afectó ni positiva ni negativamente el sabor de las láminas.

## **4 Estabilidad en el tiempo (0; 1 y 4 semanas) de las láminas elaboradas a partir de pulpa de mango acondicionada a 20 (sin azúcar añadida) y 30 °Brix (sacarosa y fructosa añadida), con 0; 0,75 y 1,50% de pectina añadida, enriquecidas con calcio.**

Como se dijo anteriormente, luego de preparar las láminas de mango con sus distintas formulaciones y realizar los análisis en tiempo cero, éstas se almacenaron empacadas en papel celofán transparente a temperatura ambiente durante 4 semanas, analizándolas a las 1 y 4 semanas de almacenamiento.

#### 4.1 Humedad.

En la tabla 12 se pueden observar los resultados de la determinación de humedad en las láminas de mango, en los tiempos 0; 1 y 4 semanas de almacenamiento. En el caso de las láminas sin azúcar añadida, el contenido de humedad se mantuvo sin cambios durante todo el almacenamiento.

**Tabla 12.** Contenido de humedad de las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de elaboradas.

Humedad (%)				
Formulación	Pectina añadida (%)	Semana 0	Semana 1	Semana 4
Sin azúcar añadida (20 °Brix)	0	10,58 ± 1,20 <sup>b1</sup>	8,21 ± 0,87 <sup>a2</sup>	10,16 ± 0,81 <sup>a2</sup>
	0,75	8,65 ± 0,37 <sup>a1</sup>	8,80 ± 1,17 <sup>a1</sup>	9,89 ± 1,10 <sup>a1</sup>
	1,50	8,56 ± 0,45 <sup>a1</sup>	8,81 ± 1,40 <sup>a1</sup>	9,72 ± 1,30 <sup>a1</sup>
Con azúcar añadida (30 °Brix)	0	8,89 ± 0,59 <sup>a1</sup>	11,60 ± 1,45 <sup>b2</sup>	11,08 ± 0,21 <sup>a1</sup>
	0,75	8,36 ± 0,18 <sup>a1</sup>	11,71 ± 0,75 <sup>b2</sup>	10,96 ± 0,82 <sup>a1</sup>
	1,50	8,23 ± 0,11 <sup>a1</sup>	11,46 ± 1,26 <sup>b2</sup>	11,37 ± 0,93 <sup>a1</sup>

Valores expresados como media ± desviación estándar, número de réplicas = 3

Letras diferentes en la misma columna indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre cada condición ( $p > 0,05$ ).

Números diferentes en la misma fila indica que existen diferencias estadísticamente significativas para entre cada tiempo (semana 0; 1 y 4)

Por el contrario, en las láminas con azúcar añadida la humedad aumentó durante la primera semana y luego se mantuvo constante. Estos resultados concuerdan con los publicados por Che Man y colaboradores en 1997. En dicho trabajo dejaron las láminas de jackfruit en almacenamiento por tres meses, a temperatura ambiente, y consiguieron que los valores de humedad habían aumentado con el tiempo de 12,2 a 13,3% aproximadamente.

Según los resultados obtenidos en el presente trabajo el comportamiento de la humedad durante el almacenamiento, se debe al contenido inicial de azúcar en las

láminas, dónde las láminas con azúcar añadida tienden a estabilizar su contenido de humedad durante los primeros días de almacenamiento.

#### 4.2 Sólidos solubles.

Se puede notar que en el tiempo que duró el estudio, el contenido de sólidos solubles de las láminas de mango sin azúcar añadida no se alteró, manteniéndose la cantidad de sólidos solubles alrededor de 80 °Brix (tabla 13).

**Tabla 13.** Contenido de sólidos solubles de las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de elaboradas.

Sólidos solubles (°Brix)				
Formulación	Pectina añadida (%)	Semana 0	Semana 1	Semana 4
Sin azúcar añadida (20 °Brix)	0	80,00 ± 1,00 <sup>b1</sup>	80,00 ± 5,00 <sup>b1</sup>	80,33 ± 0,58 <sup>ab1</sup>
	0,75	78,33 ± 0,58 <sup>b1</sup>	80,00 ± 1,00 <sup>b1</sup>	80,00 ± 0,00 <sup>ab1</sup>
	1,50	80,67 ± 0,58 <sup>b1</sup>	80,33 ± 0,58 <sup>b1</sup>	80,33 ± 2,89 <sup>a2</sup>
Con azúcar añadida (30 °Brix)	0	80,33 ± 1,53 <sup>b1</sup>	80,33 ± 0,58 <sup>b1</sup>	82,33 ± 0,58 <sup>b1</sup>
	0,75	74,33 ± 0,58 <sup>a1</sup>	78,67 ± 3,21 <sup>b2</sup>	82,00 ± 0,00 <sup>b2</sup>
	1,50	77,33 ± 2,08 <sup>ab12</sup>	80,67 ± 2,52 <sup>a1</sup>	82,33 ± 0,58 <sup>b2</sup>

Valores expresados como media ± desviación estándar, número de réplicas = 3

Letras diferentes en la misma columna indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre cada condición ( $p > 0,05$ ).

Números diferentes en la misma fila indica que existen diferencias estadísticamente significativas para entre cada tiempo (semana 0; 1 y 4)

De forma similar, la lámina con azúcar añadida y sin pectina añadida mantuvo en el tiempo su contenido de sólidos solubles. Pero por el contrario, las láminas con azúcar y pectina añadida presentaron aumento del contenido de sólidos solubles hacia la semana 4, tiempo en el cual las tres láminas no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí. Tales resultados con los sólidos solubles en las láminas con azúcar y pectina añadida, podrían ser el producto de interacciones entre el azúcar añadida y la pectina, tal como se planteó cuando se discutió el efecto de la pectina en estas láminas,

indicando que la pectina puede interactuar con parte del azúcar haciéndolo insoluble, interacción que se va perdiendo hacia la semana 4.

### 4.3 pH.

En la tabla 14 se pueden observar los resultados de acidez iónica para las láminas de mango desarrolladas, evaluadas en los tiempo 0; 1 y 4 semanas.

**Tabla 14.** pH de las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de elaboradas.

pH				
Formulación	Pectina añadida (%)	Semana 0	Semana 1	Semana 4
Sin azúcar añadida (20 °Brix)	0	2,93 ± 0,02 <sup>a1</sup>	3,05 ± 0,01 <sup>a1</sup>	2,86 ± 0,02 <sup>a1</sup>
	0,75	2,89 ± 0,01 <sup>a1</sup>	3,03 ± 0,00 <sup>a1</sup>	2,89 ± 0,02 <sup>ab1</sup>
	1,50	2,89 ± 0,01 <sup>a1</sup>	3,04 ± 0,00 <sup>a1</sup>	2,85 ± 0,00 <sup>b2</sup>
Con azúcar añadida (30 °Brix)	0	2,89 ± 0,01 <sup>a1</sup>	3,07 ± 0,01 <sup>b2</sup>	2,86 ± 0,00 <sup>c3</sup>
	0,75	2,95 ± 0,01 <sup>b1</sup>	3,13 ± 0,01 <sup>b1</sup>	2,88 ± 0,01 <sup>d2</sup>
	1,50	2,93 ± 0,00 <sup>b1</sup>	3,11 ± 0,00 <sup>c2</sup>	2,88 ± 0,01 <sup>e3</sup>

Valores expresados como media ± desviación estándar, número de réplicas = 3

Letras diferentes en la misma columna indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre cada condición ( $p > 0,05$ ).

Números diferentes en la misma fila indica que existen diferencias estadísticamente significativas para entre cada tiempo (semana 0; 1 y 4)

Se puede apreciar que el comportamiento general del pH para todas las láminas fue el de aumentar ligeramente para la semana 1 y luego disminuir hacia la semana 4 a valores ligeramente por debajo del pH inicial para cada lámina. Este comportamiento podría deberse a interacciones iniciales del ácido añadido con los otros componentes, acompañado de un proceso de disolución del mismo, que al igual como sucede en las mermeladas, lleva a una ligera disminución de pH durante el almacenamiento.

No obstante los cambios de pH evidenciados, es de hacer notar que tales cambios son pequeños, por lo que no deberían tener algún efecto práctico en el producto.

Esta misma tendencia lo reportó Che Man y colaboradores (1995) en láminas de Durian, las cuales a través del tiempo en almacenamiento mostraron un pH inicial de 5,8; luego aumentaron ligeramente a 6,1 y a los tres meses había disminuido al pH inicial.

#### 4.4 Acidez total titulable.

De forma general se puede decir que a medida que transcurrieron las 4 semanas de almacenamiento, la acidez total de las láminas tiende a disminuir ligeramente. Cabe destacar que las láminas sin azúcar añadida siempre presentaron mayor acidez que las láminas con azúcar añadida (tabla 15).

**Tabla 15.** Acidez total titulable de las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de elaboradas.

Acidez total titulable (%)				
Formulación	Pectina añadida (%)	Semana 0	Semana 1	Semana 4
Sin azúcar añadida (20 °Brix)	0	1,02 ± 0,03 <sup>c1</sup>	0,95 ± 0,10 <sup>c1</sup>	0,90 ± 0,06 <sup>c1</sup>
	0,75	1,19 ± 0,62 <sup>e1</sup>	1,13 ± 0,21 <sup>d2</sup>	1,09 ± 0,15 <sup>d2</sup>
	1,50	1,10 ± 0,05 <sup>d1</sup>	1,10 ± 0,19 <sup>d1</sup>	1,10 ± 0,05 <sup>d1</sup>
Con azúcar añadida (30 °Brix)	0	0,69 ± 0,05 <sup>b1</sup>	0,68 ± 0,07 <sup>b1</sup>	0,62 ± 0,12 <sup>b1</sup>
	0,75	0,65 ± 0,27 <sup>a1</sup>	0,64 ± 0,29 <sup>ab1</sup>	0,59 ± 0,22 <sup>ab1</sup>
	1,50	0,66 ± 0,09 <sup>ab1</sup>	0,62 ± 0,23 <sup>a1</sup>	0,56 ± 0,17 <sup>a1</sup>

Valores expresados como media ± desviación estándar, número de réplicas = 3

Letras diferentes en la misma columna indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre cada condición ( $p > 0,05$ ).

Números diferentes en la misma fila indica que existen diferencias estadísticamente significativas para entre cada tiempo (semana 0; 1 y 4)

En la semana 1, la acidez de la mayoría de las láminas tendió a disminuir ligeramente, destacándose que las láminas sin azúcar añadida y pectina añadida no se diferenciaron estadísticamente entre sí, al igual como sucedió con las láminas con azúcar y pectina añadida.

Para la semana 4, se observó de nuevo una ligera disminución de la acidez total, tanto en las láminas sin azúcar añadida y con pectina añadida y en las de con azúcar y pectina añadida. Lo que parece indicar que existe un efecto sobre la acidez total en el tiempo relacionado con la pectina añadida.

#### 4.5 Color.

Vale destacar en general, que después de 4 semanas de almacenamiento la luminosidad disminuyó, presentando todas las láminas una luminosidad de media a baja. En cada caso (con y sin azúcar añadida), hacia la semana cuatro, la luminosidad de las láminas con pectina añadida fue diferente de las que no se les añadió pectina.

**Tabla 16.** Luminosidad ( $L^*$ ) del color de las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de elaboradas.

Luminosidad ( $L^*$ )				
Formulación	Pectina añadida (%)	Semana 0	Semana 1	Semana 4
Sin azúcar añadida (20 °Brix)	0	36,39 ± 0,01 <sup>a1</sup>	34,55 ± 0,01 <sup>a1</sup>	35,23 ± 1,44 <sup>a1</sup>
	0,75	50,36 ± 0,01 <sup>d1</sup>	36,05 ± 0,08 <sup>b2</sup>	35,21 ± 0,88 <sup>a3</sup>
	1,50	44,51 ± 0,02 <sup>c1</sup>	34,36 ± 0,01 <sup>a2</sup>	37,15 ± 2,70 <sup>b3</sup>
Con azúcar añadida (30 °Brix)	0	39,80 ± 0,02 <sup>b1</sup>	38,10 ± 0,01 <sup>c2</sup>	34,12 ± 0,97 <sup>a3</sup>
	0,75	39,85 ± 0,02 <sup>b1</sup>	42,21 ± 0,01 <sup>d2</sup>	43,63 ± 0,15 <sup>c3</sup>
	1,50	45,02 ± 0,01 <sup>c1</sup>	43,24 ± 0,00 <sup>d2</sup>	42,55 ± 0,05 <sup>c1</sup>

Valores expresados como media ± desviación estándar, número de réplicas = 3

Letras diferentes en la misma columna indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre cada condición ( $p > 0,05$ ).

Números diferentes en la misma fila indica que existen diferencias estadísticamente significativas para entre cada tiempo (semana 0; 1 y 4)

Según tales resultados, la pectina provocó que la disminución de la luminosidad de las láminas fuese menor, especialmente en las láminas con azúcar añadida.

En cuanto al matiz ( $a^*$ ), en todas las láminas se puede observar en la tabla 17 que al pasar el tiempo este disminuye ligeramente, es decir va disminuyendo el rojo.

Las láminas sin azúcar añadida no se diferencian estadísticamente en cuanto al matiz en la semana 4 (tabla 17), por lo que se puede pensar que a medida que pasa el tiempo se hace estable este parámetro para estas láminas de mango. Este mismo comportamiento ocurre en las láminas con azúcar añadida y sin pectina añadida y las láminas con azúcar añadida y 0,75% de pectina añadida, sólo en las láminas con azúcar añadida y 0,75% de pectina añadida el valor de  $a^*$  fue significativamente diferente.

**Tabla 17.** Matiz ( $a^*$ ) del color de las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de elaboradas.

Matiz ( $a^*$ )				
Formulación	Pectina añadida (%)	Semana 0	Semana 1	Semana 4
Sin azúcar añadida (20 °Brix)	0	18,94 ± 0,03 <sup>a1</sup>	15,08 ± 0,00 <sup>a1</sup>	17,38 ± 0,28 <sup>a1</sup>
	0,75	24,24 ± 0,02 <sup>d1</sup>	15,51 ± 0,05 <sup>a2</sup>	16,78 ± 2,71 <sup>a2</sup>
	1,50	22,54 ± 0,04 <sup>c1</sup>	17,13 ± 0,07 <sup>b2</sup>	17,17 ± 0,82 <sup>a3</sup>
Con azúcar añadida (30 °Brix)	0	21,77 ± 0,03 <sup>bc1</sup>	18,39 ± 0,02 <sup>bc1</sup>	21,20 ± 0,81 <sup>b1</sup>
	0,75	23,26 ± 0,03 <sup>cd1</sup>	19,51 ± 0,02 <sup>c1</sup>	21,00 ± 0,19 <sup>b2</sup>
	1,50	20,59 ± 0,03 <sup>b1</sup>	17,97 ± 0,02 <sup>b1</sup>	16,80 ± 0,09 <sup>a2</sup>

Valores expresados como media ± desviación estándar, número de réplicas = 3

Letras diferentes en la misma columna indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre cada condición ( $p > 0,05$ ).

Números diferentes en la misma fila indica que existen diferencias estadísticamente significativas para entre cada tiempo (semana 0; 1 y 4)

Igualmente, en todas las láminas para el parámetro de  $b^*$  de color se puede observar un comportamiento general de disminución de su valor al pasar el tiempo de almacenamiento (tabla 18). Esta misma tendencia se presentó en el trabajo con láminas de Durian de Che Man y colaboradores (1995), en tal caso el tiempo de almacenamiento fue de 3 meses y  $b^*$  disminuyó de 35,1 a 24,7; disminuyendo así la intensidad del color amarillo del producto.

**Tabla 18.** Intensidad (b\*) del color de las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de elaboradas.

Intensidad (b*)				
Formulación	Pectina añadida (%)	Semana 0	Semana 1	Semana 4
Sin azúcar añadida (20 °Brix)	0	34,71 ± 0,10 <sup>a1</sup>	36,32 ± 0,03 <sup>a1</sup>	38,03 ± 2,46 <sup>b2</sup>
	0,75	47,75 ± 0,14 <sup>b1</sup>	38,97 ± 0,18 <sup>ab1</sup>	40,52 ± 6,64 <sup>bc1</sup>
	1,50	48,30 ± 0,28 <sup>b1</sup>	41,17 ± 0,08 <sup>b1</sup>	34,39 ± 1,01 <sup>a2</sup>
Con azúcar añadida (30 °Brix)	0	46,63 ± 0,06 <sup>b1</sup>	43,25 ± 0,12 <sup>b1</sup>	41,71 ± 4,13 <sup>c2</sup>
	0,75	55,31 ± 0,05 <sup>c1</sup>	43,33 ± 0,03 <sup>b2</sup>	45,14 ± 1,07 <sup>c1</sup>
	1,50	53,15 ± 0,15 <sup>c1</sup>	51,21 ± 0,09 <sup>c1</sup>	50,83 ± 0,03 <sup>d2</sup>

Valores expresados como media ± desviación estándar, número de réplicas = 3

Letras diferentes en la misma columna indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre cada condición ( $p > 0,05$ ).

Números diferentes en la misma fila indica que existen diferencias estadísticamente significativas para entre cada tiempo (semana 0; 1 y 4)

Se puede concluir que el paso del tiempo trae consigo pérdida de color para el producto, sin embargo al agregar a la mezcla inicial azúcar y pectina se crea una ligera protección y cierta estabilidad del color.

#### 4.6 Dureza.

Como se puede observar (tabla 19) a medida que transcurrió el tiempo, las láminas incrementaron su dureza, esto se evidencia en la figura 19, en donde se puede apreciar más claramente la tendencia del parámetro evaluado.

Después de una semana los valores de dureza de las láminas de mango se mantienen estables, pero hacia la semana 4 se observa un incremento considerable de la dureza. Entre las láminas elaboradas, la que presentó el menor valor de dureza fue la de azúcar añadida sin pectina añadida, seguida de la de azúcar añadida con 0,75% de pectina añadida.

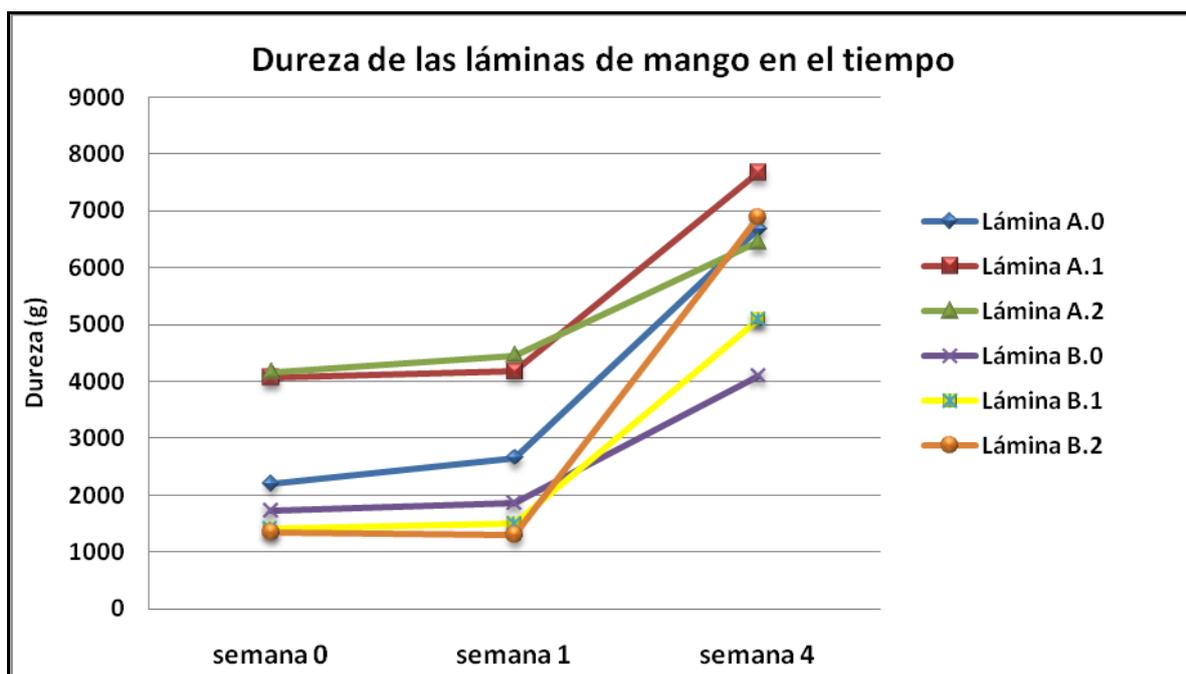
**Tabla 19.** Dureza de las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de elaboradas.

Dureza (g)				
Formulación	Pectina añadida (%)	Semana 0	Semana 1	Semana 4
Sin azúcar añadida (20 °Brix)	0	2202,55 ± 108,73 <sup>b1</sup>	2656,63 ± 291,13 <sup>c2</sup>	6678,73 ± 104,03 <sup>cd2</sup>
	0,75	4066,58 ± 297,51 <sup>c1</sup>	4173,25 ± 290,68 <sup>d2</sup>	7667,76 ± 585,27 <sup>e3</sup>
	1,50	4165,95 ± 147,38 <sup>c1</sup>	4456,28 ± 229,91 <sup>d2</sup>	6452,26 ± 120,94 <sup>c1</sup>
Con azúcar añadida (30 °Brix)	0	1716,74 ± 119,95 <sup>a1</sup>	1857,81 ± 139,70 <sup>b2</sup>	4093,59 ± 158,96 <sup>a1</sup>
	0,75	1414,32 ± 96,23 <sup>a1</sup>	1497 ± 18,65 <sup>a1</sup>	5086,49 ± 380,65 <sup>b2</sup>
	1,50	1341,75 ± 118,94 <sup>a1</sup>	1292,32 ± 75,93 <sup>a1</sup>	6871,78 ± 250,30 <sup>d2</sup>

Valores expresados como media ± desviación estándar, número de réplicas = 3

Letras diferentes en la misma columna indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre cada condición (p > 0,05).

Números diferentes en la misma fila indica que existen diferencias estadísticamente significativas para entre cada tiempo (semana 0; 1 y 4)



A: sin azúcar añadida; B: con azúcar añadida. 0: 0% de pectina añadida; 1: 0,75% de pectina añadida; 2: 1,5% de pectina añadida.

**Figura 19.** Dureza de las láminas de mango, evaluada en el tiempo de almacenamiento.

Según los resultados obtenidos, en las láminas con azúcar añadida y con una cantidad de pectina añadida entre 0 y 0,75%, en el tiempo se favoreció su dureza, si se comparan con aquellas a las que no se les añadió azúcar.

#### 4.7 Microbiología.

En las tablas 20 y 21 se pueden apreciar los resultados del recuento de aerobios mesófilos y mohos y levaduras realizados en las láminas de mango durante el tiempo de almacenamiento. Como se puede observar el crecimiento se mantuvo entre cero y una colonia tanto para aerobios mesófilos, como para mohos y levaduras. En este sentido, se tiene que las láminas de mango pueden ser alimentos de excelente calidad sanitaria, la cual se mantiene inalterable luego de 4 semanas de almacenamiento. Obviamente esto se debe a que el producto tiene un bajo pH y posee baja actividad de agua, valor que se encuentra por debajo del necesario para que dichos microorganismo crezcan (entre 0,53 y 0,60).

**Tabla 20.** Recuento de aerobios mesófilos en las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de elaboradas.

<b>Aerobios mesófilos (UFC/g)</b>				
<b>Formulación</b>	<b>Pectina añadida (%)</b>	<b>Semana 0</b>	<b>Semana 1</b>	<b>Semana 4</b>
Sin azúcar añadida (20 °Brix)	0	<10	<10	< 100
	0,75	< 100	< 100	< 100
	1,50	< 100	< 100	< 100
Con azúcar añadida (30 °Brix)	0	<10	<10	< 100
	0,75	<10	<10	< 100
	1,50	<10	<10	< 100

Valores expresados como media  $\pm$  desviación estándar, número de réplicas = 3

Letras diferentes en la misma fila indican que existen diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ )

**Tabla 21.** Recuento de mohos y levaduras en las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de elaboradas.

<b>Mohos y levaduras (UFC/g)</b>				
<b>Formulación</b>	<b>Pectina añadida (%)</b>	<b>Semana 0</b>	<b>Semana 1</b>	<b>Semana 4</b>
Sin azúcar añadida (20 °Brix)	0	<10	<10	< 10
	0,75	< 10	< 10	< 10
	1,50	< 10	< 10	< 100
Con azúcar añadida (30 °Brix)	0	<10	<10	< 100
	0,75	<10	<10	< 100
	1,50	<10	<10	< 100

Valores expresados como media  $\pm$  desviación estándar, número de réplicas = 3

Letras diferentes en la misma fila indican que existen diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ )

## 4.8 Evaluación Sensorial.

### 4.8.a. Color.

En la tabla 22 se pueden observar los resultados de la evaluación sensorial del color. Se puede apreciar que en general las láminas no variaron en cuanto a su aceptación de color a lo largo de las 4 semanas de almacenamiento, excepto por la lámina sin azúcar añadida y 1,5% de pectina añadida, que para la semana 4 disminuyó su aceptación de “me gusta moderadamente” a “me gusta ligeramente”.

**Tabla 22.** Evaluación sensorial del color de las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de elaboradas.

Evaluación sensorial - COLOR				
Formulación	Pectina añadida (%)	Semana 0	Semana 1	Semana 4
Sin azúcar añadida (20 °Brix)	0	6,07 ± 1,67 <sup>a1</sup>	6,67 ± 1,05 <sup>ab1</sup>	6,60 ± 1,12 <sup>ab1</sup>
	0,75	7,67 ± 0,90 <sup>b1</sup>	7,60 ± 1,06 <sup>b1</sup>	7,53 ± 1,06 <sup>b1</sup>
	1,50	7,20 ± 1,66 <sup>b1</sup>	7,67 ± 1,05 <sup>b1</sup>	6,47 ± 0,99 <sup>a2</sup>
Con azúcar añadida (30 °Brix)	0	6,47 ± 1,41 <sup>a1</sup>	5,93 ± 0,96 <sup>a1</sup>	6,07 ± 1,16 <sup>a1</sup>
	0,75	7,20 ± 1,01 <sup>ab1</sup>	7,33 ± 1,11 <sup>b1</sup>	7,47 ± 1,13 <sup>b1</sup>
	1,50	8,13 ± 0,74 <sup>b1</sup>	8,07 ± 0,80 <sup>b1</sup>	7,53 ± 1,13 <sup>b1</sup>

Valores expresados como media ± desviación estándar, número de réplicas = 3

Letras diferentes en la misma columna indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre cada condición ( $p > 0,05$ ).

Números diferentes en la misma fila indica que existen diferencias estadísticamente significativas para entre cada tiempo (semana 0; 1 y 4)

Por otro lado, se observa que las láminas a las cuales se les añadió pectina no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre sí.

Igualmente se puede observar que las láminas a las que se les añadió pectina, fueron mejor evaluadas durante las 4 semanas, que aquellas a las que no se les añadió. En este sentido se tiene, que la adición de pectina mejoró el color de las láminas de mango durante el tiempo que duró el estudio, con excepción del caso antes mencionado.

#### 4.8.b. Olor.

En la tabla 23 se puede observar que en cuanto a la evaluación sensorial de olor, las láminas sin azúcar añadida no presentaron diferencias estadísticamente significativa entre sí durante el tiempo de almacenamiento, manteniéndose la evaluación como “me es indiferente”.

**Tabla 23.** Evaluación sensorial del olor de las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de elaboradas.

Evaluación sensorial - OLOR				
Formulación	Pectina añadida (%)	Semana 0	Semana 1	Semana 4
Sin azúcar añadida (20 °Brix)	0	5,20 ± 0,94 <sup>a1</sup>	5,00 ± 0,85 <sup>a1</sup>	5,47 ± 1,30 <sup>a1</sup>
	0,75	5,60 ± 1,18 <sup>a1</sup>	5,00 ± 0,65 <sup>a1</sup>	5,33 ± 1,05 <sup>a1</sup>
	1,50	5,20 ± 0,86 <sup>a1</sup>	5,13 ± 0,83 <sup>a1</sup>	5,33 ± 1,35 <sup>a1</sup>
Con azúcar añadida (30 °Brix)	0	5,80 ± 0,94 <sup>a1</sup>	5,53 ± 1,06 <sup>ab1</sup>	5,80 ± 1,08 <sup>a1</sup>
	0,75	6,73 ± 1,49 <sup>b1</sup>	6,27 ± 1,22 <sup>b1</sup>	6,53 ± 1,19 <sup>b1</sup>
	1,50	6,80 ± 1,32 <sup>b1</sup>	5,93 ± 1,22 <sup>ab12</sup>	5,33 ± 0,90 <sup>a2</sup>

Valores expresados como media ± desviación estándar, número de réplicas = 3

Letras diferentes en la misma columna indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre cada condición ( $p > 0,05$ ).

Números diferentes en la misma fila indica que existen diferencias estadísticamente significativas para entre cada tiempo (semana 0; 1 y 4)

En cuanto a las láminas con azúcar añadida, aunque inicialmente aquellas a las que se les añadió pectina fueron mejor evaluadas, a las 4 semanas su evaluación fue similar a la de sin pectina añadida, estando dicha evaluación entre “me es indiferente” y “me gusta ligeramente”.

Es válido resaltar que el tiempo de almacenamiento no influyó significativamente en el aroma del producto.

#### 4.8.c. Sabor.

En la tabla 24 se puede observar, que la evaluación sensorial de las láminas sin azúcar añadida, se mantuvo sin cambios a lo largo de las 4 semanas de almacenamiento; no presentándose diferencias estadísticamente significativas entre ellas en ningún momento. El mismo caso se presentó con las láminas de azúcar añadida.

Igualmente, durante todo el almacenamiento, las láminas con azúcar añadida fueron mejor evaluadas (“me gusta moderadamente”), que las láminas a las que no se les adicionó azúcar (“me gusta ligeramente”).

**Tabla 24.** Evaluación sensorial del sabor de las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de elaboradas.

Evaluación sensorial - SABOR				
Formulación	Pectina añadida (%)	Semana 0	Semana 1	Semana 4
Sin azúcar añadida (20 °Brix)	0	5,53 ± 2,23 <sup>a1</sup>	6,07 ± 2,09 <sup>a1</sup>	5,60 ± 1,64 <sup>a1</sup>
	0,75	6,53 ± 1,46 <sup>ab1</sup>	6,33 ± 1,45 <sup>a1</sup>	6,27 ± 1,39 <sup>ab1</sup>
	1,50	5,87 ± 1,85 <sup>a1</sup>	6,60 ± 1,24 <sup>ab1</sup>	5,93 ± 1,53 <sup>a1</sup>
Con azúcar añadida (30 °Brix)	0	7,60 ± 1,35 <sup>b1</sup>	7,73 ± 0,80 <sup>b1</sup>	7,67 ± 0,98 <sup>c2</sup>
	0,75	7,40 ± 0,99 <sup>b1</sup>	7,00 ± 1,07 <sup>b1</sup>	7,20 ± 1,32 <sup>bc1</sup>
	1,50	7,67 ± 1,05 <sup>b1</sup>	7,40 ± 1,06 <sup>b1</sup>	7,07 ± 1,49 <sup>bc1</sup>

Valores expresados como media ± desviación estándar, número de réplicas = 3

Letras diferentes en la misma columna indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre cada condición ( $p > 0,05$ ).

Números diferentes en la misma fila indica que existen diferencias estadísticamente significativas para entre cada tiempo (semana 0; 1 y 4)

Como se puede apreciar en la tabla 24, el tiempo no influyó significativamente en el sabor del producto y esto se ve reflejado en el hecho de que la preferencia de los panelista no se vio alterada, manteniéndose en el tiempo la misma evaluación de la semana 0.

#### 4.8.d. Dureza.

En la tabla 25 se pueden apreciar los resultados de la evaluación sensorial de la dureza de las láminas de mango durante el almacenamiento. Se puede observar que la aceptación por este atributo disminuyó en el tiempo, obviamente debido al aumento de la dureza de las láminas, lo cual fue constatado en las mediciones hechas en el texturómetro (tabla 19). Dentro de los comentarios del panel, se reflejó el hecho de que las láminas estaban más duras al masticar y menos flexibles.

**Tabla 25.** Evaluación sensorial de la dureza de las láminas de mango enriquecidas con calcio a las 0; 1 y 4 semanas de almacenamiento.

Evaluación sensorial - DUREZA				
Formulación	Pectina añadida (%)	Semana 0	Semana 1	Semana 4
Sin azúcar añadida (20 °Brix)	0	6,33 ± 1,63 <sup>b1</sup>	6,40 ± 1,40 <sup>ab12</sup>	5,40 ± 1,59 <sup>a2</sup>
	0,75	6,60 ± 1,24 <sup>b1</sup>	6,47 ± 0,92 <sup>ab12</sup>	5,20 ± 1,42 <sup>a2</sup>
	1,50	5,00 ± 1,60 <sup>a1</sup>	5,73 ± 1,49 <sup>a1</sup>	4,80 ± 1,42 <sup>a1</sup>
Con azúcar añadida (30 °Brix)	0	7,27 ± 1,28 <sup>b1</sup>	7,00 ± 0,93 <sup>ab1</sup>	6,87 ± 1,25 <sup>b1</sup>
	0,75	7,20 ± 1,37 <sup>b1</sup>	7,07 ± 1,16 <sup>b1</sup>	5,80 ± 1,42 <sup>ab1</sup>
	1,50	6,67 ± 1,35 <sup>b1</sup>	6,20 ± 1,26 <sup>ab12</sup>	5,13 ± 1,46 <sup>a2</sup>

Valores expresados como media ± desviación estándar, número de réplicas = 3

Letras diferentes en la misma columna indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre cada condición ( $p > 0,05$ ).

Números diferentes en la misma fila indica que existen diferencias estadísticamente significativas para entre cada tiempo (semana 0; 1 y 4)

Se puede concluir que por lo general, la evaluación de la dureza de las láminas se vio afectada en el tiempo de manera negativa, con excepción de las láminas con azúcar añadida y sin pectina añadida; lo cual interesantemente se vio reflejado en las mediciones de dureza realizadas en el texturómetro. De esta forma pareciese que añadirle azúcar a las láminas favorece la dureza después de 4 semanas de almacenamiento, siempre y cuando no les añada pectina.

## 5 Evaluación sensorial por consumidores de las láminas de mango enriquecidas con calcio.

Se realizó la prueba de evaluación sensorial por consumidores, para evaluar la aceptación del producto final. Para ello se escogieron dos formulaciones la 1 y 2 presentadas en la tabla 5, las cuales corresponden a la lámina con azúcar añadida y sin adición de pectina (B.0) y la lámina con azúcar añadida y 0,75% de pectina añadida (B.1). Se escogieron estas dos láminas debido a que en las evaluaciones sensoriales previas resultaron ser las mejor evaluadas.

Como se mencionó anteriormente la evaluación se realizó a 80 personas de los cuales 47 pertenecían al género femenino y 36 al masculino. En la tabla 26 se pueden observar los resultados de la evaluación sensorial por consumidores de las láminas, y en las figuras 20 y 21 se pueden visualizar gráficamente los resultados de la evaluación de cada lámina, para cada punto de la escala hedónica.

**Tabla 26.** Evaluación sensorial por consumidores, de láminas de mango enriquecidas con calcio.

Formulación	Evaluación	
Lámina B.0	1,25 ± 0,55 <sup>a</sup>	“Me gusta”
Lámina B.1	1,63 ± 0,76 <sup>b</sup>	“Me es indiferente”

N = 80

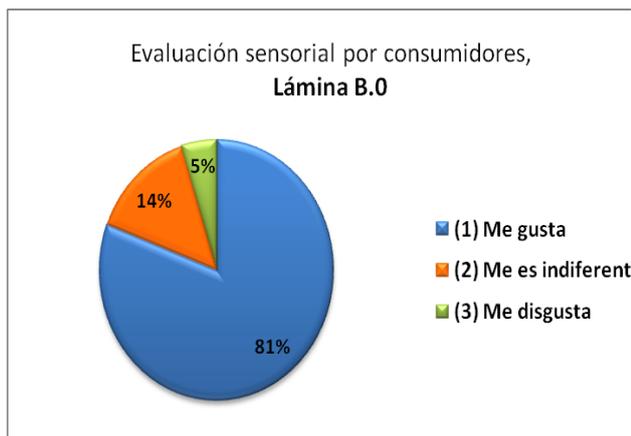
Lámina B.0: con azúcar añadida y sin pectina añadida.

Lámina B.1: con azúcar añadida y con 0,75% de pectina añadida

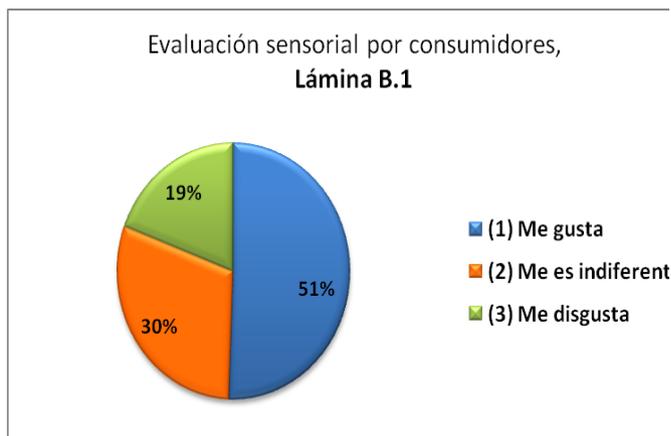
Escala hedónica de 3 puntos: (1) Me gusta, (2) Me es indiferente y (3) Me disgusta

Valores expresados como media ± desviación estándar.

Letras diferentes en la misma fila indican que existen diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ )



**Figura 20.** aceptación por consumidores para la lámina de mango enriquecida con calcio, con azúcar añadida y sin pectina añadida. Escala hedónica de 3 puntos: “me gusta”; “me es indiferente” y “me disgusta”



**Figura 21.** aceptación por consumidores para la lámina de mango enriquecida con calcio, con azúcar añadida y 0,75% de pectina añadida. Escala hedónica de 3 puntos: “me gusta”; “me es indiferente” y “me disgusta”

Según los resultados obtenidos, estadísticamente la evaluación sensorial de las láminas fue diferente, siendo mejor aceptada entre los consumidores la lámina B.0 (con azúcar y sin pectina añadida), la cual presentó un 81 % de aceptación como “me gusta”, que constituye un porcentaje mayor que el que presentó la lámina B.1 (con azúcar y con 0,75% de pectina añadida), con un 51% de evaluación como “me gusta”.

Por otra parte, en la tabla 27 se pueden observar los resultados de aceptación diferenciados según el género para ambas láminas, teniéndose que cada lámina fue evaluada igual por ambos géneros. No obstante, cuando se compara la evaluación dentro de cada género, se tiene que el femenino evaluó de forma similar las dos láminas, en tanto que el masculino las evaluó diferente, evaluando mejor la formulación sin pectina (B.0).

**Tabla 27.** Evaluación sensorial por consumidores, según género, de láminas de mango enriquecidas con calcio.

Formulación	Género	
	Femenino	Masculino
<b>Lámina B.0</b>	1,19 ± 0,52 <sup>a1</sup>	1,31 ± 0,58 <sup>a1</sup>
<b>Lámina B.1</b>	1,61 ± 0,73 <sup>a1</sup>	1,64 ± 0,80 <sup>a2</sup>

Lámina B.0: con azúcar añadida y sin pectina añadida.

Lámina B.1: con azúcar añadida y con 0,75% de pectina añadida

Escala hedónica de 3 puntos: (1) Me gusta, (2) Me es indiferente y (3) Me disgusta

N = 72 (36 mujeres y 36 hombres)

Valores expresados como media ± desviación estándar.

Letras diferentes en la misma fila indican que existen diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ )

Números en superíndice diferentes en la misma columna indican que existen diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ )

Considerando otro aspecto, es posible observar la aceptabilidad de las láminas por edad en la tabla 28, en donde los consumidores se agruparon en función de ser mayores o menores de 20 años. Se puede apreciar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las láminas evaluadas para ambos grupos de edades. De esta forma, por un lado, ambos grupos etarios evaluaron de igual manera cada lámina y por el otro, cada grupo evaluó de igual forma ambas láminas.

De la evaluación sensorial por consumidores de las láminas de mango, se desprende que en términos generales ambas láminas tienden a ser evaluadas de forma similar por los consumidores, ya se considere su género o edad (mayores o menores de 20 años); no obstante, el género masculino evaluó mejor la lámina elaborada añadiéndole azúcar pero sin añadir pectina. Así, la lámina con azúcar añadida y sin pectina fue evaluada por los consumidores en todos los casos como “me gusta”.

**Tabla 28.** Evaluación sensorial para consumidores, según edad, para las láminas de mango enriquecidas con calcio.

Formulación	Edad	
	Menores de 20 años	Mayores de 20 años
Lámina B.0	1,19 ± 0,40 <sup>a1</sup>	1,48 ± 0,51 <sup>a1</sup>
Lámina B.1	1,33 ± 0,66 <sup>a1</sup>	1,71 ± 0,85 <sup>a1</sup>

Lámina B.0: con azúcar añadida y sin pectina añadida.

Lámina B.1: con azúcar añadida y con 0,75% de pectina añadida

(1) Me gusta, (2) Me es indiferente y (3) Me disgusta

N = 21 personas (21 personas para edades < 20 años y 21 personas para edades > 20 años)

Valores expresados como media ± desviación estándar.

Letras diferentes en la misma fila indican que existen diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ )

Números en superíndice diferentes en la misma columna indican que existen diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ )

## 6 Ración para consumo de las láminas de mango enriquecidas con calcio (láminas B.0 y B.1).

La ración recomendable de consumo se calculó en base a la cantidad de calcio que poseen las láminas de mango. Como desde un principio se planteó que la porción lista para consumo de las láminas de mango debía tener la misma cantidad de calcio presente en un vaso de leche de 200 mL., es decir, 120 mg de calcio, la ración recomendada debía ser aquella que proporcionara esa cantidad de calcio. En este sentido, para la mezcla B.0 se calculó que la porción que posee 120 mg de calcio, corresponde a una lámina de mango de dimensiones de 12 cm de largo por 3 cm de ancho, es decir un área de 36 cm<sup>2</sup> (dicho tamaño es semejante a una tableta de chocolate de 30g).

Para la lámina B.1, se calculó que la porción que contiene 120 mg de calcio está constituida por una lámina de mango de dimensiones de 10 cm de largo por 3 cm de ancho, es decir un área de 30 cm<sup>2</sup>.

Según los requerimiento diarios de calcio señalados por Palacios (2007), dichas raciones aportarían el 9,23 % del requerimiento para adolescentes con edades

comprendidas entre 9 y 18 años; el 12% del requerimiento para adultos con edades comprendidas entre 19 y 50 años; y por último, el 10% del requerimiento para adultos con edades por encima de los 50 años.

## 7 Calorías aportadas por las láminas de mango enriquecidas con calcio (láminas B.0 y B.1).

Según la Tabla de Composición de Alimentos Para Uso Práctico (2001), el aporte calórico del producto se puede expresar en Kilocalorías por 100 g de parte comestible y se emplea el factor 4 para determinar las calorías que aportan los carbohidratos totales. En el presente caso se tomaron en cuenta sólo los carbohidratos, ya que el contenido de proteínas y lípidos de las láminas se estimó escaso, por lo que su aporte calórico se consideró poco significativo.

En la tabla 29 se pueden observar los resultados de los cálculos del contenido calórico aportado por las láminas de mango enriquecidas con calcio. Se puede apreciar que las calorías aportadas por dichas láminas, se encuentran entre 293 y 314 kilocalorías por 100 g de producto. De esta forma, en función de su contenido calórico, las láminas de mango se podrían considerar como una buena fuente de energía.

**Tabla 29.** Calorías aportadas por las láminas de mango enriquecidas con calcio.

Mezclas seleccionadas Para evaluación de consumidores	Azúcares totales en 100g de producto (%)	Calorías en (Kcal por 100g )
<b>Lámina B.0</b> (mezcla con 30°Brix y 0% de pectina añadida)	78,37	314
<b>Lámina B.1</b> (mezcla con 30 °Brix y 0,75% de pectina añadida)	73,22	293

## VII CONCLUSIÓN

Utilizando pulpa de mango variedad Bocado, fue posible desarrollar láminas flexibles enriquecidas con calcio, las cuales se caracterizaron por su bajo contenido de agua, alto contenido de azúcares, alta acidez y baja actividad de agua. Dichas láminas se podrían considerar como una buena fuente de energía, ya que 100 g de las mismas aportan entre 293 y 314 kilocalorías. Junto a esto, la ración propuesta tiene dimensiones de 30 a 36 cm<sup>2</sup>, la cual suministraría la cantidad de calcio presente en un vaso de leche, y que equivale al 9,23% del requerimiento de adolescentes entre 9 y 18 años de edad.

En el desarrollo del producto se evaluó el efecto que tiene en las características de las láminas, el adicionar azúcar a la pulpa de mango, como una forma de incrementar el contenido de sólidos solubles antes de la deshidratación. Así, añadir azúcar produjo láminas de menores pH y actividad de agua, menor contenido de cenizas, menor dureza medida en el texturómetro y valores mayores de luminosidad (L\*), matiz (a\*) e intensidad (b\*). Igualmente, aunque la evaluación sensorial del color, olor y dureza de las láminas no se vio afectada, la adición de azúcar mejoró la evaluación del sabor.

Por otro lado, se encontró que la adición de pectina a las láminas sin azúcar añadida, disminuyó su retención de agua e incrementó su dureza; mientras que en aquellas con azúcar añadida, disminuyó su contenido de sólidos solubles, observándose al mismo tiempo un efecto favorable sobre su color. Desde el punto de vista sensorial, en términos generales, la adición de pectina no afecta el sabor de las láminas, aunque sí favoreció su color y, específicamente en aquellas con azúcar añadida, también favoreció su olor. Por el contrario, la adición de 1,50% de pectina afectó negativamente la dureza de estas láminas.

Según las pruebas de estabilidad, después de 4 semanas, el pH de todas las láminas disminuyó ligeramente por debajo del pH inicial. Igualmente se encontró que durante el almacenamiento, se produjo pérdida de color en las láminas, aunque el agregar

azúcar y pectina propicia cierta estabilidad del color. Por su parte, las láminas con azúcar añadida y con pectina añadida entre 0 y 0,75%, resultaron considerablemente menos duras que el resto. Desde el punto de vista sensorial, después de 4 semanas no se afectó significativamente el olor y sabor del producto, pero contradictoriamente, aunque la adición de pectina mejoró el color de las láminas, se encontró que añadirle azúcar a estas favorece su dureza, siempre y cuando no les añada pectina. Se tiene que las láminas de mango pueden ser alimentos de excelente calidad sanitaria, la cual se mantiene inalterable luego de 4 semanas de almacenamiento

Las láminas de mango fueron evaluadas aceptablemente por los consumidores, independientemente de su género o edad (menores o mayores de 20 años); no obstante, el género masculino evaluó mejor la lámina elaborada con azúcar añadida pero sin añadir pectina.

## **VIII RECOMENDACIONES.**

1. Realizar más estudios con láminas de mango, evaluando su estabilidad por hasta tres meses.
2. Probar nuevas formulaciones para la elaboración de láminas de mango a fin de mejorar aún su aceptabilidad.
3. Realizar estudios con láminas de frutas a fin de proponer el empaquete ideal.
4. Evaluar el tamaño de las raciones de las láminas de mango enriquecidas con calcio, considerando la cantidad que se puede consumir antes de saciarse, junto con su costo de producción.

## IX REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Addosio, R.D., Páez, G., Marín, M., Mármol, Z. y Ferrer, J. 2005. Obtención y caracterización de pectina a partir de la cáscara de parchita (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Degener). *Revista de la Facultad de Agronomía LUZ*. v.22 n.3 Maracaibo.
- Ahmad, S., Vashney A., y Srivasta, P. 2005. Quality attributes of fruit bar made from papaya and tomato by incorporating hydrocolloids. *International Journal of Food Properties*. 8 (1). pp. 89 – 100.
- Álvarez, J.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*. Caracas – Venezuela.
- Association of Official Analytical Chemist (**AOAC**). 1990. *Official Methods of Analysis*. 2, 15<sup>th</sup> edition. Arlington Virginia. 914 – 916.
- Association of Official Analytical Chemist (**AOAC**). 1980. *Official Methods of Analysis*, 13<sup>th</sup> edition. Washington DC, 363.
- Astiasarán, I y Martínez A. 1999. *Alimentos, Composición y Propiedades*. Mc Graw-Hill. Interamericana España, 1<sup>a</sup> edición. pp. 415-417.
- Avilán, L. y Renginfo, C. 1990. *El Mango*. Edit. América. Caracas. 15 – 16; 337.
- Avilán, L. Leal, F y Escalante E. 1981. Áreas potenciales para el desarrollo de especies frutales en el país. V. El mango. *Revista de la Facultad de Agronomía (UCV)* 12 (1-2): 123 – 135.
- Avilán, L. Rodríguez M. y Ruiz J. 1998a. *Variedades. El Cultivo del Manguero en Venezuela*. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Editorial FONALAP. Maracay, Venezuela. pp. 59 – 92.

- Azócar, J. 1977. Caracterización físico-química de cuatro variedades de mango y su utilización en la fabricación de néctares enlatados. *Tesis de Grado para optar al título de Licenciado en Biología*. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela.
- Babalola, S., Ashaye, O., Babalola, O. y Aina, J. 2002. Effect of cold temperatura storage on the quality attributes of pawpaw and guava leathers. *African Journal Biotechnology*. 1 (2). pp. 61 – 63.
- Bains, M.S., Pamaswamy, H.S., LO, K.V. 1989. Tray drying of Apple puree. *Journal of Food Engineering*. 9. pp 195 – 201.
- Bello, J. 2005. *Calidad de Vida, Alimentos y Salud Humana: Fundamentos Científicos*. Ediciones Días de Santos. Cap 7. pp. 357 - 358.
- Bender, A. 1973. *Elementos Minerales*. Nutrición y Alimentos Dietéticos. Editorial Acribia. Cap. 15. Pp. 237 – 242.
- Bolin. H.R., Nury, F. S. y Brekke, J. E. 1973. *Fruits*. Westport, CN: AVI Publishing. pp. 158-198.
- Bressani, R y Elías, L. 1976. *Development of New Highly Nutritious Food Products*. Man, Food and Nutrition. Editado por Rechcigl, M. CRC Press. 2<sup>da</sup> Edición. pp. 251 – 274.
- Briceño, S., Zambrano, J. Materano, W., Quintero, I. y Valera, A. 2005. *Calidad de los frutos de mango 'bocado', madurados en la planta y fuera de la planta cosechados en madurez fisiológica*. ULA. Núcleo Universitario Rafael Rangel. Grupo de Investigación de Fisiología de Postcosecha.
- Calvo, M. 2009. Bioquímica de los Alimentos. Disponible en [www.milksci.unizar.es/bioquimica/uso.html](http://www.milksci.unizar.es/bioquimica/uso.html).

- Camacho, A., M.Giles, A.Ortegón, M.Palao, B.Serrano y O.Velázquez. 2009. Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos. 2ª ed. Facultad de Química, UNAM. México. pp 73.
- Carreño, R., Emaldi, U., Granados, A. y Avilán, L. 1993. Evaluación de algunas variedades de mangos provenientes del Banco de Germoplasma de FONAIAP. *XLIII Convención Anual AsoVac. Acta Científica Venezolana*. **44** (Sup. 1): 311.
- Cegarra, J. 1968. Estudio comparativo de algunos índices químicos y físicos en variedades de mango (*Mangifera indica* L.) injertados importantes desde el punto de vista de su aprovechamiento industrial. *Revista Facultad de Agronomía*. (Maracay). 4 (4): 5 – 23.
- Chan, H y Cavaletto C. 1978. Dehydration and storage stability of papaya leather. *Journal of Food Science*. **43**. pp. 1723 – 1725.
- Che Man, Y., Irwandi J. 1995. Durian leather: Development, properties and storage stability. *Journal of Food Quality*. **19**. pp. 479 – 489.
- Che Man, Y. y Taufik, B. 1995. Development and stability of jack fruit leather. *Tropical Science*. **35** (3): 245 – 250.
- Che Man, Y., Irwandi, J., Yusof, S., Selamat, J. y Sugisawa, H. 1997. Effects of different dryers and drying conditions on acceptability and physic-chemical characteristics of Durian leather. *Journal of Food Processing and Preservation*. **21**, pp. 425 – 441.
- Che Man, Y.B. 1998. Effects of Type of Packaging Materials on Physicochemical, Microbiological and Sensory Characteristics of Durian Fruit Leather During Storage. *Journal Science Food Agriculture*. **76**. 427 – 434.
- Collins, J., Washam-Hutsell, L. 1987. Physycal, chemical, sensory and microbiological attributes of sweet potato leather. *Journal of Science*. **52** (3), pp 646 – 648.

- Contretas, J. 2006. *Frutas, Verduras y Hortalizas en la Alimentación: una visión antropológica*. En Aranceta, J. y Pérez, C. Frutas, verduras y salud. España. Cap 11. pp. 187.
- COVENIN. 1978. Norma Venezolana 902. Alimentos. Métodos para recuento de microorganismos aerobios en placas de petri (1ª revisión). Ministerio del Poder Popular para la Industria Ligera y Comercio. Caracas – Venezuela. pp 1 - 6.
- COVENIN. 1990. Norma Venezolana 1337. Alimentos. Métodos para recuento de mohos y levaduras en placas de petri (1ª revisión). Ministerio del Poder Popular para la Industria Ligera y Comercio. Caracas – Venezuela. pp 1 - 6.
- Czyhrnciw, N. 1969. *Tropical Fruit Technology*. Adv. Food Res. **17**: pp. 153 – 214.
- Desai, B. 2000 Handbook of Nutrition and Diet. *Food Science and technology*. Edit Marcel Dekker, Inc. New York. pp. 25.
- Desrosier, N.W. 1983. Elementos de Tecnología de Alimentos. Editorial C.E.C.S.A.. México. Cap 9. pp. 267.
- Ekanayake, S. y Bandara L. 2002. Development of banana fruit leather. *Annals of the Sri Lanka Department of Agriculture*. **4**: 353 – 358.
- Food and Nutrition in Depth. 2001. *Nestlé Nutrition NSBD*, Vevey, Suiza, Marzo.
- Galán Sauco, V. 2000. *El cultivo del Mango*. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. pp. 298.
- Garcés, M. 1968. Pectina, pectinesterasa y ácido ascórbico en pulpas de frutas tropicales. Arch. Lat. De Nut. **18** (4): 401 – 412.
- García-Casal, M. 2007. Anales Venezolanos de Nutrición. **20** (2). 108.
- García, R.J. 1990. Elaboración de productos de humedad intermedia de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Bocado bajo tratamiento previo de: III.- Ósmosis en jarabe de sacarosa acidificado con cítrico y ascórbico y adición de sulfito y sorbato. *Tesis de Grado*. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela.

- Graterol, H.J. 1983. Uso de pulpas de mango de las variedades Haden y Bocado como ingredientes de helados y yogurt. *Tesis de Grado para optar al título de Licenciado en Agronomía*. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela.
- Guarte, R. Pott, I. y Muhlbauer, W. 2005. Influence of Drying Parameters on  $\beta$ -carotene Retention in Mango Leather. *Fruits*. **60**. 255 – 265.
- Henriette, M.C., Brito, E., Germano, E.G., Farias, L., Virna, L. y Bruno, L. 2005. Effect of drying and storage time on the physico-chemical properties of mango leathers. *International Journal of Food Science and Technology*. **41**, pp. 635 – 638.
- Huang, X. Hsieh, F. 2005. Physical properties, Sensory Attributes, and Consumer Preference of Pear Fruit Leather. *Journal of Food Science*. **70** (3). 177-186.
- Hulme, A. 1980. The Biochemistry of Fruits and their Products. Vol. 2. Ed. A. Hulme. USA. III edición. Cap. VI. pp 233 – 254.
- Ibarz, A. y Barbosa-Canovas, G. 2005. Operaciones unitarios de la ingeniería de alimentos. Editorial Mundi-Prensa Libros. pp. 865.
- International Food Information (IFIC) Council, 2006. Disponible en: <http://www.ific.org/>.
- Kaya, S., Maskan, A., Maskan, M. 2002. Effect of concentration and drying processes on color change of grape juice and leather (pestil). *Journal of Food Engineering*. **54**. 75 – 80.
- Kaya, S., Maskan, A., Maskan, M. 2002. Hot air and sun drying of grape juice and leather (pestil). *Journal of Food Engineering*. **54**. 81 – 88.
- Lewis, C.E. 1982. Elaboración de productos terminados a partir de mangos Zill y Bocado. *Tesis de Grado*. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela.
- Lodge, N. 1981. Kiwi Fruit: two novel processed products. *Food Technology in New Zealand*. **6** Cap 7, pp 35 – 43.
- Manresa, A. y Vicente, I. 2007. El Color en la Industria de Alimentos. Editorial Universitaria. Ciudad de la Habana. pp. 17 – 55.

- Merino, F. 2002. Elaboración de láminas de frutas ("fruit leathers") a partir de pulpa de Murta (*Ugni molinae Turcz*) congelada. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ingeniería en Alimentos. Universidad Austral de Chile, Chile.
- Ministerio de Agricultura y tierras (MAT) 2004. Ahora pasó a ser Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras (MPPAT) a partir del año 2008.
- Mossel, D. y García B. 1975. Microbiología de los Alimentos. Fundamentos para garantizar y comprobar la inocuidad y la calidad de los alimentos. Editorial Acribia S.A. (España). Primera edición. pp. 375.
- Nestlé Nutrition. 2001 El Rol del Calcio en el Cuerpo. Boletín Informativo de Nestlé América Central. Año 5, 4. Vevey, Suiza.
- Organización Mundial de la Salud. 2003 Consulta Mixta FAO/OMS de Expertos en Régimen Alimentario, Nutrición y Prevención de Enfermedades Crónicas. Serie de Informes Técnicos 916. Ginebra. pp 37 – 65.
- Orr, K.J. y Miller, C.D. 1955. Description and quality of some mango varieties grown in Hawaii and their suitability for freezing. Honolulu. Hawaii Agricultural Experiment Station. Bulletin n° 26.
- Palacios, C. 2007. Lo Nuevo en los Requerimientos del Calcio, propuesta para Venezuela. *Anales Venezolanos de Nutrición*. **20** (2). 99 – 107.
- Pérez, J.M. 2008. *Carbohidratos en los Alimentos*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. pp. 83.
- Pittier, H. 1926. Manual de las Plantas Usuales de Venezuela. Ed. Litografía Comercio. Venezuela. pp. 286 – 287.
- Popenoe, W. 1920. Manual of Tropical and Subtropical Fruits: Excluding the Banana, Coconut, Pineapple, Citrus Fruits, Olive and Fig. Kessinger Publishing, LLC. pp. 544.

- Potter, N. y Hotchkiss, J. 1995. *Ciencia de los Alimentos*. Edit Acribia. Zaragoza, España. Cap 3. pág 35.
- Raab, C., Oehler, N. 1976. *Making Dried Fruit Leather*. Oregon State University Extension Services. USA. pp. 232 - 235.
- Ranganna, S. 1977. *Manual of Analysis of Fruits and Vegetable Products*. McGraw-Hill. pp 5.
- Rao, V.S., Roy S.K. 1980a. Studies on dehydration of mango pulp: (i) Standardization for making mango sheet/leather. *Indian food Packer*. 64 – 71.
- Rao, V.S., Roy S.K. 1980b. Studies on dehydration of mango pulp: (ii) Storage studies of the mango sheet/leather. *Indian food Packer*. 72 – 79.
- Rathore, H. Masud, T. Sammi, S. Soomro, A. 2007. Effect of Storage on Physico-Chemical Composition and Sensory Properties of Mango (*Mangifera indica* L.) Variety Dosehari. *Pakistan Journal of Nutrition*, **16** (2).. 143-148.
- Rauch, G. 1965. *Jam Manufacture*. Second edition. Leonard Hill Book, London. pp. 115.
- Schokman, L. 1990. Mango primer. *Tropical Fruit World*. 1 (3): 18 – 19.
- Serpa, D. 1967. Estudio de 4 Variedades de Mangos Criollos. XV Congreso Anual de la Sociedad Americana de Ciencias Hortícolas. Región Tropical. (*Mimeografiado*).
- Shandu, K.S., Singh, M. y Ahluwalia, P. 2001. Studies on processing guava into pulp and guava leather. *Journal of Food Science & Technology*. **38**, (6): 622 -624.
- Shandu, K., Chander, S., Bajwa, R. y Mahajan, U. 2007. Effect of papaya ripening incorporation of sucrose, liquid glucose and citric acid on papaya leather quality formulations. *Journal of Food Science & Technology*. **45** (2): 133 – 138.
- Shils, M. 1999. *Nutrición en Salud y Enfermedad*. Edit Mc Graw Hill. Vol 1. 9na edición, pp. 171; 177.
- Simate, I. Ahrne, L.M. 2006. *Dehydration of Tropical Fruits*. En: Yiu H., Hui. *Handbook of Food Science, Technology and Engineering*. Vol 3, cap 104, pp 104-4.

- Singh, B. 2004. Effects of °Brix, Sodium, Alginate and Drying Temperature on Colour, Texture and Sensory Properties of “Dushehari” Mango Leather. *Journal Food Science and Technology*. **41** (4). 373- 378.
- Singh, L. 1960. *The Mango*. Ed. Leonard Hill. Gran Bretaña. Cap I. pp 1-10.
- Tabla de Composición de Alimentos para Uso Práctico. Serie de Cuadernos Azules. Publicación n° 54. Caracas – Venezuela. Revisión 1999, reimpresión 2001. Instituto Nacional de Nutrición.
- Tablante, A.R. 1980. Estudio del fruto del mango (*Mangifera indica* L.) como sustrato para el desarrollo de microorganismos. *Tesis de Grado para optar al título de Licenciado en Biología*. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela.
- Thomson, C; Bloch, A. y Hasler, C. 1999. Position of the American Dietetic Association: Functional Foods. *J. Amer. Diet. Assoc.* 99 (**10**): 1278 – 1285.
- UNIPECTINE ®. 1992. "Pectinas. Documento Técnico" Sanofi, Bio-Industries. Paris, Francia. [www.unipectine.com](http://www.unipectine.com).
- Valls, J., Bota, E., Bota Prieto, E., De Castro, J.J., Castro Martín, J.J., Sancho, J. y Puig Vayreda E. 2001. Introducción al análisis sensorial de los alimentos. Ediciones Universitat Barcelona. Cap. 1, pp. 336.
- Vijayanand, P. Yadav, A. Balasubramanyam, N. Narasimham, P. 2000. Storage Stability of Guava Fruit Bar Prepared Using a New Process. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, **33**. pp 132 – 137.
- Villalonga, A. 1987. Caracterización fisicoquímica y adaptabilidad al procesamiento industrial del mango (*Mangifera indica* L.) variedad Bocado procedente de las zonas de San Carlos, Calabozo y Centro. Trabajo de Ascenso. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela.
- Walter, R. 1991. The Chemistry and Technology of Pectin. Edit. Academic Press. USA. Cap.VIII. pp 147 – 149.

Westlands, S. 2000. Frequently asked questions about color physics. Disponible en:  
[www.colorurware.co.uk/](http://www.colorurware.co.uk/).

Ziegler, E.E. y Filer, L.J. 1997. Conocimientos Actuales sobre Nutrición. Organización Panamericana de la Salud, Washington, D.C. 7<sup>ma</sup> Edición. Cap. 1. pp. 731 – 732.