

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS



DESARROLLO DE LÁMINAS FLEXIBLES DE PARCHITA
(Passiflora edulis f. flavicarpa Degener)
ENRIQUECIDAS CON CALCIO.



Trabajo Especial de Grado Presentado ante la ilustre Universidad Central de Venezuela, por la Bachiller **Álvarez Soto Judith Vanessa**, como requisito parcial para optar al título de Licenciado en Biología.

Tutor: **Prof. Unai Emaldi P.**

Caracas, Venezuela

Febrero, 2009



DEDICATORIA

A la memoria de mi tía Nancy Soto, que Dios la tenga en su gloria.

A mis padres y hermanos por su apoyo incondicional.

Y a todas aquellas personas por estar siempre pendiente de mi trabajo.



AGRADECIMIENTO

Primeramente le doy gracias a Dios por haberme dado las fuerzas necesarias para afrontar las dificultades, por no abandonarme y guiarme en mis pasos para culminar mis estudios.

A mis padres por darme la vida, por su apoyo incondicional, su sacrificio y su empuje constante en esta etapa de mi vida....que bien valió la pena!!!!

A mis hermanos bellos por estar presentes en mi vida, por darme siempre ánimos de seguir adelante.

Al Prof. Unai Emaldi por brindarme su apoyo, por incluirme en este proyecto así como abrirme las puertas de su laboratorio para la realización de este trabajo de grado y contribuir en mi desarrollo profesional, gracias por todo.

A mis amigas del ICTA con quien más compartí en estos últimos de mi carrera Indi, Jacklin, Gisette, Marie, Ninosmar, por brindarme momentos de alegría, pasar horas y horas de estudio, de estrés, todos inolvidables.

Mis amigos de ciencias Josi, Mikel, Jonathan, Andrecho, Aníbal, por estar siempre pendientes de mi tesis, por escuchar siempre mis quejas y darme ánimos para seguir adelante a pesar las adversidades.

A Berny y Ana por su colaboración en todo momento en la realización de este trabajo y todos los que siempre estuvieron pendientes como Tahidys, Beira, Irraúl.



Y todos aquellos amigos, compañeros de clases y profesores por contribuir en mi formación.

A todos gracias!!!

Por último pero no menos importante a mi tía bella que aunque ya no estés conmigo se que allá en el cielo estas feliz por mi...Te Amo.



INDICE

	Pág N ⁰
INDICE DE TABLAS -----	xiii
INDICE DE FIGURAS -----	x
RESUMEN -----	xii
I.INTRODUCCIÓN -----	1
II.REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA -----	4
1. Parchita-----	4
1.1 Origen-----	4
1.2 Características Físicas-----	4
1.3 Taxonomía-----	5
1.4 Composición Química-----	6
1.5 Usos-----	8
2. Desarrollo de Nuevos Productos-----	8
2.1 Alimentos Funcionales-----	9
2.2 Alimentos Enriquecidos-----	11
2.3 Enriquecimiento con Minerales-----	11
2.4 Calcio-----	11
3. Secado de Alimentos-----	13
3.1 Efectos del Secado-----	14



4. Láminas de Frutas-----	15
4.1 Elaboración de Láminas de Frutas-----	15
4.2 Factores que Afectan la Elaboración de Láminas de Frutas-----	20
III.OBJETIVOS-----	31
1. Objetivo General-----	31
2. Objetivos Específicos-----	31
IV. MATERIALES Y METODOS-----	32
Materiales-----	32
Métodos-----	32
1. Obtención de la Pulpa de la Parchita -----	32
2. Caracterización de la Materia Prima-----	33
2.1 Determinaciones físicas de la parchita-----	33
2.2 Determinaciones físicas y químicas al mesocarpio, arilo y pulpa-----	33
3. Elaboración de las láminas de parchita enriquecidas con calcio-----	34
3.1 Acondicionamiento de la pulpa-----	35
3.2 Determinaciones físicas y químicas a las láminas seleccionadas-----	36
4. Evaluación Sensorial de las láminas-----	38
5. Análisis Estadístico de los resultados-----	40
6. Análisis al producto final-----	40
7. Evaluación sensorial por consumidores-----	43
8. Realización de la Curva de Secado-----	44



9. Análisis Microbiológico-----	44
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN-----	47
1. Caracterización de la Materia Prima-----	47
1.1 Caracterización de los frutos enteros de parchita-----	47
1.2 Caracterización del Mesocarpio-----	49
1.3 Caracterización del Arilo-----	55
1.4 Caracterización de la Pulpa-----	60
2. Elaboración de las láminas de parchitas enriquecidas con calcio-----	64
3. Evaluación Sensorial-----	69
4. Curva de Secado -----	71
5. Determinaciones físicas y químicas a las láminas seleccionadas-----	77
6. Análisis Microbiológico-----	85
7. Evaluación Sensorial por Consumidores-----	87
VI. CONCLUSIONES-----	98
VII. RECOMENDACIONES-----	100
VIII. BIBLIOGRAFÍA-----	102
IX. ANEXOS-----	115



INDICE DE TABLAS

Pág. N^o

Tabla 1: Clasificación taxonómica de <i>Passiflora edulis</i> flavicarpa Degener -----	6
Tabla 2: Composición química del jugo de la parchita <i>Passiflora edulis</i> flavicarpa Degener-----	7
Tabla 3: Requerimiento de calcio (mg/día) por grupos de edad en Venezuela-----	13
Tabla 4: Proporciones entre los azúcares en las fórmulas para la elaboración de la láminas de parchita (<i>Passiflora edulis</i> var. <i>flavicarpa</i> Degener-----	35
Tabla 5: Fórmulas para la elaboración de las láminas a 20 ^o Brix a partir del fruto de parchita (<i>Passiflora edulis</i> var. <i>flavicarpa</i> Degener)-----	37
Tabla 6: Fórmulas para la elaboración de las láminas a 40 ^o Brix a partir del fruto de parchita (<i>Passiflora edulis</i> var. <i>flavicarpa</i> Degener).-----	38
Tabla 7: Tiempo de secado de las láminas del fruto de parchita (<i>Passiflora edulis</i> var. <i>flavicarpa</i> Degener) a 20 y 40 ^o Brix secadas a 45 y 60 ^o C-----	41
Tabla 8: Características físicas del fruto de parchita (<i>Passiflora edulis</i> var. <i>flavicarpa</i> Degener)-----	48
Tabla 9: Caracterización físico-química del mesocarpio, arilo y pulpa del fruto de parchita (<i>Passiflora edulis</i> var. <i>flavicarpa</i> Degener)-----	51
Tabla 10: Valores de humedad de las lámina de parchita (<i>Passiflora edulis</i>) de 20 y 40 ^o Brix-----	66



Tabla 11: Valores de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) de las láminas de parchita (<i>Passiflora edulis</i>) de 20 y 40 $^{\circ}$ Brix-----	67
Tabla 12: Valores de pH de las láminas de parchita (<i>Passiflora edulis</i>) de 20 y 40 $^{\circ}$ Brix-- -----	68
Tabla 13: Valores de acidez total titulable de las láminas de parchita (<i>Passiflora edulis</i>) de 20 y 40 $^{\circ}$ Brix-----	69
Tabla 14: Evaluación sensorial de las láminas de parchita (<i>Passiflora edulis</i>) de 20 y 40 $^{\circ}$ Brix-----	70
Tabla 15: Variación de humedad de las muestras de 20 y 40 $^{\circ}$ Brix a 45 $^{\circ}$ C durante 24 hrs-----	75
Tabla 16: Variación de humedad de las muestras de 20 y 40 $^{\circ}$ Brix a 60 $^{\circ}$ C durante 24 hrs-----	79
Tabla 17: Caracterización físico-química de las láminas del fruto de parchita (<i>Passiflora edulis</i> var. <i>flavicarpa</i> Degener) a 20 y 40 $^{\circ}$ Brix secadas a 45 y 60 $^{\circ}$ C-----	82



INDICE DE FIGURAS

	Pág N ^o
Figura 1: <i>Passiflora edulis</i> flavicarpa Degener-----	5
Figura 2: Obtención de la Pulpa de parchita -----	32
Figura 3: Forma largo y diámetro característica de la parchita-----	33
Figura 4: Diagrama de flujo para la elaboración de láminas de fruta a partir de pulpa de parchita-----	36
Figura 5: Planilla empleada para evaluar sensorialmente las laminas de 20 y 40 ^o Brix en consumidores no entrenados -----	39
Figura 6: Evaluación sensorial al panel no entrenado-----	40
Figura 7: Planilla empleada para evaluar sensorialmente las laminas de 20 y 40 ^o Brix en consumidores no entrenados-----	43
Figura 8: Evaluación sensorial a consumidores no entrenados-----	43
Figura 9: Realización de la curva de secado para ambos tratamientos-----	44
Figura 10: Metodología para el análisis microbiológico de aerobios mesófilos -----	45
Figura 11: Metodología para el análisis microbiológico de mohos y levaduras -----	46
Figura 12: Láminas elaboradas de 20 y 40 ^o Brix-----	65
Figura 13: Curva de secado de muestras a 20 y 40 ^o Brix secadas a 45 ^o C-----	72
Figura 14: Curva de secado de las muestras a 20 y 40 ^o Brix durante 24 hrs-----	74
Figura 15: Curva de secado de muestras a 20 y 40 ^o Brix a 60 ^o C-----	75
Figura 16: Curva de secado de las muestras a 20 y 40 ^o Brix durante 24 hrs-----	76
Figura 17: Resultados de la evaluación sensorial a consumidores femeninos no entrenados (n=63) realizado a láminas de 20 ^o Brix secadas a 45 ^o C-----	87



Figura 18: Resultados de la evaluación sensorial a consumidores masculinos no entrenados (n=63) realizado a láminas de 20⁰Brix secadas a 45⁰C----- 88

Figura 19: Resultados de la evaluación sensorial a consumidores no entrenados (n=63) realizado a láminas de 20⁰Brix secadas a 45⁰C----- 89

Figura 20: Resultados de la evaluación sensorial a consumidores femeninos no entrenados (n=63) realizado a láminas de 40⁰Brix secadas a 45⁰C----- 90

Figura 21: Resultados de la evaluación sensorial a consumidores masculinos no entrenados (n=63) realizado a láminas de 40⁰Brix secadas a 45⁰C----- 91

Figura 22: Resultados de la evaluación sensorial a consumidores no entrenados (n=63) realizado a láminas de 40⁰Brix secadas a 45⁰C-----92

Figura 23: Resultados de la evaluación sensorial a consumidores femeninos no entrenados (n=63) realizado a láminas de 20⁰Brix secadas a 60⁰C----- 93

Figura 24: Resultados de la evaluación sensorial a consumidores masculinos no entrenados (n=63) realizado a láminas de 20⁰Brix secadas a 60⁰C----- 94

Figura 25: Resultados de la evaluación sensorial a consumidores no entrenados (n=63) realizado a láminas de 20⁰Brix secadas a 60⁰C----- 95

Figura 26: Resultados de la evaluación sensorial a consumidores femeninos no entrenados (n=63) realizado a láminas de 40⁰Brix secadas a 60⁰C----- 96

Figura 27: Resultados de la evaluación sensorial a consumidores masculinos no entrenados (n=63) realizado a láminas de 40⁰Brix secadas a 60⁰C----- 96

Figura 28: Resultados de la evaluación sensorial a consumidores no entrenados (n=63) realizado a láminas de 40⁰Brix secadas a 60⁰C----- 97



I. RESUMEN.

El objetivo de la presente investigación fue desarrollar láminas flexibles de parchita *Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener enriquecidas con calcio. Para ello se preseleccionaron tres formulaciones con 15, 20 y 25% de fructosa del total de azúcar agregado para 20 y 40 °Brix. Las láminas de parchita se deshidrataron a 60 °C. A estas se les determinó humedad, sólidos solubles, pH y acidez total titulable y evaluación sensorial, para luego seleccionar la formulación final. A dicha formulación se le determinó la curva de secado a 45 y 60 °C con un contenido de 20 y 40 °Brix. Las láminas se elaboraron deshidratándolas a 45 y 60 °C hasta obtener una humedad entre 10 y 11%. Se le determinaron sólidos solubles, pH, acidez total titulable, humedad, azúcares, cenizas, calcio, compuestos fenólicos totales, pectina, a_w , color y textura. Se realizó, además, evaluación sensorial con consumidores no entrenados. En los cuatro tratamientos finales la humedad fluctuó entre 10,7 y 10,95%; los sólidos solubles entre 32,7 y 38,5 °Brix para láminas de 20 °Brix, y 59,8 y 67,3 °Brix para láminas de 40 °Brix; la acidez entre 0,11 y 0,12% para láminas de 20 °Brix, y 0,03 y 0,04% para láminas de 40 °Brix; pH entre 3,26 y 3,87; azúcares reductores entre 9,04 y 16,61% para láminas de 20 °Brix, y 9,88 y 17,45% para láminas de 40 °Brix; azúcares no reductores entre 19,17 y 19,68% para láminas de 20 °Brix, y 31,03 y 59,06% para láminas de 40 °Brix; el contenido de calcio entre 331,62 y 495,63 ppm; una baja a_w entre 0,533 y 0,556 para láminas de 20 °Brix, y 0,625 y 0,667 para láminas de 40 °Brix, y además, ausencia en el recuento microbiológico. Sensorialmente, los tratamientos con alto contenido de azúcar tuvieron una mejor aceptabilidad, con una aceptación promedio de 3 en una escala hedónica de 3 puntos. Es posible elaborar láminas flexibles de parchita, nutritivas y de excelente calidad microbiológica, con agradables características sensoriales, destacándose el aporte del calcio como ingrediente funcional.



II. INTRODUCCIÓN.

Las frutas y hortalizas son alimentos ricos en vitaminas, elementos minerales y fibra, además de otros componentes, lo cual hace su consumo imprescindible para una alimentación sana y equilibrada (Torija, 1999). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2003), 2,7 millones de personas mueren al año por falta de consumo de frutas y verduras. La OMS y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación recomiendan un consumo diario de 400 gr de frutas y verduras para una dieta sana, y prevenir enfermedades tales como la obesidad, el cáncer y padecimientos coronarios (FAO/OMS, 2003).

Según Bartrina (1999) los patrones de consumo se han estructurado basándose en los alimentos disponibles para su ingesta, muchas poblaciones no alcanzan a cubrir diariamente el consumo mínimo recomendado de frutas y verduras como respuesta a las necesidades biológicas y en función de un perfil de preferencias alimentarias. Desafortunadamente, las pautas de adquisición, preparación y consumo de alimentos se han visto muy influenciadas por los cambios sociales, laborales, demográficos e ideológicos, el poco conocimiento que se tiene sobre el valor nutritivo de los alimentos y las preferencias alimentarias por comidas "chatarra", conllevan a la disminución de la ingesta de frutas y verduras, sustituyéndolas por otros productos de fácil preparación, afectando la salud (Contreras, 2006) Díaz, 2006.



Desde hace algunos años y debido al reconocimiento a nivel general del papel de la alimentación en la consecución y mantenimiento de la salud, se comenzó una intensa investigación, en la mayoría de los casos con gran rigurosidad científica, sobre los alimentos y su efecto sobre la salud (García-Casal, 2007). Igualmente, la demanda por los alimentos sanos como las frutas aumenta cada año; se exigen alimentos con alta retención de aroma, color y valor nutritivo, y de alta calidad que sean lo más parecidos a lo natural, y además sean seguros. La evolución del mercado de frutas, así como el de hortalizas, ha venido dado por el deseo de satisfacer a los clientes y a los consumidores finales (Bender, 1973). García-Casal en el 2007 señala que se han desarrollado tecnologías enfocadas a la transformación de frutas frescas para producir nuevos productos, en la cual algunos nutrientes y compuestos biológicamente activos presentes en la fruta en forma natural se pueden transformar durante el procesamiento, incrementando su valor nutricional, y favoreciendo su absorción y metabolismo en el cuerpo humano.

Según la Revista Internacional de Derecho Alimentario (Barros y Segura, 1991) la evolución que se está experimentando en el ámbito de la alimentación, de la nutrición y de la protección de la salud y la seguridad del consumidor, como consecuencia de la aplicación de procesos tecnológicos y biotecnológicos de reciente perfeccionamiento, provoca la utilización de calificativos de uso genérico como “novedad”, “novedoso” y “nuevo”, con la intención de poner de manifiesto el carácter de originalidad, de reciente creación y de primera aparición o de primer uso de un material, producto, sustancia, ingrediente, alimento o proceso. Según Baker y colaboradores (1988) Un producto nuevo puede ser un producto ya existente el cual le han dado un nombre e imagen



nueva, una versión mejorada de un producto ya existente, o un producto completamente nuevo que sirva a la necesidad de satisfacer al consumidor.

Esta tendencia introdujo el concepto de los Alimentos Funcionales, el cual surgió inicialmente en Japón a mediados de la década de 1980 cuando el envejecimiento de la población obligó a dirigir la atención pública hacia la prevención de las enfermedades crónicas (Hasler, 2003). Por su parte, García-Casal (2007) define un alimento funcional como aquel que contiene un componente, nutriente o no nutriente, con efecto selectivo sobre una o varias funciones del organismo, con un efecto añadido por encima de su valor nutricional y cuyos efectos positivos justifican que pueda reivindicarse su carácter funcional o incluso ser saludable.

Entre algunos ejemplos de Alimentos Funcionales se destacan aquellos alimentos naturales que contienen ciertos minerales, vitaminas, ácidos grasos, fitoesteroles, fibra, sustancias antioxidantes, alimentos modificados y enriquecidos en este tipo de sustancias y probióticos como el yogurt (García-Casal, 2007), en los cuales, se somete a la fruta fresca a distintos procesos, obteniendo una gran diversidad de productos en función de las tecnologías empleadas y el uso al que se destinan.

Por todo lo anterior expuesto el propósito de este trabajo fue desarrollar láminas flexibles utilizando como materia prima la parchita (*Passiflora edulis* forma *flavicarpa* Degener) cultivada en Venezuela, con la incorporación de calcio, para desarrollar un alimento funcional.



III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

1. PARCHITA.

1.1 ORIGEN.

La parchita (*Passiflora edulis*), es una planta de origen tropical, nativa de Brasil, probablemente del Amazonas. Fue difundida a Australia, pasando luego a Hawai en 1923. En la actualidad se cultiva en Australia, Nueva Guinea, Sri Lanka, Sud-África, India, Taiwan, Hawai, Brasil, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela. El nombre genérico de *Passiflora* deriva del latín *passio*, de pasión y *floris*, de flor, es decir, “flor de la pasión”. Por esto, en muchas regiones se le conoce con el nombre de pasionarias. Por su parte, el nombre específico de *edulis* es vocablo también del latín y significa comestible (**Tabla 1**). También es llamada Maracuyá la cual se deriva del portugués maracujá que significa “comida preparada en totuma” (Hoyos, 1994).

1.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.

El fruto de la parchita es globoso y a veces elíptico, (**Figura 1**); es una baya con diámetro de cinco centímetros en promedio, de color verde que se vuelve de color amarillo al llegar a la madurez; las semillas son numerosas, rodeadas por un arilo que forma una pulpa ácida amarillenta gelatinosa y aromática, muy rica en vitamina C, más otros componentes (**Tabla 2**); por su parte, las hojas son alternas y lobuladas; el tallo y las ramas están provistos de zarcillos que se agarran a los objetos que les sirven de soporte y sus raíces son fibrosas (Córdoba, 1987). Por otro lado, Grech y Rijkenberg



Álvarez, J. V. Desarrollo de Láminas Flexibles de Parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) Enriquecidas con Calcio

(1991) reporta que los rendimientos potenciales de la parchita son altos, entre 10 y 25 t/ha/año y aun más con las mejores selecciones (48 t/ha en los híbridos del IAC). Además, posee exigencias de temperaturas entre 20 y 34°C, y se desarrolla mejor en alturas bajas o moderadas.



Figura 1: *Passiflora edulis* flavicarpa Degener

Tomada de: <http://passiflora.foroactivo.com/banco-de-datos-f8/las-frutas-de-la-pasion-mas-conocidas-t10.htm>

1.3 TAXONOMIA.

La parchita pertenece a la familia *Passifloracea*, y el género *Passiflora* (**Tabla 1**). El género *Passiflora* comprende aproximadamente 400 especies (Hoyos, 1994) de las cuales en Venezuela se dan un número importante en forma silvestre, entre ellas se encuentra *Passiflora edulis* perteneciente a la serie *Incarinatae*, la cual a su vez posee dos formas fundamentales: *Passiflora edulis* Sims y *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* en la cual se destaca una amplia variación en sus principales atributos físicos y químicos, debido principalmente a razones genéticas diferentes condiciones climáticas, suelo, prácticas culturales y edad de las plantas en las que se desarrollan (Oliveira y colaboradores 1988, citado por Aular, 2005).



A la parchita se le llama de diferentes formas dependiendo del país en que se encuentre, por ejemplo, en español recibe los nombres de: ceibey (Cuba), granadilla, parcha, maracuyá y parchita; en portugués “maracuja” y “peroba”; en francés “grenadille” y “couzou”, en inglés “yellow passionfruit”; en Hawaii “yellow lilikoï” y en Australia “golden passionfruit” (Morton, 1987, Becerra, 2003)

Tabla 1: Clasificación taxonómica de *Passiflora edulis* flavicarpa Degener.

Clase	Dicotyledoneae
Subclase	Archiclamydeae
Orden	Violales
Suborden	Flacourtiineae
Familia	Passifloraceae
Género	<i>Passiflora</i>
Subgénero	<i>Passiflora</i>
Serie	Incarnatae
Especie	<i>Passiflora edulis</i> var. <i>flavicarpa</i> Degener

Fuente: Becerra, 2003

1.4 COMPOSICION QUÍMICA.

En cuanto a la composición química de la parchita (**Tabla 2**), esta depende de la variedad y de su madurez, el cual se aprecia visualmente por su color externo. Se compone principalmente de azúcares, ácidos orgánicos y otros compuestos de gran valor sensorial como los pigmentos y compuestos aromáticos, y de gran valor nutricional como las vitaminas y minerales.



Tabla 2: Composición química del jugo de la parchita *Passiflora edulis* flavicarpa Degener.

Proteína (%)	0,04
Humedad (%)	85
Carbohidratos (%)	14,4-16,5
Pectinas (%)	1,04-1,6
Lípidos	Tr
Acido Aspártico (mg%)	14,4-16,5
Acido Glutámico (mg%)	106,4
Prolina (mg%)	78,4
Serina (mg%)	44,6
Alanina (mg%)	40,7
Calcio (mg%)	6,5-9
Fosforo (mg%)	7-9,7
Hierro (mg%)	1-1,4
Tiamina (mg%)	0,08-0,11
Riboflavina (mg%)	1,6-1,8
Acido Nicotínico (mg%)	1,6-1,8
Acido Ascórbico (mg%)	14-20
β- caroteno (mg/100)	0,3-0,35
Otros (mg%)	44,2

Fuente: Millán, 1992

Tradicionalmente en Venezuela, entre las especies de la familia *Passifloraceae*, la más importante ha sido *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener, siendo sembrada comercialmente por primera vez en la década de los 50, en la Colonia Agrícola de Turén (Edo. Portuguesa) con buenos resultados (Hoyos, 1994). Existen aproximadamente unas 2000 hectáreas plantadas con pasifloras, de las cuales el 80 % corresponde a la parchita maracuyá. Según reportó Aular en el 2002, la producción anual de la parchita es aproximadamente de 15.500 TM; de las cuales 15.250 son de



parchita. La parchita se produce en los estados Zulia, Mérida, Barinas, Cojedes, Aragua, Carabobo, Apure, Táchira, Monagas y Yaracuy. En la actualidad existe un crecimiento acelerado en el cultivo de la parchita, el cual tiende a continuar en aumento dada la demanda de fruta fresca para el consumo interno y la existente por las industrias de jugos (Addosio y colaboradores, 2005).

1.5 USOS.

Según Hoyos (1994) la pulpa de parchita se puede comer de forma fresca, pero debido a sus muchas semillas pegadas a la pulpa los frutos se utilizan más en la preparación de jugos y refrescos. La fruta también tiene otros usos y pueden utilizarse como base para preparar mermeladas y jaleas, néctares, helados, vinos, yogurt, manjares, etc (Sánchez, 1994).

2. DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS.

Es muy interesante el desarrollo de alimentos con alto valor nutritivo, los cuales son definidos como aquellos utilizados por el organismo, con un suministro adecuado de nutrientes, y que son necesarios para satisfacer las demandas requeridas para las funciones fisiológicas del organismo. Por lo tanto, el desarrollo de productos altos en nutrientes implica la incorporación no solo de componentes proteicos, sino también vitaminas y minerales (Bressani, 1976).

Para el público en general, por conveniencia y para su comercialización, surge la clasificación de alimentos en los cuales se realzan características o nutrientes particulares que el alimento posee de manera natural. Comienza entonces a generarse



cantidades de clasificaciones, en las que se incluye a los alimentos dietéticos (bajos en grasas, sal o carbohidratos), alimentos enriquecidos o fortificados con vitaminas y minerales (lo cual se considera una modificación), alimentos funcionales (que proporcionan beneficios adicionales para la salud), alimentos para ciertas y determinadas edades (ancianos, niños), alimentos para un sector específico de la población (salud cardiovascular, osteoporosis, diabéticos), así como alimentos especiales para alérgicos y hasta alimentos para un sector de población (comidas étnicas china, japonesa, española, entre otras) (Ziegler y Filer, 1997).

Sin embargo desde un punto de vista académico, han surgido algunas clasificaciones más rigurosas para destacar las cualidades o clasificar los alimentos de acuerdo a ciertas características. Surgen así por ejemplo, los conceptos de alimentos funcionales (Astiasarán y Martínez, 1999).

2.1 ALIMENTOS FUNCIONALES.

Las tendencias mundiales de la alimentación en los últimos años indican un interés acentuado de los consumidores hacia ciertos alimentos, que además del valor nutritivo aporten beneficios a las funciones fisiológicas del organismo humano. Estas variaciones en los patrones de alimentación generaron una nueva área de desarrollo en las ciencias de los alimentos y de la nutrición que corresponde a la de los alimentos funcionales (Astiasarán y Martínez 1999).

Además de los nutrientes y componentes de aroma, sabor, color y textura, algunos alimentos contienen ciertas sustancias químicas capaces de tener efectos positivos para promover y/o restaurar la salud, lo que permite atribuirles una función



saludable. En las décadas de los años 1980 y 1990, se comenzó a dar importancia en el Hemisferio Occidental a esta función terciaria de los alimentos que está implicada en la modulación de los sistemas fisiológicos de los organismos vivos, como el sistema inmune, endocrino, nervioso, circulatorio y digestivo, lo que incluye efectos positivos en la salud, como por ejemplo, disminución de la presión sanguínea, reducción de los niveles de colesterol plasmático, mejoría de la microflora y del funcionamiento intestinal, entre otros, y a partir de entonces, se introdujo en Occidente el término “*alimentos funcionales*” (Palencia, 2002).

Cuando se habla entonces de alimento funcional se hace referencia a “cualquier alimento o ingrediente alimentario potencialmente saludable que puede proporcionar beneficios a la salud y que van más allá de los nutrientes tradicionales que contienen” (Palencia, 2002).

El Consejo Internacional de Información sobre Alimentos (*International Food Information Council-IFIC*) define a los “*Alimentos Funcionales*” como alimentos o componentes en la dieta que pueden aportar un beneficio para la salud allende de la nutrición básica.

Por otro lado, en 1994 el Instituto de Medicina de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos establece que, los “*alimentos funcionales*” son aquellos en los cuales se han manipulado o modificado las concentraciones de uno o más ingredientes para mejorar sus contribuciones a una dieta saludable (Glinsmann, 1996). Algunos ejemplos de estos alimentos son las frutas y los vegetales, los granos enteros, los alimentos y las bebidas fortificadas o mejoradas y algunos suplementos en la dieta.



Es por ello que se busca descubrir atributos funcionales en muchos alimentos tradicionales y a su vez se están desarrollando nuevos productos alimenticios con componentes beneficiosos para el organismo (Thomson y colaboradores, 1999).

1.2 ALIMENTOS ENRIQUECIDOS.

Los alimentos enriquecidos son aquellos a los que se les ha añadido unas cantidades específicas de nutrientes para mejorar el contenido normal de los alimentos convencionales, contribuyendo al aporte global requerido por las recomendaciones nutricionales diarias (Bello, 2005). Tanto los alimentos enriquecidos como los funcionales son alimentos con actividad beneficiosa para la salud, de manera preventiva, mas no curativa, y a largo plazo (Silla, 2004).

1.3 ENRIQUECIMIENTO CON MINERALES.

Actualmente se busca incorporar diferentes minerales a los alimentos con la finalidad de enriquecerlos o fortificarlos. Entre los distintos minerales que se utilizan para este fin están: el hierro, el zinc, magnesio, potasio, etc, pero el más usado se encuentra el calcio.

1.4 CALCIO.

El calcio es unos de los minerales más importantes para el cuerpo humano; es un nutriente clave para la salud ósea y para la prevención de la osteoporosis además de otras enfermedades (Palacios, 2007).



El cuerpo adulto contiene aproximadamente de 1 a 1,5 kg de calcio, de los que el 99 % se encuentra en el esqueleto. La cantidad de calcio absorbido a partir de la dieta varía y nunca supera al 20-30 % de la cantidad ingerida. Hay muchos compuestos de calcio que pueden emplearse para fortificar los alimentos y todos ellos parece que son igualmente eficaces (Bender, 1973).

El calcio posee varias funciones; la más obvia es la estructural o mecánica, la cual se puede ver en la masa, dureza y resistencia de los huesos y dientes. Pero además tiene otra función fundamental: dar forma a las proteínas biológicas clave para activar sus propiedades catalíticas y mecánicas (Weaver, 2002).

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



Tabla 3: Requerimiento de calcio (mg/día) por grupos de edad en Venezuela.

Infantes (<1 año)	Niños (1-3 años)	Niños (4-8 años)	Adolescentes (9-18 años)	Adultos (20-50 años)	Adultos (>50 años)	Embarazo	Lactancia
210-270	400 - 500	800	1200	1000	1200	+ 100	+ 100
					(>60 años 1300)		

Fuente: Palacios, 2007.

Entre las fuentes de calcio se tiene los productos lácteos como la leche, la cual proporciona la mayor cantidad, el yogurt, el queso, los cuales suministran el 72% del calcio en la dieta, los cereales casi el 11% y las verduras y las frutas casi el 6% (Weaver, 2002). Según Palacios (2007) en Venezuela no se cuenta con suficiente disponibilidad de alimentos lácteos para cubrir las recomendaciones actuales. Es por eso que el aumento en el consumo de complementos de calcio y de alimentos enriquecidos ha hecho que surja un interés por la ingestión de grandes cantidades de calcio, y así satisfacer las necesidades establecidas.

3. SECADO DE ALIMENTOS.

El secado o deshidratación de alimentos es el método de preservación usado desde el principio de los tiempos y es todavía utilizada hoy en día (Baker y colaboradores, 1988), es el paso más importante en la química y en la industria de alimentos. Su principal propósito es extender la vida del producto final en el anaquel, reducir el



contenido de humedad del producto hasta niveles límites para el desarrollo de microorganismos y de reacciones químicas (Barbosa-Cánovas y colaboradores, 1996) y minimizar el deterioro por reacciones enzimáticas, para crear así una gran variedad de alimentos deshidratados tales como “snacks”, mezclas y sopas deshidratadas en polvo, frutas deshidratadas, etc (Krokida Y colaboradores 2003),.

El calor requerido para el secado puede ser suministrado por convección, conducción, y radiación. La selección del deshidratador está basada en el proceso de manufacturación. Para ello se debe definir la materia prima, el producto intermedio, y especificaciones y características del producto final, como por ejemplo, el contenido de humedad final. Existen varios tipos de métodos de deshidratación, como el de aspersión, secados por congelación, deshidratación osmótica y secado en bandeja. Este último es utilizado más comúnmente en las operaciones de deshidratación (Barbosa-Cánovas y colaboradores 1996).

3.1 EFECTOS DEL SECADO.

El secado en alimentos no sólo afecta el contenido de agua de un producto, también altera otras propiedades químicas, físicas y biológicas, así como la actividad enzimática, el desarrollo microbiano, lo crujiente, la viscosidad, la dureza, el “flavor”, y la palatabilidad de los alimentos (Barbosa-Cánovas y colaboradores 1996).

Un aspecto fundamental a considerar en la preservación de alimentos es el agua que se encuentra enlazada, siendo un factor clave en el desarrollo microbiano, en la producción de toxinas, y en las reacciones enzimáticas y no enzimáticas (Barbosa-Cánovas y colaboradores, 1996).



El desarrollo microbiano así como el deterioro químico en los alimentos está relacionado también con la actividad de agua.

El desarrollo de microorganismos está influenciada por altos valores de actividad de agua. El efecto de reducir la actividad de agua se observa en la fase logarítmica, donde el tiempo requerido para la reproducción de individuos celulares es extendido. La fase estacionaria es también afectada (Barbosa-Cánovas y colaboradores, 1996). En este sentido, Karel (1975) documentó la sensibilidad del microorganismo al calor, luz, y química en función de la actividad de agua.

Las reacciones enzimáticas y no enzimáticas así como las reacciones de oxidación en alimentos también se ven influenciadas por la a_w . La actividad enzimática en los productos de alimentos es inhibida por una actividad de agua menor que 0,75 (Barbosa-Cánovas y colaboradores, 1996), mientras que para las reacciones de oxidación su máxima velocidad oscila en un rango entre 0,65 y 0,75 (Troller, 1978).

4. LÁMINAS DE FRUTAS.

4.1 ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE FRUTAS.

Las láminas de frutas o también llamados en inglés “fruit leather” son un alimento hecho por deshidratación de puré de fruta para formar láminas (Raab, 1976, citado por Vijayanand 2000). Este producto ha provocado gran interés en los últimos años debido a su conveniencia para el consumo, su estabilidad en el almacenamiento de anaquel, tener pocos requerimientos para su empaque y calidad nutritiva (Simate y colaboradores, 2006).



El proceso de elaboración de láminas de frutas consiste en: selección y preparación de la fruta y resto de las sustancias a agregar, la preparación del baño donde se realiza la mezcla, la preparación del puré en el cual se mezclan todos los ingredientes junto con la fruta, luego el secado en el cual se vierte el puré sobre bandejas con aproximadamente 3 a 6 mm de grosor y su colocación en un deshidratador, y por último el empaclado y almacenamiento.

Este proceso ofrece un método conveniente para la preservación de frutas frescas, además de una modificación en el ámbito nutricional, textura y “flavor” (Barbosa-Cánovas y Welti-Chanes 1995).

Las láminas de frutas son hechas de una variedad de frutas naturales como manzana, pera, banana, cereza, fresa, mango, guayaba, papaya, batata, uva, albaricoque, melocotón, piña, ciruela, frambuesa, etc; y son fabricados como una alternativa alimenticia no sólo para niños sino también para adultos (Che Man y colaboradores, 1997).

El secado en bandeja es el método de secado más comúnmente utilizado (Bains y colaboradores, 1989). Bolin y colaboradores en 1973 desarrollaron láminas de albaricoque secando el concentrado de dicha fruta en un secador de doble tambor a 130 °C; el producto obtenido contenía 12 % de humedad, y fueron empaclados en tiras, o comprimido en multicapas y moldeado en forma de barras en las distintas formulaciones.

Rao y colaboradores (1980) estudiaron la producción de láminas de frutas de mango; para su producción extendieron el puré de mango en una bandeja de metal de 1 cm de espesor untada previamente con glicerina. Luego el puré se calentó probando



temperaturas entre 50 y 80 °C durante 2 a 20 horas hasta obtener un producto de 15 a 20% de humedad. Los investigadores encontraron que la adición de azúcar incrementó el tiempo de secado, mientras que la adición de pectina no tuvo el mismo efecto. En otro estudio realizado por los mismos autores en el mismo año sobre la deshidratación de la pulpa de mango, se evaluó el efecto del almacenamiento de la lámina de mango preparadas a partir de pulpa de mango sulfatada utilizando 500, 1000, 1500 y 2000 ppm de SO₂ a partir de las variedades: (i) Baneshan (ii) Bombay Verde y (iii) Dashehari cv, y almacenadas a 20, 30 y 40 °C durante 3 meses. Se evaluó los cambios en azúcares reductores, azúcares totales, los pigmentos carotenoides, ácido ascórbico, la retención de SO₂, pardeamiento no enzimático y equilibrio de la humedad relativa (HR) durante el almacenamiento. Los datos tabulados indicaron que la acidez y azúcares reductores aumentaron con el incremento de la temperatura de almacenamiento, y los carotenoides de (ii) y (iii) se mantuvieron. Por su parte, el ácido ascórbico fue completamente destruido a mayor temperatura, mostrando valores de retención de 20,79 a 23,0%; y 52,68 a 61,11% a 20 °C en (i) y (ii) respectivamente. También el pardeamiento no enzimático incrementó con la temperatura de almacenamiento y la retención de SO₂ fue mejor en las muestras con menor humedad. Finalmente, las muestras (ii) y (iii) almacenadas a 30 y 40 °C mostraron alta calidad organoléptica y concluyeron que el contenido de humedad ideal para el almacenamiento es de 15%, con un HR entre 63 y 70%.

Lodge en 1981 preparó láminas a base de fruta de kiwi, mezclando el puré con pulpa de manzana en una relación 1:3, 15% de azúcar, 500 ppm de SO₂ y secado en bandeja en un deshidratador de túnel a 45 °C por 15 h con una velocidad de aire de 30



m/min, y finalmente revestidas con maltodextrina para reducir la higroscopicidad. Las láminas obtenidas resultaron de buen color, característico de la fruta, con una humedad entre 12 y 15% y una actividad de agua de 0,45.

La preparación de láminas de níspero (*Achras sapota* L.), tipo “snack”, como un alimento nuevo listo para comer fue descrito en 1990 por Abdul-Karim y colaboradores en la cual, las frutas maduras del níspero fueron lavadas, peladas, retiradas sus semillas, cortadas en pedazos y escaldadas para desactivar las enzimas. Elaboraron una mezcla formado por puré consistente de níspero, arroz pregelatinizado, azúcar, ácido sórbico y metabisulfito de sodio, para luego mezclarlo con agua, verterlas en bandejas con un engrosamiento de 1,8 mm de espesor y ser cocido a una temperatura de 45 °C. El producto final se enfrió y se empacó. El almacenamiento fue durante 3 meses no encontrando efecto en el sabor y en la aceptabilidad general del producto, aunque el color cambio a un marrón oscuro y hubo pérdida de aroma. La textura obtenida fue suave con un sabor distintivo y masticable.

Jayaraman, (1995, reportado por Simate y colaboradores, 2006), trabajó con pulpa de varias frutas tropicales. Al puré de fruta le añadió azúcar y pectina antes de colocarlo en el gabinete y le aplicó secado con aire caliente en tres fases de la siguiente forma: inicialmente a 80 °C durante 1 hora, luego a 70 °C durante 2 a 3 horas y, por último, a 65 °C durante 5 a 6 horas, obteniendo una estructura de gel suave, de buen color y muy buena calidad.

Vijayanand y colaboradores (2000) estudiaron mejorar el proceso de elaboración de de barras de guayaba y lo compararon con el proceso tradicional de fabricación de barras de mango. Estas últimas, tradicionalmente son elaboradas adicionándole azúcar



en una proporción de 1:2 o 1:4 al puré de mango, extendiendo el puré sobre bandejas de bambú y secándolas bajo el sol. El puré es agregado capa por capa a medida que estas se secan. Este proceso fue mejorado por Vijayanand y colaboradores (2000) utilizando procesos de extracción y mezclado, y secando del puré en un secador de aire caliente para luego empacarlo en dos tipos de empaque flexibles: laminado de poliéster-poliétileno (PP) y polipropileno biaxialmente orientado (BOPP).

Para la elaboración de las barras de mango, el puré fue ajustado a 25 °Brix con sacarosa y adición de metabisulfito de potasio equivalente a 1000 mg de SO₂/Kg de puré. La mezcla fue extendida sobre bandejas de acero recubiertas de glicerol y luego fueron secados con aire caliente a 50 °C hasta alcanzar una humedad final entre 14 y 15%. Por su parte, el puré de guayaba fue tratado enzimáticamente con enzimas pectolíticas y luego prensado para obtener jugo de guayaba, al que se le añadió aditivos tales como maltodextrina, sacarosa, almidón soluble, harina de trigo y pectina. La mezcla, con un total de sólidos solubles de 25 °Brix, fue secada al igual que la mezcla de mango hasta una humedad final de 14 a 15% para luego empacarla en forma similar. De sus resultados, los investigadores indicaron que las barras de guayaba fueron comparables a las barras de mango en sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales, y en comparación al método convencional mostraron mejor textura, cualidades sensoriales y estabilidad en almacenamiento. Por su lado ambas barras (mango y guayaba) empacadas en BOPP y PP fueron sensorialmente aceptables con respecto al color, "flavor", textura y calidad global aun almacenadas bajo condiciones extremas por 30 días a 38 °C y 92% HR.



Sandhu y colaboradores (2001) evaluaron dos cultivos de guayaba (Allahabad Safeda y Banarsi Surkha) que fueron utilizados en experimentos para desarrollar un método estandarizado para la producción de pulpa de guayaba, y láminas de guayaba, para estudiar el comportamiento de estos productos en almacenamiento. Las condiciones fueron normalizadas para la preparación de las láminas de guayaba a partir de la pulpa, además de incluir azúcar; luego fueron secados en un secador de gabinete en el 50 ± 5 °C durante 4 h con un contenido de humedad de aproximadamente 29,3%; los productos fueron envueltos en papel con mantequilla y envasados en bolsas de polietileno. Las láminas se encontraron aceptables para un máximo de 3 meses en condiciones ambientales.

4.2 FACTORES QUE AFECTAN LA ELABORACIÓN DE LÁMINAS DE FRUTAS.

Las condiciones de secado están estrechamente relacionadas con las características físicas y químicas, la aceptabilidad y vida útil de las láminas de frutas (Chan y Cavaletto, 1978). De acuerdo con Steele (1987), el secado de frutas es el paso más importante para la preparación de cueritos, y una técnica útil para el comercio de frutas.

Chan y Cavaletto (1978) estudiaron los efectos de diferentes temperaturas de secado, temperaturas de almacenamiento y contenido de SO₂ en la calidad de las láminas de lechosa. Para ello elaboraron cueritos de lechosa a partir de un puré acondicionado a pH 3,5 y mezclado con azúcar para un 10% (p/p). También añadieron bisulfito de sodio para tener niveles bajos (552 ppm) y altos (1105 ppm) de SO₂. Luego



la mezcla se extendió en bandejas cubiertas de teflón y en bandejas recubiertas de lecitina. La mezcla fue secada en gabinetes de aire forzado a 74; 84 y 94 °C hasta alcanzar una humedad de 12 a 13% y una actividad de agua entre 0,50 y 0,52. De sus resultados los investigadores encontraron que la temperatura del proceso afectó el tiempo de secado (4,5 h a 74 °C; 3,9 h a 84 °C y 3,1 h a 94 °C), en donde el cuerito secado a 84 °C con SO₂ en 3,9 h mostró ser el mejor. Así mismo, las muestras con niveles altos de SO₂ mostraron un ligero retardo en el secado, lo cual fue atribuido a disminución de rigidez estructural de los hidratos de carbonos y las paredes celulares.

Por otro lado, según los resultados de la evaluación sensorial, el “flavor” y el color de las muestras secadas a 94 °C sin bisulfito fueron poco satisfactorias. Al contrario, el tratamiento con bisulfito favoreció la evaluación del color durante el almacenamiento a -18; 24 y 38 °C por 3 meses, después de ese tiempo se observó pérdida del “flavor” en las muestras almacenadas a 38 °C.

Collins y Washam-Hutsell (1987) utilizaron puré de batatas cocidas con almidón dextrinizado. Estos investigadores elaboraron láminas (55 °C) de 14 x 25 cm (125 gr), y analizaron pH y a_w, color, análisis sensorial y microbiológico por 60 días. Los resultados obtenidos resaltan que las propiedades de las batatas y el tiempo de almacenamiento afectan el pH y color. Los valores de a_w fueron menores (0,48-0,58) al mínimo requerido para el crecimiento de microorganismos, siendo la aceptación por el panel media.

Che Man y Taufik en 1995 estudiaron el desarrollo y la estabilidad del cuero del jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). La porción comestible de esta fruta fue preparada escaldando el puré durante 3 min a 85 °C, o sumergiéndolo en 0,1% de



metabisulfito de sodio por 30 min. Al puré se le añadieron 10% de azúcar, 200 ppm de ácido sórbico y 500 ppm de SO₂ como metabisulfito de sodio. La mezcla fue elaborada sobre un baño de agua a 45 °C y mezclada continuamente para luego formar una lámina y ser secada. Se le realizó análisis físico-químico, microbiológico y sensorial después de 2 meses de almacenamiento a temperatura ambiente y 8 °C. Como resultados se obtuvo que el color de la lámina del puré escaldado fue ligeramente más blanco, mientras que el puré sumergido en 0,1% de metabisulfito de sodio resultó ser más amarillo. Los valores de a_w no sufrieron cambios, pero los valores del color y la textura disminuyeron. El conteo de hongos fue bajo y se redujo ligeramente durante el almacenamiento. La evaluación sensorial mostró que los cueros del jackfruit fueron aceptables.

Por su parte, Irwandi y Che Man (1996) estudiaron el desarrollo, las propiedades y la estabilidad de almacenamiento de las láminas de Durian. Se prepararon tres formulaciones distintas: 1) control: la pulpa de la fruta fue mezclada con 7% sacarosa, 10% agua y 200 ppm de ácido sórbico, 2) misma formulación anterior adicionándole 10% maltodextrina, 2% aceite hidrogenado y 0,1% de lecitina de soya, y 3) misma formulación anterior agregándole 100 ppm yema del huevo como agente colorante. Las tres formulaciones fueron extendidas sobre bandejas con un grosor de 1,2 mm y secadas en gabinete a 47 °C por 12 h. luego fueron empacadas en material cloruro de polivinilo (PVC). Los resultados obtenidos arrojaron que las formulaciones 2 y 3 mostraron tener valores mayores en cuanto al contenido de vitamina C, carbohidratos y grasas que la formulación 1 (control) debido a la adición de la maltodextrina y el aceite hidrogenado, mientras que poseen bajos niveles de humedad, cenizas, fibra y



contenido de proteínas. La a_w osciló en un intervalo entre 0,57 y 0,62 teniendo la formulación 2 el valor más alto de a_w . En cuanto al color, pH, contenido calórico y la textura no mostraron diferencias significativas. Las tres formulaciones obtuvieron un bajo recuento de mohos durante su almacenamiento debido probablemente a la adición de ácido sórbico y el tipo de material utilizado. En cuanto a la evaluación sensorial realizada a las tres formulaciones, estas fueron aceptadas en atributos de olor, "flavor", color, textura y aceptabilidad global.

En otro trabajo en 1997 Che Man, Irwandi y colaboradores evaluaron los efectos de diferentes temperaturas y tiempo de secados en láminas del Durian (*Durio zibethinus* Murr) a través de secado por aire caliente en gabinete y secado en horno. La fruta fue mezclada con 10% de jarabe de glucosa sólida, 5% de sacarosa, 2,67% de aceite hidrogenado (HPO) y 0,45% lecitina de soya (SL). Según los análisis sensoriales, las condiciones óptimas de secado en horno son a 50 °C por 12,6 h, mientras que en gabinete es a 52,5 °C durante 10 h. Los panelistas mostraron preferencia por las láminas hechas a bajas temperaturas y largo tiempo comparadas con las de altas temperaturas y corto tiempo. La temperatura y el tiempo de secado afectaron la a_w el contenido de humedad y de vitamina C disminuyéndolas, se produjo oscurecimiento por la temperatura lo que afectó el color, mientras que la dureza de la incrementó debido al decrecimiento de la a_w .

Posteriormente, Irwandi y colaboradores (1998) estudiaron el efecto de diferentes tipos de empaque (laminado de aluminio (LAF), polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de baja densidad (LDPE) y polipropileno (PP)), con dos métodos de secado



(secado por gabinete y secado en horno), en las características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales de la lámina de Durian durante su almacenamiento por 12 semanas. Esta investigación la realizaron utilizando el arilo del Durian escaldado en agua caliente entre 85 y 100 °C por 5 min y mezclado con 10% jarabe de glucosa sólido, 5% de sacarosa, 2,67% de aceite hidrogenado, 0,45% de soy-lecitina, 30% de agua, 100 mg/kg de yema del huevo y 200 mg/kg de ácido sórbico. La mezcla se extendió en forma de láminas de 1,2 mm de grosor y secado en gabinetes (a 52,5 °C por 10 h) y en horno (a 55 °C por 12,6 h); luego fueron empacadas y almacenadas a temperatura ambiente. Los resultados mostraron que el contenido de humedad de las láminas secados en horno y en gabinete fluctuaron durante el almacenamiento en un intervalo desde 13 a 17%; destacando que el LDPE exhibió una alta disminución de humedad en las muestras, y el LAF decreció significativamente el contenido de humedad en el secado en horno después de 4 semanas debida a su baja permeabilidad de agua. Los cambios en la actividad de agua (a_w) se relacionaron con estos cambios de humedad ya que fueron similares, los cuales oscilaban en un intervalo de 0,5 y 0,65, observándose que para el LAF hubo una baja disminución de a_w . Los cuatro tipos de empaque y el tiempo de almacenamiento tuvieron un efecto significativo en el grado de oscurecimiento, color, textura y en el desarrollo de microorganismos. En el caso de las reacciones de oscurecimiento no enzimático el LDPE tuvo un alto grado de oscurecimiento, mientras que para los otros tipos de empaque no hubo estadísticamente diferencias, esto también fue influenciado por los dos métodos de secado utilizados. En cuanto al color, los valores de L y b decrecieron significativamente, mientras que a incrementó significativamente en todos los tipos de



materiales usados. Estos cambios de L, a y b están relacionados con las reacciones no enzimáticas. En cuanto a la textura, la dureza incrementó durante el almacenamiento la cual está estrechamente relacionado con los cambios de contenido de humedad, por lo cual el LAF, al tener bajos cambios de a_w tubo menores cambios de dureza por lo que lo recomiendan como material para mantener las características deseadas de textura. En el análisis microbiológico el LAF mostro inhibir el desarrollo de aerobios mesófilos, mohos y levaduras. El pH fluctuó durante el almacenamiento en todos los tipos de empaque. El tiempo de almacenamiento ni el tipo de empaque afectaron significativamente el contenido calórico, grasas y el azúcar. En cuanto a las características sensoriales en el gusto no hubo diferencia significativa en los cuatro tipos de materiales, mientras que en la textura, apariencia, aroma y aceptabilidad global si hubo efecto. Sin embargo, los cuatro materiales de empaque fueron aceptados.

Maskan y colaboradores, (2001) estudiaron la elaboración de laminas de uva utilizando el método de secado al sol y por aire caliente, encontrando que el efecto de tiempo de secado, grosor de la muestra y temperatura del aire tienen influencia en el contenido de humedad en la lámina de uva durante el secado, concluyendo que dependiendo del tipo de muestra y la temperatura del aire de secado se necesitaría un intervalo entre 50 y 140 min para obtener un contenido de humedad comercialmente aceptable para la lámina de uva.

Así mismo, Maskan y colaboradores, (2002) evaluaron los cambios de color durante el concentrado y elaboración de láminas (pestil) elaboradas a partir de jugo de uva, utilizando secado con aire caliente. Los investigadores encontraron que los



pigmentos son sensibles al calor durante el concentrado, lo cual es debido a la destrucción de las antocianinas y la producción de reacciones de oscurecimiento no enzimáticas tipo Maillard. Durante el secado, tanto por aire caliente como al sol, los pigmentos sufren cambios a medida que se incrementa la temperatura, haciendo inaceptable el producto final. Así, el efecto de la temperatura dependería del tipo de tratamiento o proceso aplicado, y los cambios composicionales de las muestras.

El efecto del almacenamiento a temperaturas bajas en los atributos de calidad de las láminas de guayaba y papaya fue evaluado por Babalola y colaboradores (2002). Para preparar las láminas se adicionó una solución de 20% de azúcar, 0,2% ácido cítrico, y 0,1% de benzoato de sodio en 80% de pulpa. Esto fue hervido, enfriado y extendido en bandejas previamente untadas con glicerol. El secado fue por debajo de 60 °C durante 8 h y después empacado y almacenado a temperatura de 8 °C por 2 meses. Se analizó textura, pH, Aw, contenido calórico y evaluación sensorial. Los resultados concluyeron que el contenido calórico de las láminas de papaya no cambió significativamente. La Aw decreció con el tiempo. Las láminas de guayaba tuvieron mejor textura, pH bajo y mejores características sensoriales en términos de olor, color, corte, dureza y aceptabilidad global que las de papaya, sin embargo, este tuvo mejor dulzura.

En otro trabajo realizado por Ashaye y colaboradores (2005), también se estudiaron las características químicas y organolépticas de las láminas de guayaba y papaya. Se realizó la misma preparación de la muestra anteriormente descrita y se obtuvo los siguientes resultados: la lámina de guayaba obtuvo un mayor contenido de proteína (2,67%) y grasa (1,37%). No hubo diferencias significativas en la cantidad de



fibra cruda (2,4% en cueritos de papaya, 2,67% en cueritos de guayaba) y en el contenido de cenizas (2,67% en cueritos de papaya, 2,87 % en cueritos de guayaba). La lámina de guayaba mostró mejor composición en sus atributos, así como mayor aceptabilidad global por parte del panel.

Singh y colaboradores (2004) estudiaron los efectos del contenido de sólidos solubles, el alginato de sodio y la temperatura de secado en el color, la textura y las propiedades sensoriales de las barras de mango de la variedad Dushehari. Se utilizó la pulpa y se concentró a 20, 25 y 30 °Brix y se secaron en 50; 60 y 70 °C con concentraciones de 0; 0,5 y 1% de alginato de sodio. Los datos fueron analizados estadísticamente y los resultados indicaron que las barras de mango fueron muy aceptables a 25 °Brix con 0,5% el alginato de sodio a una temperatura de secado de 60 grados C.

Huang y Hsieh en el 2005 evaluaron las propiedades físicas, atributos sensoriales y las preferencias de los consumidores en láminas de pera. Las láminas fueron preparadas a partir de una mezcla del concentrado de jugo de pera, pectina, jarabe de maíz y agua, y luego secadas a 70 °C durante 8 h. Fueron determinados los efectos de los ingredientes en la textura, el color, crecimiento microbiano, contenido de humedad, A_w , la temperatura de transición vítrea. (T_g) y las propiedades sensoriales. La pectina fue una variable independiente importante que afectó las propiedades de interés, seguidas del contenido de humedad inicial y el jarabe de maíz. La T_g no fue un parámetro útil para predecir atributos microbiológicos, pero estaba fuertemente correlacionado con los atributos sensoriales y la dureza del masticado. Los resultados parciales de los análisis sugieren que la dureza, el masticado y la cohesión podrían ser



utilizados para predecir correspondientes atributos sensoriales. Según los investigadores la aceptación del consumidor de las láminas de pera podría mejorarse mediante el aumento de aroma, suavidad, brillo y sabor.

Por su lado, Henriette y colaboradores (2005) reportaron que el tiempo de secado afecta las propiedades físicas y químicas de las láminas de mango, concluyendo que el efecto de la temperatura, así como la cantidad de puré de fruta presente en el tiempo de secado es de forma inversa, ya que temperaturas altas y bajo contenido de puré resultan en una disminución del tiempo de secado, resaltando que la temperatura ejerce un mayor efecto. El producto obtenido fue aceptado, especialmente en términos de “flavor”.

En el 2005, Ahmad y colaboradores prepararon barras a base de papaya y pulpa de tomate, agregando ácido cítrico y llevándolas a 68 °Brix, junto con la incorporación de hidrocoloides como pectina, almidón y etil celulosa a distintas concentraciones, para secarlas a 60 °C en gabinete. El material fue cortado en trozos y empacado en material LDPE para luego ser almacenado a temperatura ambiente durante 4 meses, con un intervalo humedad relativa entre 80 y 85 %. Las características fisicoquímicas, la evaluación sensorial y la textura fueron evaluadas en 7 muestras. Según los resultados obtenidos, durante el tiempo de almacenamiento el contenido de humedad disminuyó significativamente debido a la evaporación del agua desde el producto, como resultado del incremento de la temperatura durante la época de verano (abril-agosto). Debido a la alta temperatura (35-45 °C) aumentó la concentración del producto obteniéndose un intervalo de sólidos solubles entre 78,0 y 78,6 °Brix. El contenido de acidez se



incrementó, posiblemente debido a la pérdida de humedad producto del calor de la temporada, lo que influyó en la disminución del pH. Durante el almacenamiento a temperatura ambiente no hubo indicio de oscurecimiento y la máxima pérdida de vitamina C fue de 23,38%. En cuanto a la evaluación sensorial, la etil celulosa utilizada no tuvo un efecto significativo en el color ya que ejerció un efecto protector en el mantenimiento del mismo; sin embargo, hubo pérdida significativa de color en algunas muestras durante el almacenamiento, y en otras la mezcla de hidrocoloides afectaron la textura mejorando o disminuyendo después del período de almacenamiento. Las barras de frutas fueron aceptadas en cuanto al sabor, aroma, color y aceptación global.

Jain y Nema (2007) evaluaron la producción de láminas a base de pulpa de cinco diferentes variedades de guayaba: **a)** Red Fleshed, **b)** Allahabad Safeda, **c)** Lucknow-49, **d)** Chittidar y **e)** Apple Colour. Se adicionó azúcar en tres diferentes cantidades: R1= 10%, R2= 20% y R3=30%. El azúcar se mezcló con 1 kg de pulpa de guayaba y se colocó en bandejas en forma de láminas con 6 mm de espesor para su posterior secado, hasta un nivel de humedad del 15%. Luego fueron cortadas en piezas, empacadas en bolsas y almacenadas a baja temperatura (10 °C). El estudio reveló que la calidad organoléptica, en cuanto a color, “flavour”, textura, sabor y aceptación global, decreció gradualmente con el incremento de la cantidad de azúcar agregada, resultando la variedad **b** de mejor calidad seguido por la variedad **c**. A la inversa, el contenido de humedad incrementó significativamente a medida que se aumentaba la cantidad añadida de azúcar, siendo la variedad **a** la de mayor contenido de humedad. También, aumentó el contenido total de sólidos solubles, observándose que las variedades **b** y **e** poseían el mayor contenido. Por su parte, se observó que la acidez de



las láminas fue afectada significativamente por las diferentes variedades, disminuyendo este parámetro debido al incremento del azúcar agregado. La máxima acidez se encontró en la variedad **b** y la mínima en la variedad **a**. Por su lado, el contenido de ácido ascórbico mostró una tendencia a disminuir a medida que se aumentaba el azúcar en las diferentes formulaciones.

Sandhu y colaboradores (2008) investigaron los factores que influyen en la calidad y vida útil de la pulpa seca de la lechosa (*Carica papaya*). Para la elaboración se sumergieron lechosas de color verde completamente maduras en 250 y 500 ppm de ethephon por 5 min, seguido por el almacenamiento en 25 +/- 3 °C durante 4 días. La pulpa de fruta después fue pasteurizada y tratada con 15 a 20% de azúcar, 15% de glucosa líquida y 0,4 a 0,7% de ácido cítrico. El secado se realizó en capas delgadas (4-5 mm) en un gabinete de bandeja a 60 a 90 °C y HR de 50%. Los resultados sensoriales máximos se lograron para la pulpa que contiene 15% de azúcar y 0,5% de ácido cítrico, secada a 70 °C durante 4,5 h. El producto fue muy aceptable tras el almacenamiento en bolsas de polietileno o papel de aluminio durante 1 mes en condiciones ambientales (15 a 35 °C y HR 55 a 75%), pero fue sólo ligeramente aceptado después de 3 meses de almacenamiento. Durante el almacenamiento, el contenido de humedad, ácido ascórbico, β-caroteno, acidez titulable, azúcares totales y A_w disminuyó, mientras que los azúcares reductores y el pardeamiento no enzimático aumentaron.



III. OBJETIVOS.

3.1 OBJETIVO GENERAL.

Desarrollar láminas flexibles de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) enriquecidas con calcio.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Caracterizar de forma física y química los frutos intactos de parchita
 - Caracterizar de forma física los frutos intactos de parchita.
 - Caracterizar de forma física y química el mesocarpio de los frutos de parchita.
 - Caracterizar de forma física y química el arilo de los frutos de parchita.
 - Caracterizar de forma física y química la pulpa elaborada mezclando el mesocarpio y los arilos de los frutos de parchita.
2. Elaborar láminas a partir de pulpa de parchita, enriquecidas con calcio y acondicionadas a 20 °Brix, pH entre 3,0 y 3,5; y deshidratadas a 45 y 60 °C.
3. Elaborar láminas a partir de pulpa de parchita, enriquecidas con calcio y acondicionada a 40 °Brix, pH entre 3,0 y 3,5; y deshidratadas a 45 y 60 °C.
4. Caracterizar de manera microbiológica, física y química las láminas elaboradas a partir de pulpa de parchita enriquecidas con calcio.
5. Evaluar de forma sensorial las láminas elaboradas a partir de pulpa de parchita enriquecidas con calcio.



IV. MATERIALES Y METODOS.

Materiales:

En el presente trabajo se utilizaron frutas de parchitas (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener), las cuales fueron adquiridas en un mercado local de la ciudad de Caracas.

Métodos:

1. *Obtención de la pulpa de parchita:*

Para preparar la pulpa de parchita se cortaron las frutas transversalmente en dos mitades y se separó el mesocarpio de las semillas con sus arilos colocando los trozos de fruta en baño de agua hirviente durante 30 minutos, enfriándolo inmediatamente hasta temperatura ambiente para luego eliminar la piel. Por su lado, se separaron las semillas del arilo tamizando a través de un paño de muselina para obtener el jugo.

Separados el mesocarpio y el jugo estos se unieron y luego se homogenizaron juntos para obtener la pulpa de parchita (**Figura 2**).

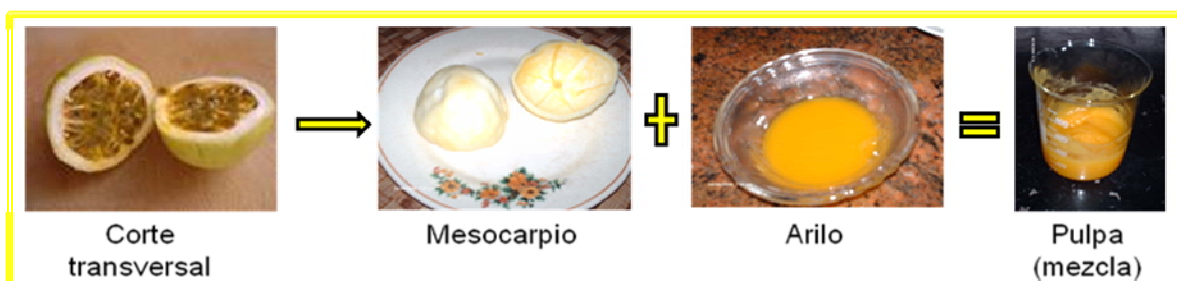


Figura 2: Obtención de la Pulpa de parchita.



2. Caracterización de la materia prima:

2.1) A los frutos enteros de parchita se le determinó el peso promedio (n=30), las dimensiones promedio en cuanto a largo y diámetro máximo (n=30) como se muestra en la **Figura 3**, y las proporciones de piel (pericarpio), mesocarpio, arilo y semilla (n=30).

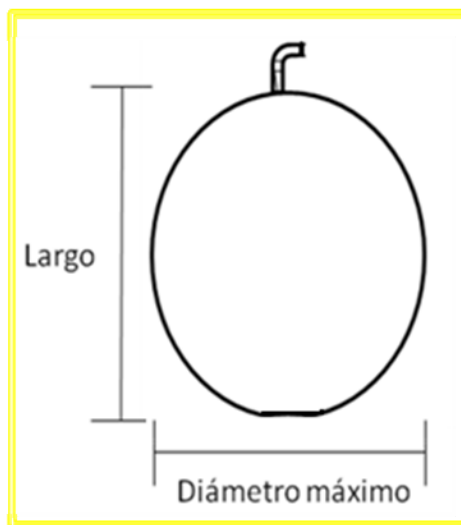


Figura 3: Forma largo y diámetro característica de la parchita.

2.2) Al mesocarpio, arilo (homogenizado) y pulpa se les realizó por triplicado los siguientes análisis físicos y químicos:

2.2.1 Contenido de Humedad: se determinó por el método 920.151 de la AOAC (1990).

2.2.2 pH: se realizó mediante un potenciómetro digital Modelo Hannus calibrado con las soluciones buffer 4,0 y 7,0 según el método 945.27 de la AOAC (1990).

2.2.3 Sólidos totales: se efectuó utilizando el método 920.151 de la AOAC (1990).



2.2.4 Sólidos solubles (°Brix): se determinó mediante el empleo de un refractómetro de Bausch & Lomb modelo 33.46.10, Lorton, Virginia, para reportar los resultados como °Brix a 20 °C.

2.2.5 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.

2.2.6 Azúcares reductores, no reductores y totales: se cuantificaron utilizando el método 925.35, de la AOAC (1990).

2.2.7 Cenizas: se siguió el método 940.26 de la AOAC (1990).

2.2.8 Compuestos fenólicos totales: se hizo según el método utilizado por Price y Butler (1977).

2.2.9 Proteína cruda: se determinó empleando el método 920.81 de la AOAC (1990).

2.2.10 Pectina: fue llevado a cabo por la técnica de Mc Cready y Mc Comb (1972).

2.2.11 Color: Se midió por medio del sistema Hunter de color en un fotocolorímetro marca MacBeth Color-eye 2245 (New York, USA), por el método del triestímulo (L^* , a^* , b^*), calibrado con un prisma blanco ($L^* = 94.61$, $a^* = -1.17$, $b^* = 2.17$). Los parámetros medidos fueron L , a y b , utilizándose un iluminante D65 y un observador 10° .

3. Elaboración de las láminas de parchita enriquecidas con calcio:

Una vez realizada la caracterización de la pulpa y conocido el valor de sólidos solubles (°Brix) de la misma, se procedió al desarrollo de las formulaciones para la elaboración de las láminas enriquecidas con calcio.



Para la elaboración de las láminas se probaron dos condiciones diferentes: contenido inicial de sólidos solubles de la pulpa de parchita de 20 y 40 °Brix y temperatura de deshidratación a 45 y 60 °C (**Figura 4**).

3.1) Acondicionamiento de la pulpa: Como paso previo a la elaboración de las láminas, la pulpa de parchita fue acondicionada a pH entre 3,0 y 3,5 y luego fue ajustado el contenido de sólidos solubles hasta 20 y 40 °Brix utilizando sacarosa y fructosa comercial (marca Now Bloomingdale, USA). Se realizaron cinco (5) formulaciones, como se observa en la **Tabla 4**, en las cuales se sustituyó la sacarosa por fructosa en 5, 10, 15, 20 y 25% del total de azúcar agregado. Luego la pulpa se mezcló con 300 mg de calcio por cada 100 g de producto, bajo la forma de lactato de calcio ($\text{Ca}(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) grado farmacéutico (marca Quimitec, MAIA, Brasil), lo cual equivale a la concentración de calcio de un vaso de leche. Luego se extendió uniformemente sobre una bandeja y se colocó en un deshidratador (marca The National Dryng MACHINERY CO.) a 60 °C durante 8 h para 20 °Brix y 12 h para 40 °Brix en función de pruebas previas de secado.

Tabla 4: Proporciones entre los azúcares en las fórmulas para la elaboración de la láminas de parchita (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener).

Azúcar	Sacarosa	Fructosa
Formulación 0	100%	0%
Formulación 1	95%	5%
Formulación 2	90%	10%
Formulación 3	85%	15%
Formulación 4	80%	20%
Formulación 5	75%	25%

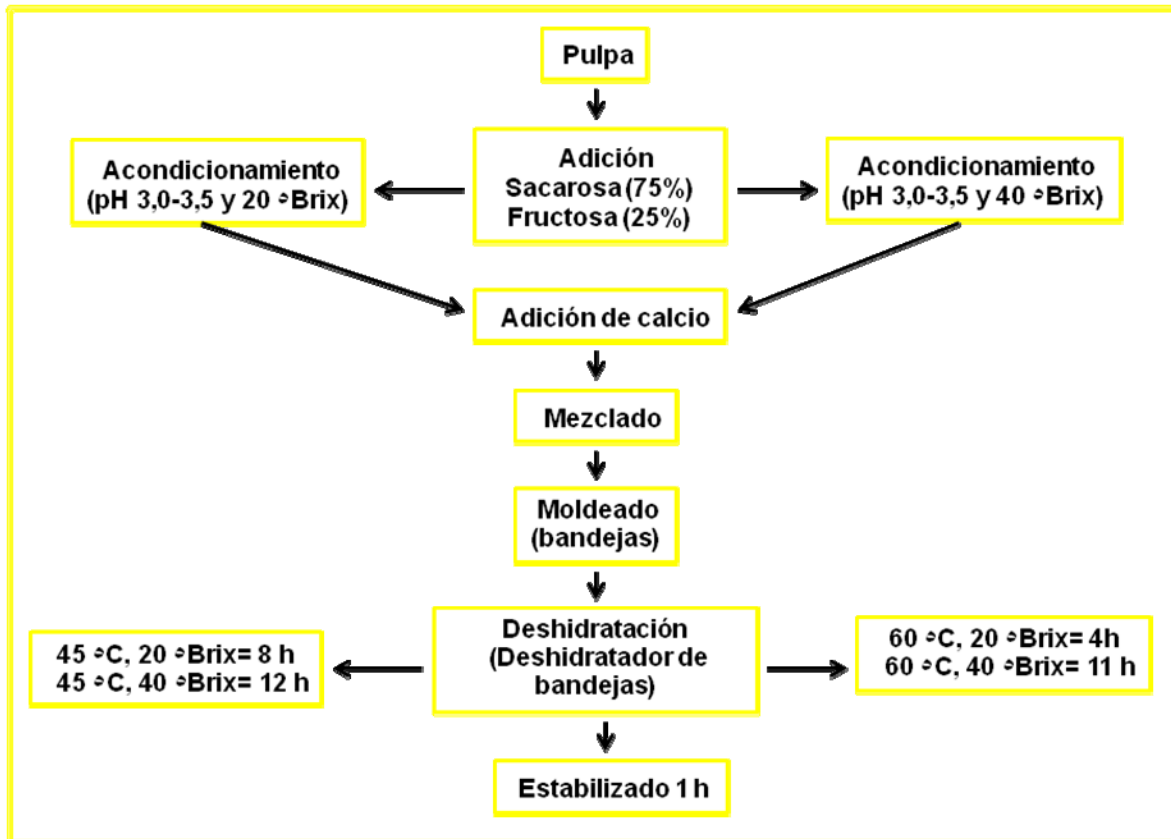


Figura 4: Diagrama de flujo para la elaboración de láminas de fruta a partir de pulpa de parchita.

Durante el proceso de formulación se obtuvieron diferentes mezclas, cada una con proporciones diferentes de los ingredientes, tal como se muestra en las **Tablas 5 y 6**.

3.2) De dichas formulaciones se eligieron la formulación 3, 4 y 5, debido a que estas presentaban mejor apariencia y durabilidad (menor cristalización de sacarosa), las cuales se les realizó los siguientes análisis físicos y químicos:

3.2.1 Humedad: se determinó por el método 920.151 de la AOAC (1990).



3.2.2 Sólidos solubles (°Brix): se determinó mediante el empleo de un refractómetro de Bausch and Lomb modelo 33.46.10, Lorton, Virginia, para reportar los resultados como °Brix a 20 °C.

3.2.3 pH: se realizó mediante un potenciómetro digital (Modelo Hannus) calibrado con las soluciones buffer 4.0 y 7.0 según el método 945.27 de la AOAC (1990).

3.2.4 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.

Tabla 5: Fórmulas para la elaboración de las láminas a 20 °Brix a partir del fruto de parchita (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener).

Formulaciones	Ingredientes	Cantidad (gr.)	Proporción (%)
0	Pulpa	250	87,66
	Sacarosa	34,38	12,05
	Lactato de calcio	0,82	0,29
1	Pulpa	250	87,66
	Azúcar	32,65	11,45
	Fructosa	1,72	0,60
	Lactato de calcio	0,82	0,29
2	Pulpa	250	87,66
	Sacarosa	30,94	10,85
	Fructosa	3,44	1,20
	Lactato de calcio	0,82	0,29
3	Pulpa	250	87,66
	Sacarosa	29,22	10,24
	Fructosa	5,16	1,81
	Lactato de calcio	0,82	0,29
4	Pulpa	250	87,66
	Sacarosa	27,50	9,64
	Fructosa	6,88	2,41
	Lactato de calcio	0,82	0,29
5	Pulpa	250	87,66
	Sacarosa	25,78	9,04
	Fructosa	8,60	3,01
	Lactato de calcio	0,82	0,29



Tabla 6: Fórmulas para la elaboración de las láminas a 40 °Brix a partir del fruto de parchita (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener).

Formulaciones	Ingredientes	Cantidad (gr.)	Proporción (%)
0	Pulpa	250	65,65
	Sacarosa	130	34,14
	Lactato de calcio	0,82	0,21
1	Pulpa	250	65,65
	Sacarosa	123,50	32,43
	Fructosa	6,50	1,71
	Lactato de calcio	0,82	0,21
2	Pulpa	250	65,65
	Sacarosa	117	30,72
	Fructosa	13	3,41
	Lactato de calcio	0,82	0,21
3	Pulpa	250	65,65
	Sacarosa	110,50	29,02
	Fructosa	19,50	5,12
	Lactato de calcio	0,82	0,21
4	Pulpa	250	65,65
	Sacarosa	103,33	27,13
	Fructosa	26	6,83
	Lactato de calcio	0,82	0,21
5	Pulpa	250	65,65
	Sacarosa	97,50	25,60
	Fructosa	32,50	8,53
	Lactato de calcio	0,82	0,21

4 Evaluación sensorial de las láminas:

Posteriormente, las formulaciones antes mencionadas se evaluaron sensorialmente a través de los atributos de color, sabor, olor y aceptación global mediante el uso de una escala hedónica de nueve puntos trabajando con panelistas no



entrenados (**Figura 5**). Para ello las láminas fueron cortadas en trozos de 2 cm² y colocadas en platos plásticos y codificadas con tres dígitos seleccionados al azar.

Nombre: _____ Fecha: _____

A continuación se le entregan tres muestras de láminas de parchita para que Usted evalúe su color, olor, sabor y aceptación global. Con este fin, colocara 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

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

Código muestra	Color	Olor	Sabor	Global
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

Comentarios: _____

Gracias por su Colaboración.

Figura 5: Planilla empleada para evaluar sensorialmente las laminas de 20 y 40 °Brix en consumidores no entrenados.

Además se le suministró a los panelistas agua y una galleta de soda (**Figura 6**) para eliminar cualquier residuo de alimento en la boca.

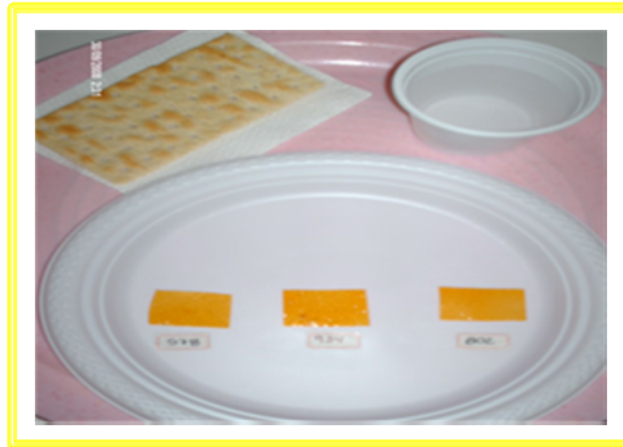


Figura 6: Evaluación sensorial al panel no entrenado.

5. Análisis estadísticos de los resultados:

Los resultados de los análisis realizados en dichas formulaciones fueron procesados utilizando el programa Statistical 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.

6. Análisis al producto final:

Los resultados obtenidos no permitieron seleccionar la formulación de las láminas para el producto final, por lo cual, estas fueron seleccionadas de acuerdo a al criterio de menor cristalización de sacarosa (Formulación 5). Luego, se acondicionó la pulpa a 20 y 40 °Brix y se deshidrató a 45 y 60 °C, en los tiempos que se indican en la **Tabla 7.**



Tabla 7: Tiempo de secado de las láminas del fruto de parchita (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener) a 20 y 40 °Brix secadas a 45 y 60 °C.

	20 °Brix 45 °C	40 °Brix 45 °C	20 °Brix 60 °C	40 °Brix 60 °C
Horas de secado (h)	8	12	4	11

Posteriormente, se les realizaron los siguientes análisis:

6.1 Humedad: se determinó por el método 920.151 de la AOAC (1990).

6.2 pH: se realizó mediante un potenciómetro digital Modelo Hannus calibrado con las soluciones buffer 4,0 y 7,0 según el método 945.27 de la AOAC (1990).

6.3 Sólidos totales: se efectuó utilizando el método 920.151 de la AOAC (1990).

6.4 Sólidos solubles (°Brix): se determinó mediante el empleo de un refractómetro de Bausch & Lomb modelo 33.46.10, Lorton, Virginia, para reportar los resultados como °Brix a 20 °C.

6.5 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.

6.6 Azúcares reductores, no reductores y totales: se cuantificaron utilizando el método 925.35, de la AOAC (1990).

6.7 Cenizas: se siguió el método 940.26 de la AOAC (1990).



6.8 Compuestos fenólicos totales: se hizo según el método utilizado por Price y Butler (1977).

6.9 Color: Se midió por medio del sistema Hunter de color en un fotocolorímetro marca MacBeth Color-eye 2245 (New York, USA), por el método del triestímulo (L^* , a^* , b^*), calibrado con un prisma blanco ($L^* = 94.61$, $a^* = -1.17$, $b^* = 2.17$). Los parámetros medidos fueron L , a y b , utilizándose un iluminante D65 y un observador 10° .

6.10 Textura: se realizó mediante la utilización de un texturómetro modelo TA.XT2i marca Stable Micro Systems utilizando una cuchilla tipo Warner-Bratzler para medir fuerza de corte (resistencia) y adhesividad.

6.11 Contenido de calcio: se determinó mediante el método permanganométrico, al valorar por oxidoreducción con permanganato de potasio (K_2MnO_4) el ácido oxálico liberado del oxalato de calcio (CaC_2O_4), haciendo reaccionar esta especie con ácido sulfúrico H_2SO_4 .

6.12 Actividad de agua (a_w): Se efectuó mediante el empleo del equipo psicrométrico Aqualab Cx-2 (Decagon Devices, Pullman, USA).

A su vez, los resultados de los análisis y de la evaluación sensorial fueron procesados estadísticamente utilizando el programa Statistical 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 %.



7. Evaluación sensorial por consumidores:

Dicha formulación (Formulación 5) fue evaluada sensorialmente trabajando con panelistas no entrenados para estimar la aceptación global del producto final mediante el uso de una escala hedónica de tres puntos (**Figura 7**).

Fecha _____
Ocupación: _____ Sexo: F _____ M _____
Rango de edad: Menores de 20 _____ Entre 20 y 35 _____ Entre 36 y 60 _____ Mas de 60 _____

Instrucciones: a continuación se le presenta para degustar dos muestras de laminas de parchita para que Usted evalúe. Por favor, marque con una X su opinión respecto al producto.

Muestra A: Me gusta _____ Me es Indiferente _____ Me disgusta _____
Muestra B: Me gusta _____ Me es Indiferente _____ Me disgusta _____

Por favor indique: Compraría el producto si se ofreciera como una golosina? _____
Si su respuesta es positiva, cuanto estaría dispuesto a pagar por un paquete de 10 laminas? _____

Comentarios: _____

Gracias por su colaboración.

Figura 7: Planilla empleada para evaluar sensorialmente las laminas de 20 y 40^oBrix en consumidores no entrenados.

Para su evaluación las láminas fueron cortadas en trozos de 2 cm² y colocadas en platos plásticos con su codificación, tal como se muestra en la **Figura 8**.

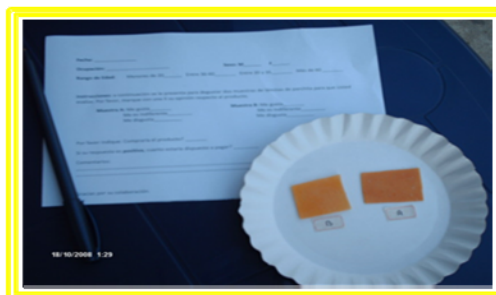


Figura 8: Evaluación sensorial a consumidores no entrenados.



8. Realización de la curva de secado:

Una vez seleccionadas las láminas con la formulación de los dos tratamientos se pesaron 10 gr de pulpa de parchita acondicionadas en cápsulas de aluminio bajo las condiciones aprobadas (20 °Brix y 40 °Brix con 25 % de fructosa del azúcar total agregado) y se colocaron en una estufa a 45 °C, y luego se repitió el mismo procedimiento a 60 °C (**Figura 9**). Para cada hora se tomaron muestras con la finalidad de registrar el peso de las cápsulas y así conocer la pérdida de agua durante el proceso. Con estos resultados se realizó la curva de secado característica.



Figura 9: Realización de la curva de secado para ambos tratamientos.

9. Análisis microbiológico:

Una vez seleccionadas las láminas de parchita con la formulación, estas se cortaron trozos, se pesaron 10 gr. en 90 ml de agua peptonada y se realizaron las diluciones para los siguientes recuentos microbiológicos:

9.1 Aerobios mesófilos: se realizaron diluciones seriadas hasta 10^{-6} y se sembraron en medio Plate Count Agar empleando el método de siembra por superficie y se



incubaron las placas invertidas entre 24 y 48 horas a 35 +/- 2 °C. según la Norma COVENIN N° 902-78 (COVENIN, 1978) (Figura 10).

9.2 Mohos y levaduras: se realizó diluciones seriadas hasta 10^{-3} y se sembraron en medio Potato Dextrosa Agar (PDA) más ácido tartárico como agente acidificante, utilizándose el método de siembra por superficie y se incubaron las placas invertidas por 3 a 5 días entre 25 y 30 °C, recomendada por la Norma COVENIN N° 1337-90 (COVENIN, 1990) (Figura 11).

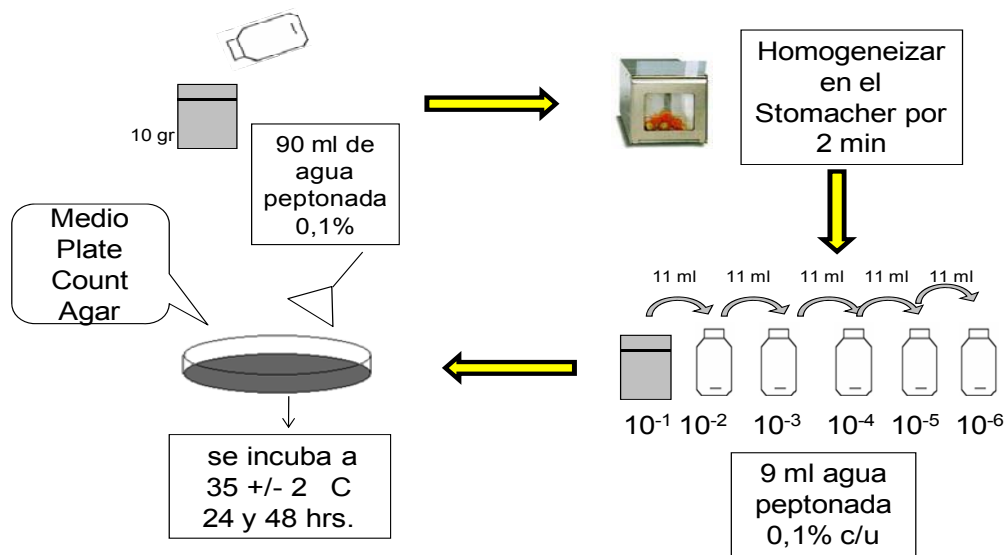


Figura 10: Metodología para el análisis microbiológico de aerobios mesófilos

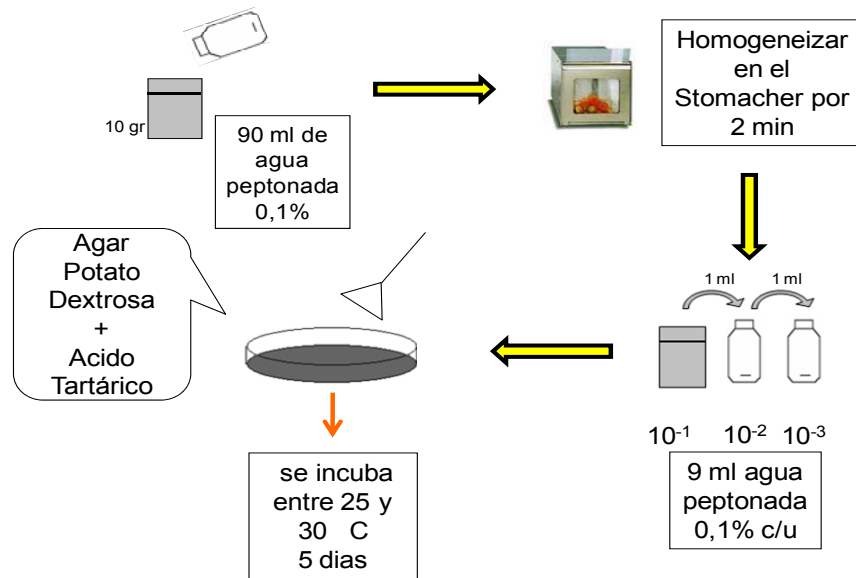


Figura 11: Metodología para el análisis microbiológico de mohos y levaduras.



V. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Caracterización de la materia prima:

1.1 Caracterización de los frutos enteros de parchita:

La caracterización inicial de la parchita fresca se realizó con la finalidad de conocer las condiciones de calidad y propiedades de la materia prima antes del tratamiento a aplicar, para de esta forma definir parámetros de procesamiento.

En la **Tabla 8** se presentan los resultados de la evaluación física de los frutos de parchita. Se pueden observar valores promedio de peso, dimensiones (largo y ancho), proporciones de piel, mesocarpio, semillas y arilo. El peso promedio obtenido fue de 172,79 gr ($\pm 12,93$). Oliveira (1988) reportó valores de peso del fruto de parchita cultivadas en Brasil de 93 gr, mientras que Aular y colaboradores (1994) reportaron valores para frutas provenientes del Sur del Lago de Maracaibo de peso promedio de 106,4 gr, mientras que en otro trabajo realizado por Aular y Rodríguez en el 2003 determinaron que el peso del fruto es de 73,72 gr; en comparación con los resultados obtenidos se observa que los valores reportados son inferiores a los encontrados en el presente trabajo, lo que indica una gran variabilidad en el peso promedio de parchita. Esto es importante de tener en cuenta al considerar el procesamiento industrial de esta fruta.

Por su parte, los valores encontrados de dimensiones del fruto fueron: largo de 8,21 cm ($\pm 1,25$) y diámetro máximo de 7,74 cm ($\pm 0,20$). Aular y colaboradores en 1994



reportaron valores para parchitas provenientes del Sur del Lago de Maracaibo de diámetro ecuatorial igual a 6,2 cm y diámetro polar de 6,7 cm; los cuales son valores más bajos a los obtenidos, lo que refuerza la idea de la variabilidad en los fruto de esta especie.

Tabla 8: Características físicas del fruto de parchita (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener)

PARAMETROS	VALORES
Peso promedio (gr)	172,79 ± 12,93
Largo (cm)	8,21 ± 1,25
Diámetro máximo (cm)	7,74 ± 0,20
Piel (%)	7,18 ± 0,46
Mesocarpio (%)	54,48 ± 6,88
Arilo (%)	30,43 ± 5,67
Semilla (%)	7,91 ± 1,07

Valores expresados como media ± desviación estándar

La proporción de piel obtenida de 30 unidades fue de 7,18% ($\pm 0,46$), la de mesocarpio fue de 54,48% ($\pm 6,88$), la proporción de arilo fue de 30,43% ($\pm 5,67$) y la de semilla 7,91% ($\pm 1,07$). Piza (1966) señaló para parchitas cultivadas en Brasil una proporción de cáscara de 61,9 y porcentaje de jugo de 30,9. Aular y colaboradores en 1994 encontraron 4,56% de cáscara y 4,07 de jugo; mientras que Oliveira (1988) reportó un porcentaje del jugo de la parchita entre 14,5 y 33,0. Estos resultados indican que los valores de las proporciones en los frutos analizados fueron mayores, tanto para el jugo como para la cáscara. Sin embargo, el porcentaje de semilla obtenido fue de 13,9% el cual es semejante a los reportados por Aular y colaboradores en 1994 (13,7%). Según los resultados obtenidos, cuando se use sólo el jugo se contará con



sólo 30,43% de porción aprovechable, pero al incorporar el mesocarpio este ascenderá a 84,91%.

1.2 Caracterización del mesocarpio:

En la **Tabla 9** se presentan los valores obtenidos de la caracterización del mesocarpio de los frutos de parchita pudiéndose observar que esta posee un contenido de humedad de 87,9% ($\pm 0,15$), pH de 4,26 ($\pm 0,009$), sólidos solubles de 7,9°Brix ($\pm 0,070$), acidez titulable 0,57% ($\pm 0,003$), contenido de cenizas de 0,76% ($\pm 0,047$), contenido de compuestos fenólicos totales de 0,029 ($\pm 0,042$), y de pectina de 15,3% ($\pm 0,326$). Los parámetros de color fueron **L***: 78,79 ($\pm 0,003$), **a*** 1,59 ($\pm 0,003$) y **b*** 35,48 ($\pm 0,003$).

Según Ciencia Interamericana (1974) la cáscara de la parchita está constituida por el mesocarpio y la piel, la cual es la parte porosa y blanca, formada principalmente por pectina, que tiene un grosor de 6mm aproximadamente

1.2.1 Contenido de Humedad.

En la **Tabla 9** se pueden observar los resultados de la determinación del contenido de humedad del mesocarpio de los frutos de parchita, el cual fue de 87,9% (12,10% de sólidos totales), lo que indica que el mesocarpio contiene una gran cantidad de agua que deberá ser evaporada durante el proceso de elaboración de las láminas a fin de reducir la humedad a un valor entre 10 y 12%.



El agua constituye el componente principal en la mayoría de los productos alimenticios. Su determinación posee una gran importancia en la industria de alimentos ya que se considera como un factor indicativo a la propensión al deterioro, a la estabilidad del alimento, de calidad para la conservación, etc (Ranganna, 1977).

Para determinar el contenido de humedad en muestras de alimentos se entiende por la pérdida de peso lo cual es equivalente a la pérdida de agua que posee una muestra (Skoog y West, 1983). Para ello se expone la muestra a la temperatura de 100 °C cuando se trate de alimentos con bajo contenido de humedad, o a 70 °C y a vacío para aquellas muestras de alimentos con alto contenido de carbohidratos, proteínas o compuestos aromáticos.

1.2.2 pH.

En la **Tabla 9** se observa el valor de pH obtenido para la cáscara, el cual fue de 4,26 por lo que según lo mencionado anteriormente podría ser considerado como un alimento ácido. El pH es una medida del grado de intensidad de la acidez. Su determinación y control es de gran importancia en las industrias de alimento, ya que tiene importancia porque condiciona tanto el desarrollo microbiano como la velocidad de algunas reacciones químicas y enzimáticas; en general, puede considerarse que la estabilidad de los alimentos se incrementa al aumentar su acidez (Hernández, 1999). Según Nickerson y Sinskey (1978) la gran mayoría de las frutas poseen un bajo pH, el cual puede oscilar entre 2 y 3 para frutas cítricas y alrededor de 5 para frutos como el plátano. Los alimentos se clasifican con respecto a su acidez en alimentos de baja



acidez con pH mayor de 4,5; alimentos ácidos con pH de 4 a 4,5, y alimentos de alta acidez con pH menor a 4 (Bedolla, 2004).

Tabla 9: Caracterización física y química del mesocarpio, arilo y pulpa del fruto de parchita (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener)

PARAMETROS	Mesocarpio	Arilo	Pulpa	
Humedad (gr/100 gr)	87,90 ± 0,15	81,43 ± 0,03	88,16 ± 0,03	
Sólidos solubles (°Brix)	7,90 ± 0,07	15,70 ± 0,07	9,00 ± 0,00	
pH	4,26 ± 0,01	2,82 ± 0,00	3,21 ± 0,00	
Acidez total titulable (%)**	0,57 ± 0,00	3,83 ± 0,00	1,35 ± 0,00	
Azúcares Reductores (%)	-	7,54 ± 0,27	6,84 ± 1,45	
Azúcares No Reductores (%)	-	1,20 ± 0,08	0,14 ± 0,51	
Azúcares Totales (%)	-	8,80 ± 0,15	8,04 ± 0,03	
Acido Ascórbico (mg/%)	-	13,31 ± 0,06	-	
Cenizas (%)	0,76 ± 0,047	0,67 ± 0,08	0,46 ± 0,01	
Compuestos fenólicos totales (mg%)	29,00±16,24	-	11,00±10,13	
Proteína cruda (%)	Nd	Nd	Nd	
Pectinas (gr/100 gr)	15,30 ± 0,33	-	-	
Color	L*	+78,79 ± 0,00	+50,74 ± 0,00	+64,12 ± 0,00
	a*	+1,59 ± 0,00	+19,96 ± 0,00	+7,05 ± 0,00
	b*	+35,48 ± 0,00	+64,88 ± 0,04	+56 ± 0,00

Valores expresados como media, Número de replicas = 3,

Nd= no detectable.

**expresada como ácido cítrico

Si la comparamos con el pH de otras frutas tenemos que la mora posee un pH igual a 2,8, la piña entre 2,9 a 3,8, la lechosa 4,5 y la guayaba 5 (Mata, 1992), por lo que la cáscara de parchita posee un pH superior al de la mora, piña y mango, pero inferior al de la lechosa y la guayaba.



1.2.3 Sólidos solubles.

El valor obtenido fue de 7,9 °Brix la cual implicaría que contiene un bajo contenido de azúcares, ya que el contenido de sólidos solubles de las frutas es un índice aproximado del contenido de azúcares. Si se compara este valor con los sólidos totales 12,10% se podría decir que la mayor parte de los sólidos totales son solubles.

1.2.4 Acidez total titulable.

En este caso, la acidez titulable obtenida para la cáscara fue de 0,57%. Si se compara este porcentaje de acidez obtenido con el reportado para otras frutas como la lechosa cuya acidez es 0,07% (Boris, 1990), el melón que oscila entre 0,08 y 0,1% (Castellanos, 1986) y el aguacate entre 0,23 a 0,27% (Díaz, 2007) podría decirse que la cáscara posee una mayor acidez que estos, lo cual indica una mayor cantidad de ácidos orgánicos presentes ella. La acidez es un factor importante en la aceptación de un producto por el consumidor, considerándose este como un índice de calidad (Potter, 1999). Según Nielsen, (1998, citado por Pinto, 2006), la acidez indica la cantidad de ácidos orgánicos presentes en los alimentos e influyen en el sabor, color y la estabilidad de los mismos.

1.2.5 Cenizas.

En el análisis del contenido de cenizas se obtuvo un valor de 0,76% (**Tabla 9**). Según la FAO (1998) la naranja y fresa poseen 0,5% de cenizas, mientras que la



manzana y el melón poseen 0,3 y 0,4% respectivamente, por lo que la cáscara de parchita posee un contenido de minerales superior a dichas frutas. Las cenizas son el residuo que se obtiene después de la incineración de la materia orgánica hasta que queda libre de carbono y está representada por todo el contenido de minerales que se encuentran en dicha muestra.

1.2.6 Compuestos fenólicos totales.

En la **Tabla 9** puede apreciarse el valor obtenido en la determinación de dichos compuestos en la cáscara, el cual fue de 29%. Los compuestos fenólicos totales son mezclas complejas de compuestos que se encuentran en las plantas y están relacionados con el color y el oscurecimiento enzimático de las frutas, así como en la astringencia (Potter, 1999). Este valor es muy similar al reportado para el aguacate el cual es 30% (Gómez, 1972, citado por Pinto, 2006) pero por encima si se compara con el reportado para manzana 22% y sandía 7% (Murcia y colaboradores, 2006) lo cual podría traer como consecuencia una menor tendencia al oscurecimiento de la cáscara que en la de los frutos mencionados.

1.2.7 Proteína cruda.

Con el método empleado el contenido de proteína no fue detectable, lo que indica que el mesocarpio posee muy poca cantidad de proteína cruda. La determinación del contenido de proteínas es de suma importancia ya que determina la calidad nutricional de un alimento. Las frutas por lo general, son fuente pobres de proteínas, comparadas con otros tipos de alimentos como los cereales o los de origen animal



(Duckworth, 1968). Sin embargo, en el 2006 el Instituto Nacional de Nutrición (INN) reportó valores de proteínas para frutas como: piña 0,4%, mango 0,6%, aguacate 1,3% y cambur 1,9%, por lo cual podría decirse que la cáscara de parchita posee un contenido de proteína muy bajo.

1.2.8 Pectina.

Según los resultados obtenidos tenemos que el mesocarpio posee 15,3% de pectina. La pectina es un polisacárido que se encuentra en la mayoría de los vegetales, depositándose principalmente en la pared primaria y en la lámina media, teniendo la función de cemento intercelular. Este valor permitiría que, al unir el mesocarpio con el jugo de la parchita para formar la mezcla, la gelación sea rápida con una fuerza de gel deseable, por lo que se podría elaborar las láminas del producto final sin la adición de pectina comercial.

1.2.9 Color.

El color es un parámetro de gran importancia, ya que afecta la aceptación de los alimentos, y además puede indicar alteraciones en los mismos. Los parámetros de color que se determinaron tienen significados diferentes, según DeMan (1999) la luminosidad es medida por el valor de L^* , que representa la aproximación matemática de la respuesta del ojo al blanco-negro. Un blanco perfecto tendrá un valor L^* de 100, y un negro perfecto un L^* de 0. Por otra parte, el valor de a^* (matiz) es la medida del rojo o verde del producto (un valor positivo de a^* indica un color rojizo, y un valor negativo indica prevalencia del verde); y el parámetro b^* (intensidad) indica prevalencia del



amarillo o el azul (un valor positivo representa color amarillo, y un valor negativo señalaría tonalidades azuladas). Según los resultados obtenidos se tiene que L^* fue 78,79, a^* 1,59 y b^* 35,48, según lo cual el color del mesocarpio tiene una luminosidad alta y es una combinación de un matiz rojo e intensidad amarilla.

1.3 Caracterización del arilo:

El saco o arilo corresponde al endocarpio, el cual es la envoltura que cubre las semillas. Contiene el jugo de color amarillo anaranjado, bastante ácido, muy aromático y de sabor agradable (Ciencia Interamericana, 1974). En la **Tabla 9** se presentan los resultados de los análisis realizados en el arilo de la parchita.

1.3.1 Contenido de Humedad.

Millán (1992) señala un valor de humedad de 85% para el jugo de parchita. Por otra parte, Cardellicchio en el 1995 reportó un valor de 82,19% de humedad, estos valores son muy similares al contenido de humedad obtenido en el arilo analizado, el cual fue de 81,43% (18,56% sólidos totales). En este caso al igual que con el mesocarpio el valor obtenido indica que para llevar la pulpa de parchita (mesocarpio más arilo) hasta un valor de humedad entre 10 y 12% habrá que evaporar abundante agua por lo que cabría esperar que el contenido a añadir de azúcar (20 y 40 °Brix) y la temperatura de secado (45 y 60 °C) tengan efecto sobre la calidad de las láminas elaboradas.



1.3.2 pH

Mouquet en 1997 reportó que el jugo de parchita proveniente de Kenya posee un valor de pH de 2,89, un valor similar fue reportado por Matsuura y colaboradores en 2004 (2,93), de igual forma Cardellicchio (1995) reportó un pH de 2,85 en parchita, Aular y colaboradores (1994) encontraron que las parchitas cultivadas en el Sur del Lago de Maracaibo poseen un pH de 3,1, valor que se asemeja al reportado por Soto en el 1995 en donde señala que en frutos de parchita el pH del jugo oscila entre 2,7 y 3. Dichos resultados son muy similares al obtenido, el cual fue de 2,82.

1.3.3 Sólidos solubles.

El contenido de sólidos solubles obtenidos en el arilo de las parchitas analizadas fue de 15,7 °Brix este valor es semejante al reportado por Mouquet (1997) de 15.5 °Brix para el jugo de parchita en Kenya. Cardellicchio (1995) y Soto (1995) reportaron valores de 15 y 16 °Brix respectivamente, mientras que Oliveira y colaboradores en 1988 mencionaron valores entre 13,4 y 15,5 °Brix. Sin embargo, Aular y colaboradores (1994) encontraron que las parchitas cultivadas en el Sur del Lago de Maracaibo poseen un contenido mayor de sólidos solubles de 17,4 °Brix. La variedad de resultados encontrados por los distintos autores podrían deberse a las características de los cultivos de donde proviene la fruta y a los terrenos, condiciones climáticas y prácticas culturales en las cuales se desarrollaron.



1.3.4 Acidez total titulable.

En la **Tabla 9** también se puede observar el valor obtenido en la determinación de la acidez total titulable en el arilo de la parchita, el cual fue de 3,83%, valor que se asemeja al reportado por Millán (1992) en donde señala que la pulpa de dicho fruto posee 3,80% de acidez. A su vez, este valor está en el mismo orden que los reportados por Cardellicchio en 1995 (3,52%), Aular y colaboradores en 1994 (3,60%) y Matsuura y colaboradores en 2004 (3,69%). No obstante, Aular y Rodríguez (2003) señalan como valor de acidez de la parchita de 4,65% de cual difiere bastante del valor obtenido en el presente trabajo, lo que hace suponer que esta característica de la parchita obedece a condiciones de cultivo.

1.3.4 Azúcares reductores, no reductores y totales.

En las frutas, los carbohidratos corresponden al uno de los componentes más abundante después del agua y más ampliamente distribuidas en la naturaleza, es una fuente de energía principal, y cumplen también con funciones estructurales en algunos tejidos vegetales. Existen dos tipos de azúcares: los reductores los cuales poseen el grupo carbonilo libre, y los azúcares no reductores, que son aquellos cuyo grupo carbonilo se encuentra comprometido, por lo cual, la sumatoria de estos dos tipos de azúcares constituyen los azúcares totales.

En el análisis realizado al arilo de la parchita, se determinó el contenido de azúcares reductores, no reductores y totales, los cuales fueron 7,54%, 1,2 y 8,80%, respetivamente (**Tabla 9**). Como los azúcares ocupan la mayor parte de los sólidos



solubles, estos últimos reflejan un valor bastante aproximado y útil como índice de contenido de azúcar.

Aular y colaboradores (1994) reportan un valor de 10,00% de azúcares reductores el cual es un poco más alto al obtenido, y si se compara con el valor promedio reportado de las tres localidades 8,9% se observa que el resultado obtenido es inferior, lo que podría inferir que la localidad o región de cultivo interviene en la composición del fruto.

1.3.9 Acido Ascórbico.

Según la Tabla de Composición de Alimentos (INN, 2001), la parchita posee un contenido de ácido ascórbico de 16 mg%, lo cual es un poco alto a lo obtenido, el cual fue de 13,31 mg%.

El ácido ascórbico es un antioxidante ideal en frutas debido a que representa un constituyente natural de muchas frutas además de su importante aporte nutricional (Bauernfeind y Pinkert, 1970).

1.3.5 Cenizas.

Las cenizas obtenidas corresponden a la cantidad de minerales que posee el arilo. El resultado que se obtuvo fue de 0,67 %, lo cual es ligeramente bajo comparado con el señalado por el INN en 1991 (0,8%), por lo que se le puede atribuir a las condiciones de cultivo en las que se dio el fruto, ya que dependiendo de la



disponibilidad de nutrientes que posea el suelo, los frutos acumularán mayor o menor cantidad minerales en su matriz (Pinto, 2006).

1.3.6 Proteína Cruda.

En 1991, el INN señaló que la parchita posee 1,8% de proteína por cada 100gr de jugo. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, las frutas analizadas poseen muy poca cantidad de proteínas, por lo que esta no pudo ser detectada con el método empleado en el arilo analizado, lo cual indica que este valor de proteína es bastante bajo.

1.3.7 Color.

El arilo de la parchita analizada posee un color amarillo brillante muy atractivo. Los valores obtenidos para los parámetros medidos fueron: L^* de 50,74, a^* de +19,96 y b^* de +64,88, lo que significa que el arilo posee una luminosidad media, de matiz rojizo e intensidad bastante amarilla lo que da una combinación anaranjada intensa. Namutebi (1998) reportó valores de L^* igual a 33.62, a^* -4,87 y b^* 16,04 para parchitas de Uganda, África, lo que significa que el arilo de las parchitas analizadas son más claras, con un matiz verdoso e igualmente amarilla, lo que apoya la idea de que las diferencias varietales, de cultivo, y el estado de madurez, pueden influir en la variabilidad de la materia prima.



1.4 Caracterización de la pulpa:

En la **Tabla 9** se pueden observar los resultados de los análisis realizados a la pulpa.

La pulpa consiste en la homogenización del arilo con la cáscara de los frutos de parchita, después de ser eliminadas la piel y las semillas. La proporción de arilo y cáscara por cada 100gr de pulpa fue de 46,20% y 53,80%, respectivamente.

1.4.1 Contenido de Humedad.

El contenido de humedad de la pulpa obtenida fue de 88,16% (11,84% de sólidos totales) la cual corresponde al agua que se encontraba en la mezcla entre el mesocarpio y el arilo. Se obtuvo un valor alto de humedad ya que tanto el arilo como la cáscara poseen una alta cantidad de agua por lo que se esperaría que de la unión de ambos se obtuviera un elevado valor de humedad. Por lo tanto, para obtener una humedad entre 10 y 12% en el producto final y considerando que se le va agregar azúcar hasta alcanzar 20 y 40 °Brix habría que evaporar entre 76 y 78% de agua; esto va depender del tiempo de secado y a su vez de la temperatura.

1.4.2 Sólidos Solubles.

El contenido de sólidos solubles de la pulpa analizada fue de 9°Brix el cual corresponde a la mayor parte de los sólidos totales, por lo que se podría decir que la



mayoría de los sólidos presentes en la pulpa se encuentran en forma soluble. Este valor se encuentra en un intervalo entre el obtenido por el mesocarpio (7,9 °Brix) y el arilo (15,7 °Brix) debido a que se trata de una mezcla de 46,20% de arilo y 53,80% de cáscara por cada 100gr de pulpa. El valor de sólidos solubles es de gran importancia debido a que a partir de este se buscará alcanzar la formulación final de 20 y 40 °Brix con la adición de azúcar.

1.4.3 pH.

El pH de la pulpa fue de 3,21, valor que entra en el intervalo deseado (de 3 a 3,5) por lo que puede considerarse como una mezcla ácida, de alta acidez, y debido a que se trata de una mezcla entre el arilo y la cáscara, su pH se encuentra entre ambos valores (2,82 - 4,26); dicho resultado es aceptable ya que pH menores a 4,5 se inhibe el crecimiento de microorganismos dificultando así el deterioro del alimento y favoreciendo su conservación.

1.4.4 Acidez total titulable.

En la **Tabla 9** puede observarse el valor obtenido en la determinación de la acidez para la pulpa, el cual fue de 1,35%, indicando la cantidad de ácidos orgánicos e inorgánicos que pudieran estar presentes en la pulpa; este valor es admisible para formular el producto final ya que con una alta acidez se disminuye el pH lo que ayuda a proteger el alimento del crecimiento de microorganismos.



1.4.5 Azúcares reductores, no reductores y totales.

En el análisis realizado a la mezcla de parchita, se determinó el porcentaje de azúcares reductores, no reductores y totales, los cuales fueron de 6,84, 1,14 y 8,04%, respectivamente (**Tabla 9**).

Cuando se compara el contenido de azúcares con el de sólidos solubles (9 °Brix) se tiene que los valores son bastante próximos, lo que refuerza que los sólidos solubles constituyen un valor aproximado del contenido de azúcares y de la misma forma, la mayoría de los sólidos totales (11,84) de la mezcla están constituidos por azúcares.

1.4.6 Cenizas.

El porcentaje de elementos o minerales en la pulpa fue de 0,46%. Podría esperarse que este valor se encuentre entre los resultados observados para el arilo y la cáscara, los cuales son 0,67 y 0,76%, respectivamente, sin embargo, el valor es mucho menor, por lo que podría deberse a una pérdida de ceniza durante el tratamiento de inmersión en agua hirviente para el pelado. Según Rangana (1977) las cenizas pueden sufrir pérdidas debido a la intensidad con que arde la flama en el momento de quemar la muestra al aire y el cambio gradual en las sales minerales con el calor, como el cambio de carbonatos a óxidos; adhesión de las muestras con un contenido alto de azúcares, lo cual puede ocasionar pérdida de la muestra y fusión del carbón a partes no oxidadas atrapadas de la muestra.



1.4.7 Compuestos Fenólicos Totales.

El valor obtenido en la determinación de dichos compuestos en la mezcla de parchita fue de 11%. Comparada con otras frutas tenemos que el plátano tiene 32%, manzana 22%, la uva 11%, sandía 7%, pera 6%, melocotón 4% y fresas 1% (Murcia y colaboradores, 2006), por lo que la mezcla analizada es similar a la uva y presentará igual astringencia y similar tendencia al oscurecimiento.

1.4.8 Proteína cruda.

En el resultado obtenido del contenido de proteína no pudo ser detectado, lo que significa que la pulpa al igual que el mesocarpio y el arilo poseen muy baja cantidad de proteínas, debido principalmente a que las frutas están constituidas por agua, seguida por carbohidratos, y muy poca cantidad de proteínas.

1.4.10 Color.

En la **Tabla 9** pueden observarse los valores obtenidos para cada uno de los parámetros de color en la pulpa de parchita, en donde el parámetro **L*** fue igual a 64,12, **a*** igual a +7,05 y **b*** igual a +56, lo que significa que la pulpa o mezcla tiene una luminosidad alta, y es una combinación de un matiz rojo y de una intensidad amarillenta, lo cual es lo que le da el color característico a dicha pulpa de parchita.



2. Elaboración de las láminas de parchita enriquecidas con calcio:

Las primeras láminas elaboradas con sacarosa presentaron cristalización del azúcar, haciendo que la apariencia fuese poco agradable. Según Nussinovich y colaboradores, (1991) el azúcar, al parecer, es capaz de reducir la homogeneidad del gel a altas concentraciones. Por ello se realizaron varias formulaciones con distintas mezclas de ingredientes utilizando sacarosa y fructosa como edulcorante. Ortuño (1998) señaló que la mezcla de diferentes azúcares evita la cristalización, aporta menor sabor dulce y contribuyen a resaltar el color, aroma y sabor de la fruta empleada.

Así, las láminas elaboradas con las diferentes formulaciones en la cual se sustituyó la sacarosa por fructosa en 5, 10, 15, 20 y 25 % del total agregado (**Tabla 4**) se realizaron con la finalidad de buscar aumentar el tiempo de cristalización del azúcar.

La fructosa es uno de los carbohidratos más usados después de la glucosa. El dulzor de la fructosa es casi 50% mayor al de la sacarosa y aun más cuando se aplica en bebidas frías y ácidas. Además que a nivel terapéutico la fructosa no eleva las cifras de azúcar en la sangre de forma importante, por lo tanto puede ser usado con moderación por diabéticos (Hernández, 2001).

En las láminas elaboradas se encontraron diferencias en color y aumento del dulzor en el sabor, como se observa en la **Figura 12**, y además a medida que se aumentaba la sustitución de la sacarosa por la fructosa se tardaban más tiempo en cristalizar el azúcar, así, la que se sustituyó 20% de sacarosa por fructosa tardó más tiempo en cristalizar el azúcar que la lámina con solo 5% de fructosa.



Figura 12: Láminas elaboradas de 20 y 40 °Brix.

Para la realización de los análisis posteriores se consideraron las formulaciones 3, 4 y 5 (15, 20 y 25% de fructosa, respectivamente del total agregado), ya que estas presentaron menor cristalización del azúcar.

2.1 Contenido de humedad:

Los resultados para el contenido de humedad de las láminas elaboradas con pulpa acondicionada a 20 °Brix y secada a 60 °C se presentan en la **Tabla 10**. En ella se presenta la humedad de las láminas de las formulaciones 3, 4 y 5 que fueron 9,76; 8,72 y 7,14%, respectivamente. Se pudo observar diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) en el contenido de humedad entre láminas de la formulación 3 y 5, lo que sugiere que a medida que se aumenta la concentración de fructosa y a su vez se disminuye la concentración de sacarosa se pierde mayor cantidad de agua, es decir, que con mayor presencia de sacarosa se retiene más el agua cuando se parte de 20 °Brix, aunque esto no se observó para 40 °Brix quizás porque la disminución de



sacarosa no fue significativa, por lo que la sacarosa retiene más las moléculas de agua.

Tabla 10: Valores de humedad de las lámina de parchita (*Passiflora edulis*) de 20 y 40 °Brix.

Tratamiento	Humedad (gr/100 gr)		
	Formulación 3	Formulación 4	Formulación 5
20 °Brix	9,76 ± 0,273 ^a	8,72 ± 0,756 ^{ab}	7,14 ± 0,370 ^b
40 °Brix	10,4 ± 0,412 ^a	9,11 ± 0,909 ^{ab}	9,22 ± 0,612 ^{ab}

Valores expresados como media ± desviación estándar

Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre columnas y filas

Estos resultados obtenidos siguen una tendencia similar a los reportados por Irwandi y Che Man (1995) en donde obtuvieron valores más altos a los encontrados en este trabajo pero en láminas de mango Durian; igualmente, Ashaye y colaboradores (2005) indicaron también que el secado para láminas de papaya y guayaba los valores de humedad se encontraban entre 18,47 y 16,40, respectivamente. Esto podría sugerir que el contenido de humedad que alcanzan las láminas de fruta después de la deshidratación variará dependiendo de las condiciones del proceso y de la fruta misma.

2.2 Sólidos solubles:

En la **Tabla 11** se presentan las variaciones de contenido de los sólidos solubles entre las muestras. Se observa un aumento de este parámetro en las diferentes muestras con respecto al valor inicial, 20 y 40 °Brix. De acuerdo a los datos presentados en dicha tabla, el aumento de los sólidos solubles en las láminas de 20



⁰Brix fue hasta 58,00, 60,00 y 54,60 ⁰Brix, y en las láminas de 40 ⁰Brix el aumento fue hasta 55,60, 64,00 y 61,30 ⁰Brix, respectivamente para las formulaciones 3, 4 y 5.

Tabla 11: Valores de sólidos solubles (⁰Brix) de las láminas de parchita (*Passiflora edulis*) de 20 y 40 ⁰Brix.

Tratamiento	Sólidos Solubles (⁰ Brix)		
	Formulación 3	Formulación 4	Formulación 5
20 ⁰ Brix	58,00 ± 0,94 ^{bc}	60,00 ± 1,41 ^{cd}	54,60 ± 1,08 ^a
40 ⁰ Brix	55,60 ± 1,09 ^{ab}	64,00 ± 0,00 ^e	61,30 ± 1,10 ^{de}

Valores expresados como media ± desviación estándar

Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (p < 0,05) entre columnas y filas

Según Ibarz y Barbosa-Cánovas (2005) con la eliminación del agua en la deshidratación se consigue una mejor conservación microbiológica además de retardar muchas reacciones pocas favorables para el alimento, aumentando así su vida útil.

Según los resultados del análisis estadístico, cuando se parte de 20 ⁰Brix, el tipo de azúcar empleado afecta la concentración final de sólidos solubles, lo cual obviamente está relacionado con el efecto que tiene estos sobre la propia determinación refractométrica. Por el contrario, al igual que en el caso de la humedad, cuando se parte de 40 ⁰Brix el proceso parece estar más influenciado por la cantidad de azúcar presente, quizás porque la cantidad de sacarosa añadida fue alta.



2.3 Determinación de pH:

En la **Tabla 12** se presentan los valores de pH en las láminas de parchita de 20 y 40 °Brix. Se observa que el pH de las muestras para los tratamientos fueron estadísticamente diferentes ($p < 0,05$). El pH se mantuvo entre 3 y 3,5, valor que está en los límites establecidos en este trabajo.

Tabla 12: Valores de pH de las láminas de parchita (*Passiflora edulis*) de 20 y 40 °Brix.

Tratamiento	pH		
	Formulación 3	Formulación 4	Formulación 5
20 °Brix	3,05 ± 0,004 ^a	3,38 ± 0,006 ^b	3,36 ± 0,009 ^c
40 °Brix	3,13 ± 0,004 ^d	3,42 ± 0,004 ^e	3,26 ± 0,004 ^f

Valores expresados como media ± desviación estándar

Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre columnas y filas

2.4 Acidez total titulable:

En la **Tabla 13** se muestran los valores de acidez total titulable de las láminas de 20 y 40 °Brix. Como se observa en la tabla, a 20 °Brix los valores de la formulación 3 y 4 no presentan diferencias significativa ($p < 0,05$) entre sí, pero si existe diferencia con la fórmula 5; al contrario ocurre con la formulación 4 y 5 a 40 °Brix que no presentan diferencias significativa ($p < 0,05$) pero si son diferentes a la formulación 3.



Aparentemente, la concentración de sólidos solubles de la cual se parte parece afectar significativamente los cambios que se dan durante el secado cuando se usan los mismos tiempos de deshidratación.

Tabla 13: Valores de acidez total titulable de las láminas de parchita (*Passiflora edulis*) de 20 y 40 °Brix.

Tratamiento	Acidez Total Titulable (gr/100 gr)		
	Formulación 3	Formulación 4	Formulación 5
20 °Brix	0,112 ± 0,003 ^a	0,111 ± 0,003 ^a	0,120 ± 0,001 ^b
40 °Brix	0,040 ± 0,000 ^c	0,034 ± 0,000 ^d	0,034 ± 0,000 ^d

Valores expresados como media ± desviación estándar

Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre columnas y filas

En los valores obtenidos se pueden apreciar que las láminas que partieron de 20 °Brix son bastantes más ácidas que las muestras de 40 °Brix, y es por eso que se presentan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre ambos tratamientos.

3. 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 colaboradores, 2001).

El análisis sensorial de las laminas se realizó evaluando atributos de color, sabor, olor y aceptación global. Esta prueba se efectuó con la finalidad de seleccionar la



formulación más aceptable y así obtener el producto final para cada condición. Los dos tratamientos se evaluaron por separado utilizando 28 panelistas en total.

En la **Tabla 14** se pueden apreciar los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de las láminas elaboradas a partir de 20 y 40 °Brix y deshidratadas a 60 °C en las distintas formulaciones. Se puede observar que estadísticamente que no hay diferencias significativas ($\alpha < 0,05$) para ambos tratamientos en todos los atributos evaluados, dando como resultado que todas las muestra fueron igualmente aceptadas, manteniéndose la evaluación entre el valor 7 ("me gusta") y 8 ("me gusta mucho") de la escala hedónica.

Tabla 14: Evaluación sensorial de las láminas de parchita (*Passiflora edulis*) de 20 y 40 °Brix.

Tratamiento	Formulación	Atributos			
		Color	Olor	Sabor	Aceptación Global
20 °Brix	3	7,71 ±1,01 ^b	6,96±1,59 ^a	6,75±1,75 ^a	6,96 ± 1,45 ^a
	4	7,82 ±1,02 ^b	6,96±1,17 ^a	6,5 ± 1,85 ^a	6,78 ± 1,49 ^a
	5	7,00 ±1,27 ^a	6,25±1,40 ^a	6,07±1,86 ^a	6,21 ± 1,19 ^a
40 °Brix	3	7,32 ±1,49 ^a	7,07±1,53 ^a	7,21±1,54 ^a	7,46 ± 1,26 ^a
	4	7,39 ±1,31 ^a	7,00±1,36 ^a	7,21±1,19 ^a	7,25 ± 1,07 ^a
	5	7,42 ±1,28 ^a	6,67±1,30 ^a	6,89±1,22 ^a	7,17 ± 1,09 ^a

Valores expresados como media ± desviación estándar

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

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



Según la opinión expresada por escrito por los panelista en las pruebas sensoriales, las láminas de 40 °Brix tuvieron la mayor aceptación catalogándola como la que presentaban mejor sabor, color y apariencia; sin embargo, algunos opinaban que las láminas de 20 °Brix tenían un olor más característico de parchita.

Por otro lado, aunque no fue evaluado, los panelistas comentaron que la textura de las láminas de 20 °Brix eran más duras al masticar, pero que en general las tres muestras eran muy parecidas en cuanto al color, sabor y olor.

4. Curva de secado:

A la formulación 5 con 20 °Brix y 40 °Brix se le determinó la curva de secado. Una vez definido los parámetros de concentración de las láminas, se prepararon muestras del producto y se deshidrataron durante 12 h con 20 y 40 °Brix a 45 °C, y durante 7 y 12 h para 20 y 40 °Brix, respectivamente a 60 °C.

En el Apéndice 1 se presentan los valores de las variaciones del contenido de humedad, expresados en porcentaje (g/100g), de las muestras de 20 y 40 °Brix secadas a 45 °C, por otra parte, en la **Figura 13** están representadas gráficamente dichas variaciones. Como se puede observar, las curvas muestran la tendencia típica de forma exponencial de una curva de secado. La representación gráfica muestra cierta linealidad en las 2 horas iniciales, posteriormente hay una disminución en la cantidad de humedad contenida en las muestras debido a un aumento progresivo de pérdida agua desde el inicio, hasta alcanzar un punto en el que la velocidad de movimiento de la humedad desde el interior del producto hasta la superficie se reduce. Sin embargo, se



puede apreciar que prácticamente a las 12 h no se ha llegado a la humedad de equilibrio, por lo cual se podría secar más la muestra. Esto concuerda con lo expuesto por Chan y Cavaletto (1978) quienes estudiaron la deshidratación de láminas de lechosa a diferentes temperaturas (74; 84 y 94 °C).

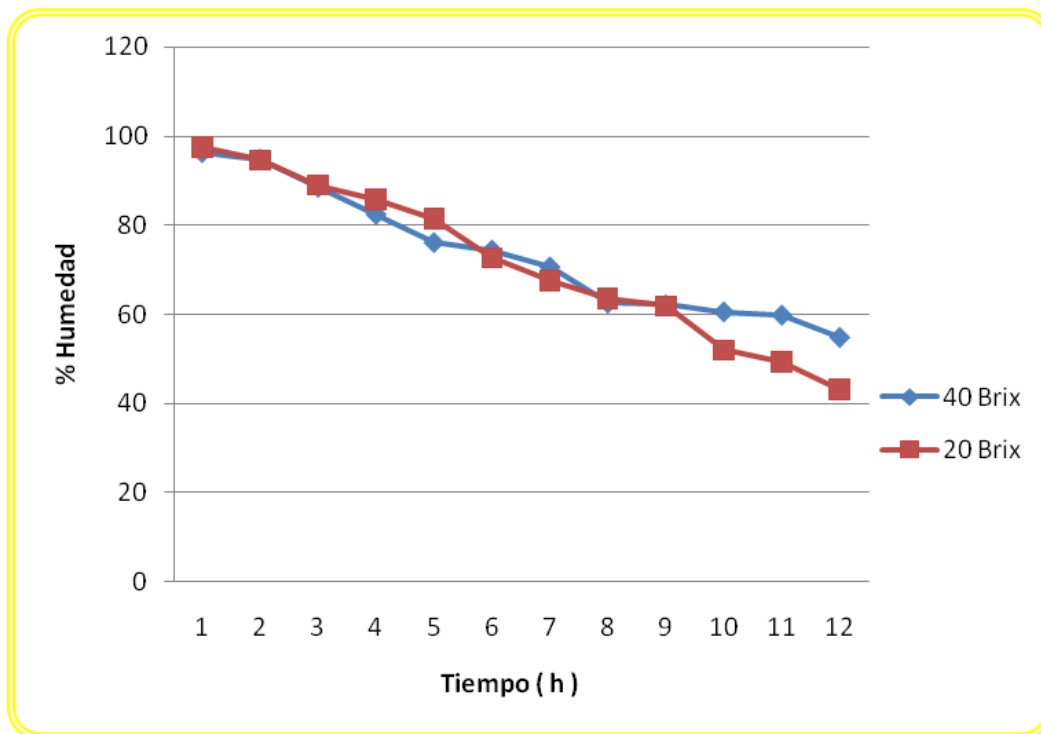


Figura 13: Curva de secado de muestras a 20 y 40 °Brix secadas a 45 °C

Las muestras que parten de 20 °Brix tienen una pérdida de 43,03% después de 12 h de deshidratación, mientras que las muestras que parten de 40 °Brix tienen una pérdida superior e igual a 54,88% después de 12 h.



En la **Tabla 17** se presenta la variación del contenido de humedad de las muestras durante 24 h, esto para saber si las muestras todavía poseían agua después de 12 h de secado. Se observa que las láminas después de 24 h perdieron más de agua que la que se midió anteriormente (**Figura 14**). La muestra de 20 °Brix disminuyó un 18,78% en su contenido de agua transcurrida las 24 h comparado con la medición a las 12 h, mientras que la muestra de 40 °Brix redujo en un 8,98% su contenido de humedad por lo que se deduce que este tratamiento poseía menos cantidad de agua disponible para evaporarse.

Tabla 17: Variación de humedad de las muestras de 20 y 40 °Brix a 45 °C durante 24 h.

Muestras	Tiempo (h)	Variación en el contenido de humedad (g/100g)
20 °Brix	24	24,25 ± 0,15
40 °Brix	24	45,90 ± 0,60

Valores expresados como media ± desviación estándar

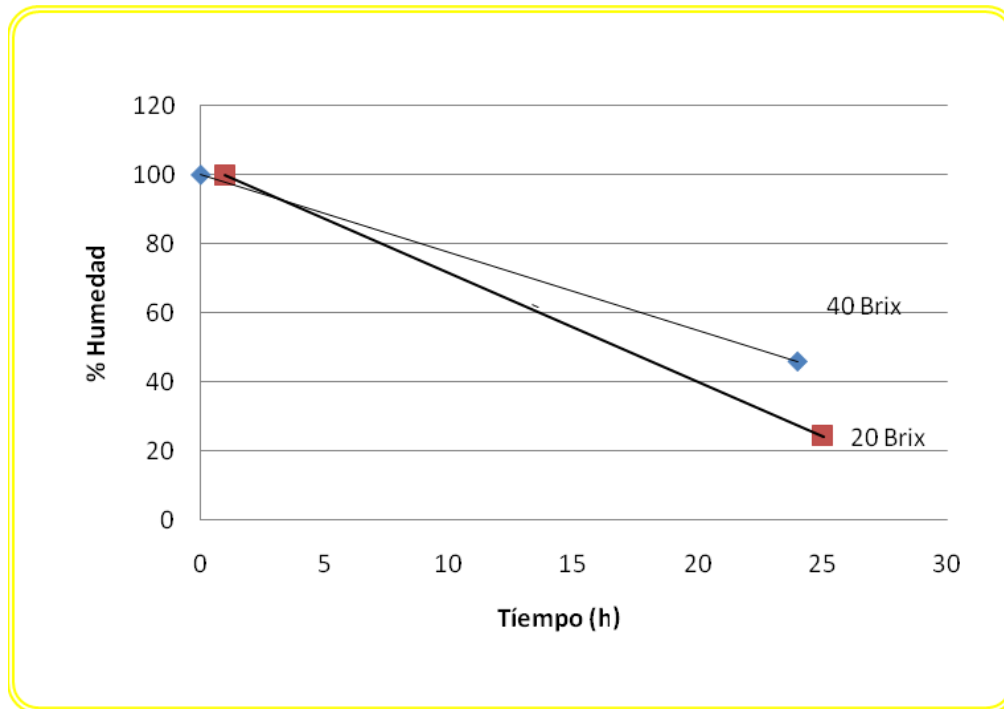


Figura 14: Curva de secado de las muestras a 20 y 40⁰Brix durante 24 h.

Posteriormente, se realizó una curva de secado de muestras bajo las mismas condiciones (20 y 40⁰Brix) pero aumentando la temperatura, es decir, a 60⁰C.

En el Apéndice 2 se presentan los valores de las variaciones del contenido de humedad, expresados en porcentaje (g/100g), de las muestras de 20 y 40⁰Brix secadas a 60⁰C.

En la **Figura 15** están representadas gráficamente dichas variaciones. Como se observa las curvas muestran la tendencia típica de forma exponencial a una curva de secado

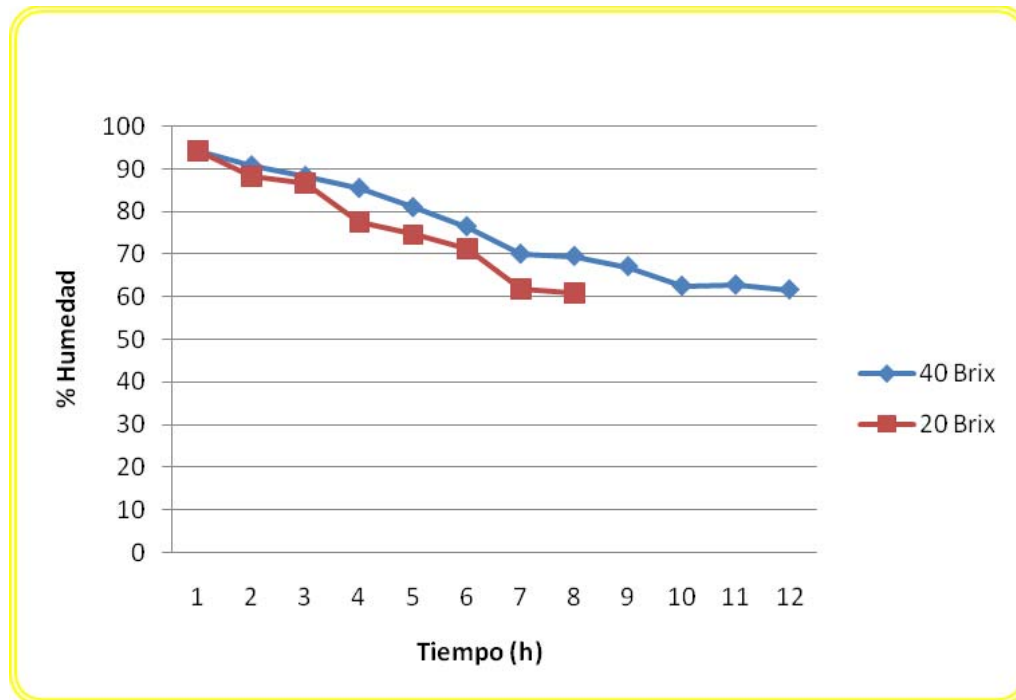


Figura 15: Curva de secado de muestras a 20 y 40^oBrix a 60 °C.

Se puede observar claramente la similitud de las curvas, indicando que tienen el mismo comportamiento con forma exponencial, similar al de muestras secadas a 45 °C.

Las muestras de 20^oBrix tienen una pérdida de humedad de 60,9% después de 8 h de deshidratación, similarmente que las muestras de 40^oBrix tienen una pérdida similar de 61,6% después de 12 h.

En la **Tabla 20** se presenta la variación del contenido de humedad de las muestras después de 24 h, observándose que las muestras siguieron perdiendo dieron más cantidad de agua que la que se midió anteriormente (**Figura 16**). La muestra de 20^oBrix disminuyó un 32,8% de su contenido de agua, transcurrida las 24 h comparado



con la medición a las 8 h, mientras que la muestra a 40 °Brix se redujo en un 7% de su contenido de humedad.

Tabla 20: Variación de humedad de las muestras de 20 y 40 °Brix a 60 °C durante 24 h.

Tratamiento	Tiempo (h)	Variación en el contenido de humedad (%)
20 °Brix	24	28,1 ± 0,90
40 °Brix	24	54,6 ± 0,91

Valores expresados como media ± desviación estándar

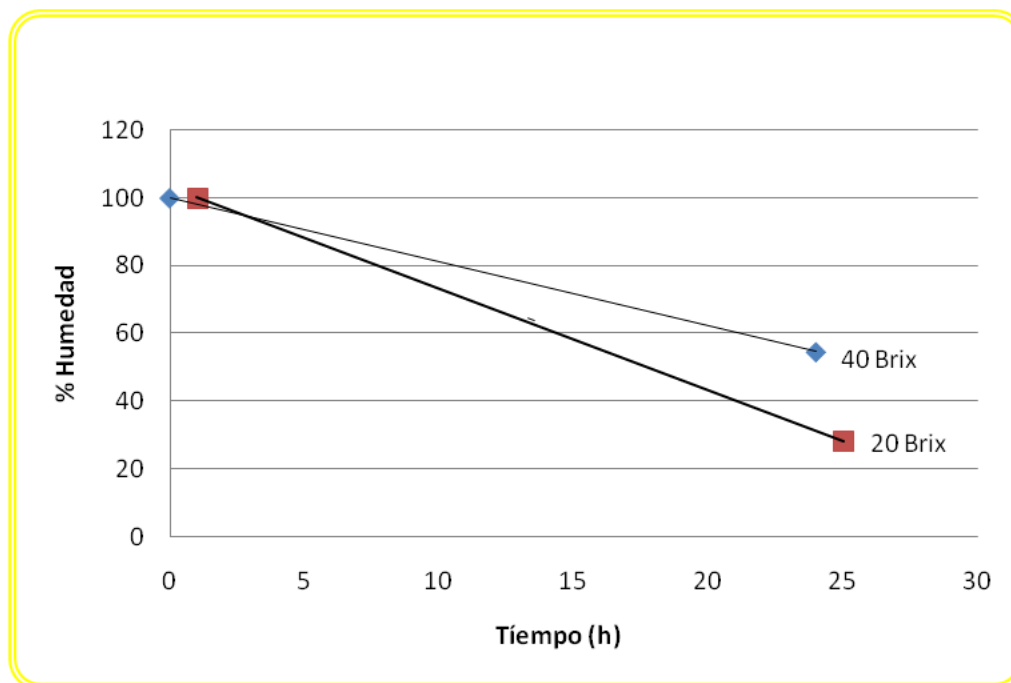


Figura 16: Curva de secado de las muestras a 20 y 40 °Brix durante 24 h.



5. Determinaciones físicas y químicas a las láminas seleccionadas:

Los resultados de la evaluación sensorial no fueron concluyentes en la selección de las láminas elaboradas a partir de pulpa acondicionada a 20 y 40 °Brix, debido a que no hubo diferencias significativas por parte de los panelistas para cada parámetro. Por lo tanto, se tomó como criterio de selección de las láminas la cristalización del azúcar, por lo cual la lámina seleccionada fue la formulación 5, aquella con mayor cantidad de fructosa (25%), y por tanto con menor cristalización.

5.1 Contenido de humedad.

En la **Tabla 21** se observa los resultados de los análisis realizados a las láminas elaboradas con la formulación 5, observándose que no se presentan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre las láminas de los distintos tratamientos, por lo que, la humedad promedio alcanzada fue de 10,81% (89,19% sólidos totales). Esto conlleva a decir que la humedad alcanzada después de la deshidratación no se vio influenciada por las diferentes condiciones de sólidos solubles y de temperatura de secado ya que los valores obtenidos fueron muy similares entre sí.

Por otra parte, cabe destacar que los valores de humedad obtenidos se encuentran dentro de los límites establecidos de humedad para este estudio, el cual fue entre 10 y 12%. Por lo que podría esperarse un producto relativamente estable en el tiempo por lo menos en el aspecto microbiológico.



5.2 Sólidos solubles.

En la **Tabla 21** se pueden observar los resultados obtenidos en la determinación de contenido de sólidos soluble. Así, para cada una de las láminas elaboradas bajo las diferentes condiciones de procesamiento, se puede observar diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los distintos tratamientos de un nivel a otro, es decir, hay diferencias entre los tratamientos de 20 y 40 °Brix a las diferentes temperaturas.

Lo anterior parece indicar que la temperatura de deshidratación afecta la composición final de los sólidos en las láminas, ya que, a pesar que para las láminas de los cuatro tratamientos el contenido de sólidos totales es el mismo, la cantidad de sólidos solubles es mayor en aquellas que parten de 40 °Brix. Estas diferencias obviamente han de afectar la relación del resto de los sólidos presentes en las láminas, y especialmente en los azúcares.



Tabla 21: Caracterización física y química de las láminas del fruto de parchita (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener) a 20 y 40 °Brix secadas a 45 y 60 °C.

Parámetros		20 °Brix 45 °C	40 °Brix 45 °C	20 °Brix 60 °C	40 °Brix 60 °C
Humedad (%)		10,70 ± 1,146 ^a	10,81 ± 0,100 ^a	10,78 ± 0,243 ^a	10,95 ± 0,689 ^a
Sólidos solubles (°Brix)		38,5 ± 1,098 ^a	59,8 ± 1,430 ^b	32,7 ± 1,525 ^c	67,3 ± 0,094 ^d
Acidez total titulable (%)*		0,11 ± 0,004 ^a	0,04 ± 0 ^b	0,12 ± 0,004 ^c	0,03 ± 0 ^d
pH		3,87 ± 0,004 ^a	3,78 ± 0,009 ^b	3,36 ± 0,012 ^c	3,26 ± 0,004 ^d
Azúcares reductores (%)		16,61 ± 1,553 ^a	17,45 ± 3,229 ^a	9,04 ± 0,826 ^b	9,88 ± 0,169 ^b
Azúcares no reductores (%)		19,68 ± 4,955 ^a	31,03 ± 13,222 ^b	19,17 ± 6,332 ^a	59,06 ± 28,096 ^c
Azúcares totales (%)		37,33 ± 4,605 ^a	50,12 ± 1,279 ^b	29,22 ± 0,471 ^c	72,06 ± 2,737 ^d
Cenizas		2,95 ± 0,344 ^b	0,84 ± 0,023 ^a	2,20 ± 0,033 ^c	0,99 ± 0,130 ^a
Calcio (ppm)		331,62 ± 0 ^a	485,14 ± 14,737 ^b	483,77 ± 13,503 ^b	495,63 ± 54,137 ^b
Compuestos fenólicos totales (mg)		0,04 ± 0,02 ^a	0,13 ± 0,04 ^b	0,04 ± 0,01 ^a	0,13 ± 0,05 ^b
a _w		0,556 ± 0,030 ^a	0,625 ± 0,041 ^b	0,533 ± 0,007 ^a	0,667 ± 0,006 ^b
Color	L*	37,95 ± 0,114 ^a	39,64 ± 1,364 ^{ab}	47,34 ± 0,210 ^c	41,25 ± 1,344 ^b
	a*	8,35 ± 0,172 ^a	8,43 ± 0,952 ^a	7,86 ± 0,550 ^a	7,19 ± 0,935 ^a
	b*	37,12 ± 1,152 ^a	41,02 ± 2,784 ^a	30,95 ± 0,594 ^b	40,98 ± 1,932 ^a
Textura	Fuerza de corte	4719,04 ± 680,467 ^a	3500,85 ± 358,168 ^b	3779,42 ± 22,077 ^c	1471,15 ± 181,992 ^b
	Adhesividad	-306,40 ± 131,798 ^a	-7,4 ± 1,555 ^b	-583,74 ± 18,106 ^c	-99,92 ± 67,054 ^b

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

Valores expresadas como media ± desviación estándar. Numero de replicas = 3. *expresada como acido cítrico.

La variación nos indica que las condiciones establecidas de sólidos solubles inicial y de temperatura de secado afectaron el resultado final, esto pudo ser debido al tiempo de secado para cada temperatura, el cual no fue el mismo en cada lámina, tal



como se indicó en materiales y métodos (**Tabla 7**), ya que para alcanzar una humedad final entre 10 a 12% se necesitaba de tiempos mayores en las láminas que partieron de 40 °Brix. Así, el aumentar la concentración de azúcares varió la proporción inicial y final de sólidos e incrementó el tiempo de secado al aumentar la retención de agua.

5.3 Acidez total titulable.

Con respecto a la acidez total titulable de las láminas de los diferentes tratamientos se observan diferencias significativas ($p < 0,05$), tal como se observa en la **Tabla 21**. Sin embargo, los valores de las láminas a 20 °Brix y secadas a temperaturas diferentes son muy similares entre sí, al igual que los resultados de las láminas a 40 °Brix a distintas temperaturas, siendo estas últimas de menor acidez, lo que podría sugerir que la cantidad de ácidos orgánicos va depender de los sólidos solubles presentes en la muestra, al iniciarse la deshidratación, debido al cambio en las proporciones de los sólidos totales, ya que al aumentar los azúcares disminuye la proporción del resto de los sólidos y entre estos los ácidos orgánicos.

5.4 pH

En la **Tabla 21** se observan los resultados obtenidos en la determinación del pH en cada una de las muestras tratadas, bajo las diferentes condiciones de elaboración. Al igual que con la acidez se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre las láminas obtenidas. Como puede observarse, las láminas secadas a 45 °C tienen mayor pH que las secadas a 60 °C e igualmente, las láminas que partieron de un mayor contenido de sólidos solubles presentan menor pH que las secadas a la misma temperatura.



5.5 Azúcares reductores, no reductores y totales.

En el análisis realizado a las láminas de parchita se determinó el contenido de azúcares reductores, no reductores y totales. Se observa que para los azúcares reductores no hay diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre las láminas de 20 °Brix secadas a ambas temperaturas, al igual que para las láminas de 40 °Brix, sin embargo, sí hay diferencias entre las láminas de 20 y 40 °Brix.

Para los azúcares no reductores se observa que no hay diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las láminas de 20 °Brix, pero si se presenta diferencias entre las dos láminas de 40 °Brix y a su vez entre ambas temperaturas.

El efecto observado para cada tratamiento de sólidos solubles de las láminas se ve reflejado en el contenido de azúcares no reductores. Así, aunque para una misma temperatura de secado el contenido de azúcares reductores es el mismo, ya sea que se parte de 20 o 40 °Brix, cuando se comparan los contenidos de azúcares no reductores, estos son mayores en las láminas secadas a la misma temperatura pero que parten de mayor contenido de sólidos solubles. De igual forma, el contenido de azúcares reductores es mayor en la láminas secadas a 45 °C, esto debido probablemente a que al requerirse de más tiempo de secado, se produce una mayor inversión de la sacarosa que origina mayor cantidad de azúcares reductores.

Según los resultados anteriores, el secado a 45 °C va a producir mayor cantidad de azúcares reductores y por su lado, el partir de mayor contenido de sólidos solubles origina láminas con mayor contenido de azúcares no reductores.



Si se compara los azúcares totales con los sólidos solubles se observa que los valores son muy similares lo que refuerza que los sólidos solubles constituyen un valor aproximado del contenido de azúcares.

5.6 Cenizas

A las láminas de parchita se realizó el análisis de cenizas arrojando los siguientes resultados: las láminas secadas a la misma temperatura pero con diferente contenido de sólidos solubles iniciales mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre sí, es decir, aquellas que partieron con 40 °Brix finalizaron con un menor contenido de cenizas mientras que las que partieron con menor contenido de sólidos solubles terminaron con mayor contenido de cenizas.

5.7 Calcio

En la **Tabla 21** se señalan los resultados para dicho análisis, se puede observar que de cuatro láminas tres de ellas no presentan diferencias en su contenido de calcio la cual obviamente se debe a que el contenido inicial de calcio fue el mismo en los cuatro tratamientos y como se alcanzó igual contenido final de sólidos totales el contenido de calcio es similar entre las láminas.

El calcio es un mineral que, como se mencionó anteriormente, es uno de los más importantes para el cuerpo humano, nutriente clave para la salud ósea y ayuda al control de diversas enfermedades, tal como la osteoporosis. Es por ello, que es importante determinar el nivel de enriquecimiento que poseen las láminas en las distintas formulaciones.



Además, también se observa que los valores de calcio aumentaron con respecto al valor inicial, como se mencionó anteriormente la pulpa fue mezclada con 300 mg de calcio por cada 100 g de producto, bajo la forma de lactato de calcio ($\text{Ca}(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), lo cual equivale a la concentración de calcio de un vaso de leche, por lo que la concentración de calcio se vio influenciada por el secado, lo que conllevó a la concentración de solutos y a su posterior aumento.

5.8 Compuestos fenólicos totales.

Según los resultados del análisis de compuestos fenólicos totales realizado a las láminas (**Tabla 21**) se pueden observar en las láminas secadas a 45 °C no presentan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), lo mismo ocurre con las láminas secadas a 60 °C; sin embargo, entre ambas temperaturas si hay diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre sí.

5.9 Actividad de agua (a_w).

En la **Tabla 21** se observa que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el a_w de las láminas de 20 °Brix al igual que ocurre con las láminas de 40 °Brix como lo mencionó Stier, (1996, citado por Merino 2002), un mayor contenido de sólidos solubles aumenta la retención de agua en el alimento, debido a esto la a_w de las láminas de 40 °Brix es mayor que las que partieron de 20 °Brix.

La actividad de agua (a_w) en los alimentos es de gran importancia ya que tiene influencia sobre el crecimiento de los microorganismos, así como en la cinética de las reacciones químicas y enzimáticas del producto final (Mossel y García, 1975).



Igualmente, dichos valores son bajos, debido al proceso de deshidratación a la que fueron sometidas las láminas. Con estos resultados de a_w se puede decir que se lograría el control microbiológico de este producto. Similares resultados fueron señalados por Chan y Cavaletto en el año 1978, encontrando que la a_w para láminas de lechosa después de la deshidratación fue de 0,50 y 0,52; Collins y Washam-Hutsell (1987) por su parte reportaron valores de a_w para láminas de batata entre 0,48 y 0,58; e Irwandi y Che Man (1995) reportaron para láminas de mango de Durian valores de a_w en un rango entre 0,57 y 0,62; así mismo, Huang y Hsieh hallaron valores de a_w de 0,44 y 0,539 para láminas de pera.

5.10 Color

Según el análisis de color realizado a las láminas de parchita se observa que en cuanto al parámetro L^* las láminas de 20 °Brix secadas a 45 °C no muestran diferencia significativas ($p < 0,05$) con respecto a la lámina de 40 °Brix a la misma temperatura, pero si hay diferencia significativas ($p < 0,05$) entre las láminas secadas a 60 °C.

En cuanto al parámetro de color a^* los resultados muestran que no hay diferencia estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre las muestras a los diferentes tratamientos. Mientras que para el parámetro b^* las láminas secadas a 45 °C no muestran diferencias entre sí, pero las láminas secadas a 60 °C si son diferentes significativamente ($p < 0,05$).

Adicionalmente se puede observar que las láminas tienen una luminosidad media, con una combinación de un matiz rojo e intensidad amarilla.



5.11 Textura

En la **Tabla 21** se pueden observar los resultados del análisis de textura, según los cuales para la fuerza de corte las láminas que partieron de 40 °Brix no representa diferencia estadísticamente significativa entre sí, siendo además sus valores menores que los de las acondicionadas a 20 °Brix. Aunque las láminas acondicionadas a 40 °Brix presentaron similar contenido de humedad que las de 20 °Brix pero mayor contenido final de sólidos solubles al parecer estas diferencias origina láminas de textura más suave. Por otro lado, en la adhesividad las láminas de 20 °Brix a 45 °C y 60 °C presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) con respecto a los demás tratamientos y entre así, mientras que, las láminas de 40 °Brix secadas a 45 °C y a 60 °C no mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre sí.

6. Análisis Microbiológico:

Los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos de mohos y levaduras y aerobios mesófilos realizados en las láminas de parchita fueron menores a 100 UFC/g valor que es el límite menor de detección con los métodos utilizados, es decir, el equivalente al crecimiento de una colonia.

Los alimentos son susceptibles en todo momento de sufrir cualquier forma de contaminación siendo el ataque de microorganismos la principal causa de deterioro que sufren los alimentos (Mossel y García, 1975), y es por eso que se procedió a realizar un



análisis microbiológico a las láminas de parchita con la finalidad de asegurar la inocuidad del producto final.

Los mohos y levaduras son microorganismos que crecen a pH bajos, poca humedad, alto contenido de sal y azúcar, bajas temperaturas, presencia de antibióticos o exposición del alimento a irradiación. Otro tipo de microbios son los aerobios mesófilos, los cuales corresponden a un grupo de microorganismos indicadores, que pueden dar una idea del periodo de vida útil que posee un producto determinado (Nickerson y Sinskey, 1978).

Estos resultados deben estar relacionados con la baja a_w alcanzada y, además el pH ácido de las láminas que fluctuó entre 3,26 y 3,87, lo que implica la estabilidad microbiológica en las láminas elaboradas. Si se toman los valores promedios obtenidos de a_w para ambos tratamientos, 0,544 (20 °Brix) y 0,646 (40 °Brix) y se compara con los valores mínimos para el desarrollo de microorganismos se puede observar que ninguno de estos podrían crecer en estas condiciones de poca humedad, ya que, los mohos crecen a a_w igual a 0,70, las levaduras entre 0,88 a 0,94, mientras que las bacterias crecen a actividades de agua más elevadas de 0,995 a 0,998 (Frazier, 1981).

Estos resultados son similares a los reportados por Collins y Washam-Hutsell (1987) que indicaron valores de a_w para las láminas de batata entre 0,48 y 0,58, lo cual no permitió el crecimiento de microorganismos como mohos y levaduras. Irwandi y Che Man (1996) estudiando la estabilidad de almacenamiento de las láminas de Durian obtuvieron valores de a_w que oscilaron en un intervalo entre 0,57 y 0,62 (similares a los



resultados obtenidos), y en donde obtuvieron un bajo recuento de mohos durante su almacenamiento.

7. Evaluación sensorial por consumidores:

Se realizó una evaluación sensorial por consumidores no entrenados para evaluar la aceptación del producto final. En las **Figuras 17 y 18** se pueden observar la aceptación por parte de consumidores, según diferentes edades y género, para las láminas de 20 °Brix secadas a 45 °C. Se encuestó un total de 63 personas, de los cuales 36 eran de género femenino y 27 personas eran de género masculino. Del total de los consumidores, 23 personas (11 femenino y 12 masculino) coincidieron en que les gustaba el producto; 22 personas (16 femenino y 6 masculino) concuerdan en que el producto les es indiferente, mientras que 18 encuestados (9 personas femenino y 10 masculino) opinaron que el producto les disgustó.

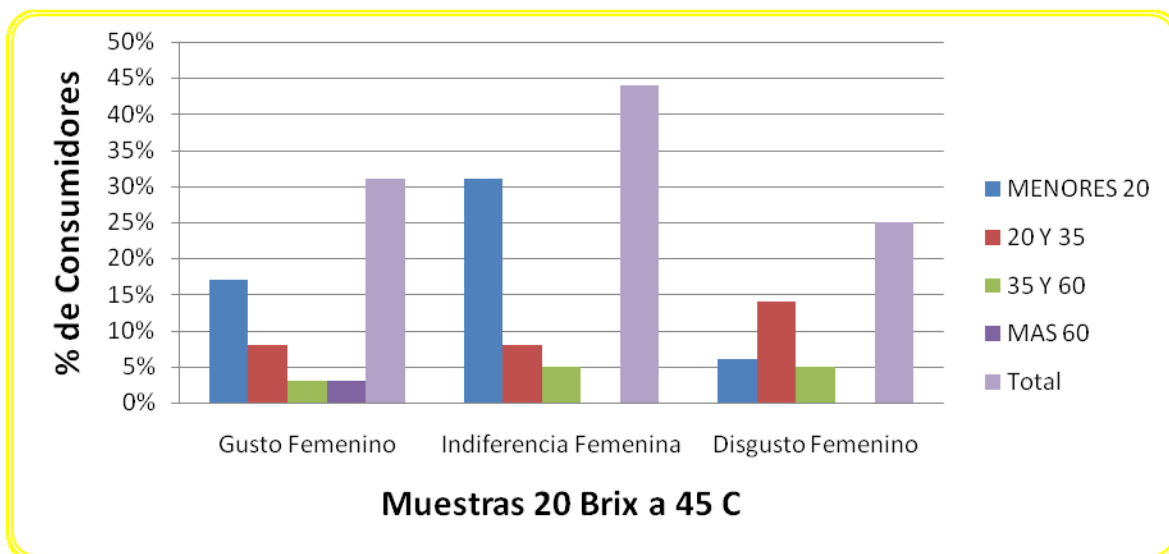


Figura 17: Resultados de la evaluación sensorial a consumidores femeninos no entrenados (n=63) realizado a láminas de 20 °Brix secadas a 45 °C. Escala hedónica tres (3) puntos donde 1= me gusta, 2= me es indiferente y 3= me disgusta.



Se observa que para ambos géneros la mayor aprobación fue en consumidores con edades menores de 20 años. Además, para consumidores de género femenino hubo una mayor escogencia en el parámetro de indiferencia, mientras que para consumidores de género masculino la escogencia mayor fue de “gusto”.

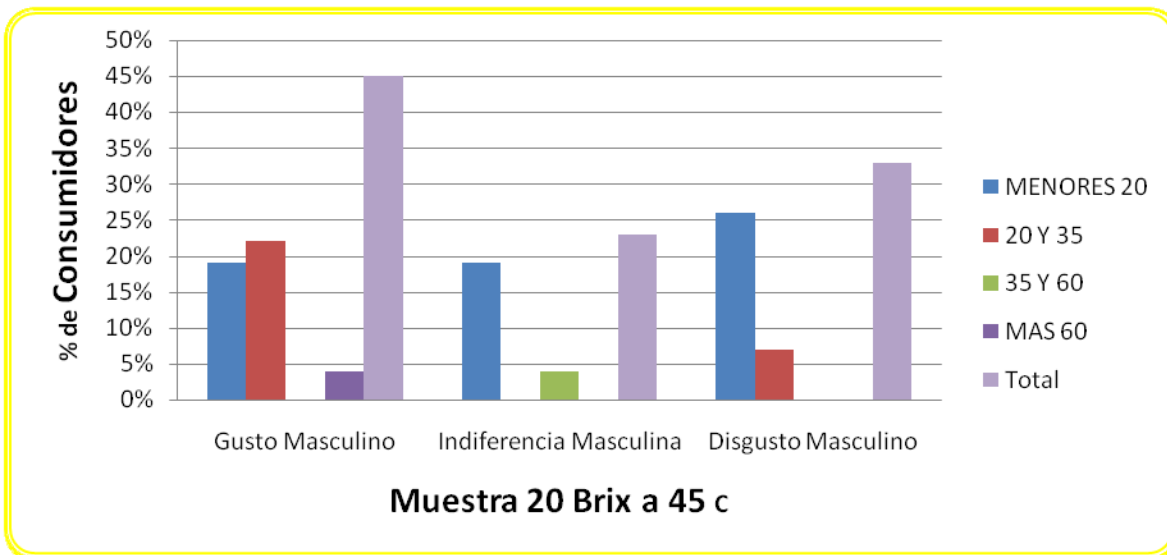


Figura 18: Resultados de la evaluación sensorial a consumidores masculinos no entrenados (n=63) realizado a láminas de 20⁰Brix secadas a 45⁰C. Escala hedónica tres (3) puntos donde 1= me gusta, 2= me es indiferente y 3= me disgusta.

Adicionalmente, en la **Figura 19** se puede observar la aceptación de los consumidores totales (femeninos y masculinos) por las láminas de 20⁰Brix secadas a 45⁰C. Se observa que hay una distribución muy pareja en la evaluación según las diferentes edades para los diferentes parámetros.

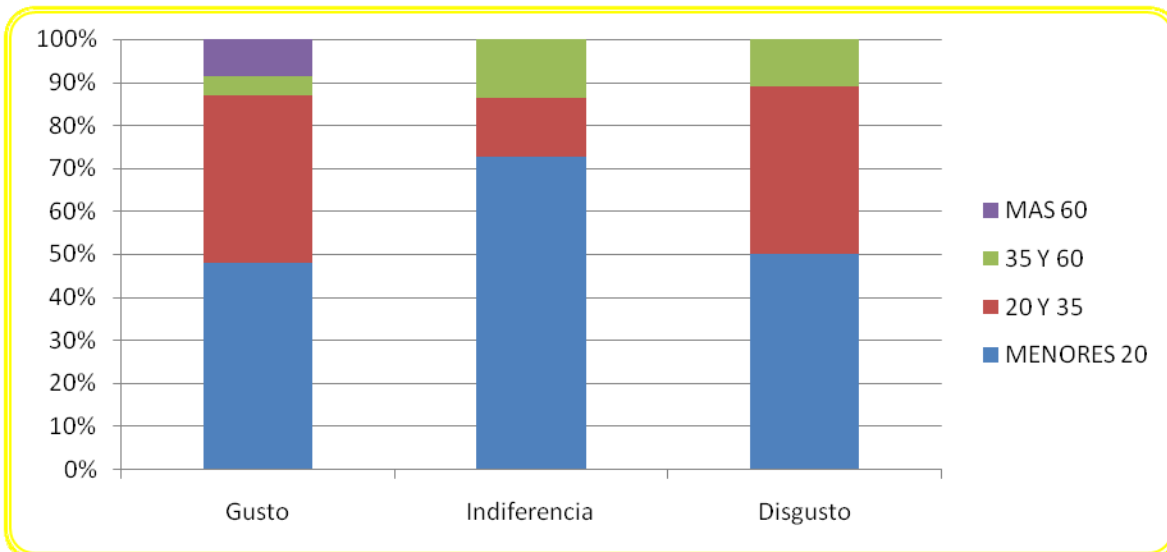


Figura 19: Resultados de la evaluación sensorial a consumidores no entrenados (n=63) realizado a láminas de 20 °Brix secadas a 45 °C.

Escala hedónica tres (3) puntos donde 1= me gusta, 2= me es indiferente y 3= me disgusta.

Por otro lado, en la **Figura 20 y 21** se observan los resultados de la evaluación sensorial en láminas de 40 °Brix secadas a 45 °C (n=63). Se destaca que del total de los consumidores 58 de ellos (34 de género femenino y 24 de género masculino) coincidieron en que el producto les gustó; 5 personas (3 de género femenino y 2 de género masculino) opinaron que les era indiferente y 0 personas o ninguno consideró que el producto no les disgustaba.

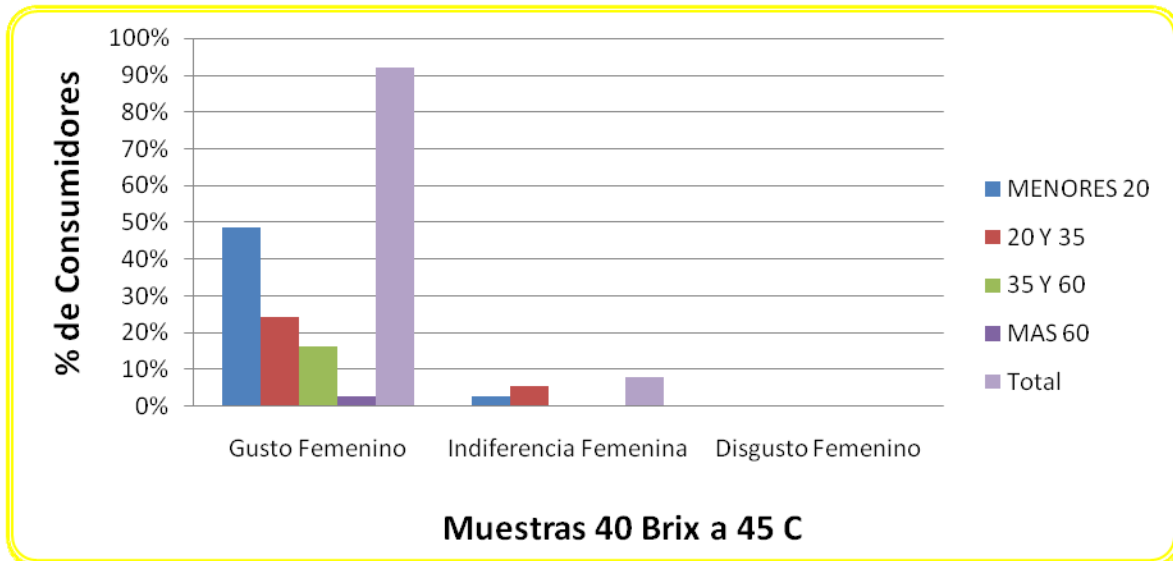


Figura 20: Resultados de la evaluación sensorial a consumidores femeninos no entrenados (n=63) realizado a láminas de 40^oBrix secadas a 45^oC. Escala hedónica tres (3) puntos donde 1= me gusta, 2= me es indiferente y 3= me disgusta.

Igualmente, en ambas figuras se puede observar que para ambos géneros la aceptación del producto fue muy similar, destacándose igualmente que la mayor aprobación fue en consumidores con edades menores de 20 años. Sin embargo, comparada con las muestras de 20^oBrix, los consumidores de género tanto femenino como masculino tuvieron una mayor escogencia en el parámetro de “gusto”. Adicionalmente, las muestras no causaron desagrado ya que no hubo escogencia del parámetro “disgusto”.

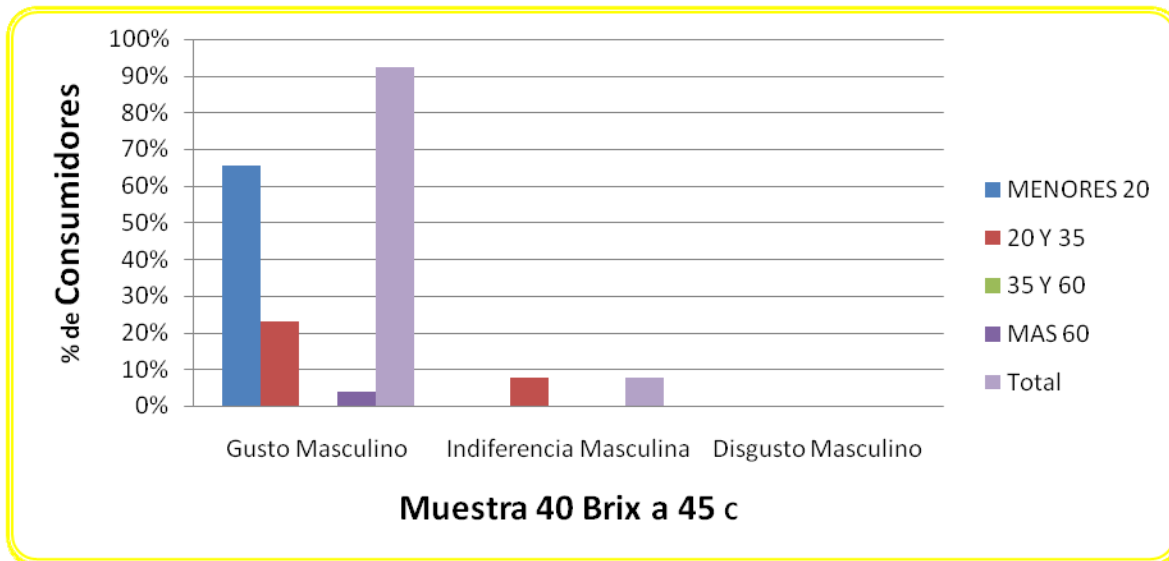


Figura 21: Resultados de la evaluación sensorial a consumidores masculinos no entrenados (n=63) realizado a láminas de 40^oBrix secadas a 45^oC. Escala hedónica tres (3) puntos donde 1= me gusta, 2= me es indiferente y 3= me disgusta.

En la **Figura 22** se puede observar el total de consumidores encuestados (géneros femenino y masculino), pudiendose apreciar que el parámetro “disgusto” no tuvo escogencia y que los consumidores de edad menor a 20 años tuvieron mayor preferencia por el gusto de las muestras mientras que edades comprendidas entre 20 y 35 años fueron más indiferentes al producto.

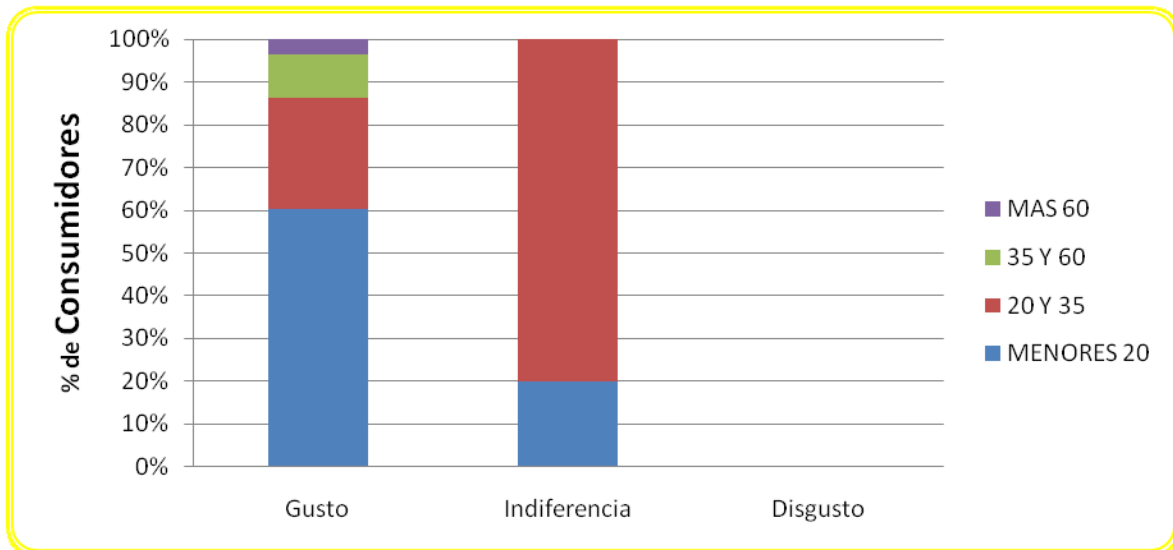


Figura 22: Resultados de la evaluación sensorial a consumidores no entrenados (n=63) realizado a láminas de 40 °Brix secadas a 45 °C.

Escala hedónica tres (3) puntos donde 1= me gusta, 2= me es indiferente y 3= me disgusta.

Es importante acotar que el producto con mayor aceptación fue la lámina elaborada con pulpa acondicionada a 40 °Brix, ya que según opinión de los consumidores era más dulce, suave y con un color más brillante que la lámina de 20 °Brix la cual consideraban era muy dura y más ácida lo cual coincide con los resultados de acidez y fuerza de corte.

En ambos casos, en cuanto a las edades, se destaca que ambos productos tuvieron mayor aceptación en personas menores de 20 años, es posible argumentar que esto es debido al atractivo que tiene el producto y que se asemeja a una golosina, lo que lo hace ser llamativo a los consumidores de menor edad (adolescentes). Por último, a pesar de que los productos tuvieron una variada aceptación, el 100% de los consumidores señalaron que estarían dispuestos a comprar el producto si éste se presentaba en el mercado como un “paquetico” con aproximadamente 10 unidades listas



para comer. Además de ello opinaron que era un producto nuevo y sobretodo que era natural.

Adicionalmente, se realizó la evaluación sensorial por consumidores no entrenados de las láminas secadas a 60 °C. En las **Figuras 23 y 24** se puede observar la aceptación por parte de consumidores de diferentes edades y sexos, de las láminas de 20 °Brix. Se encuestó igualmente un total de 63 personas, de los cuales 36 eran de género femenino y 27 personas de género masculino. Del total de los consumidores, 20 personas (11 femenino y 9 masculino) concuerdan en que el producto les es indiferente; 28 personas (18 femenino y 10 masculino) coincidieron en que les gustaba el producto, mientras que 15 encuestados (7 femenino y 8 masculino) opinaron que el producto les disgustó.

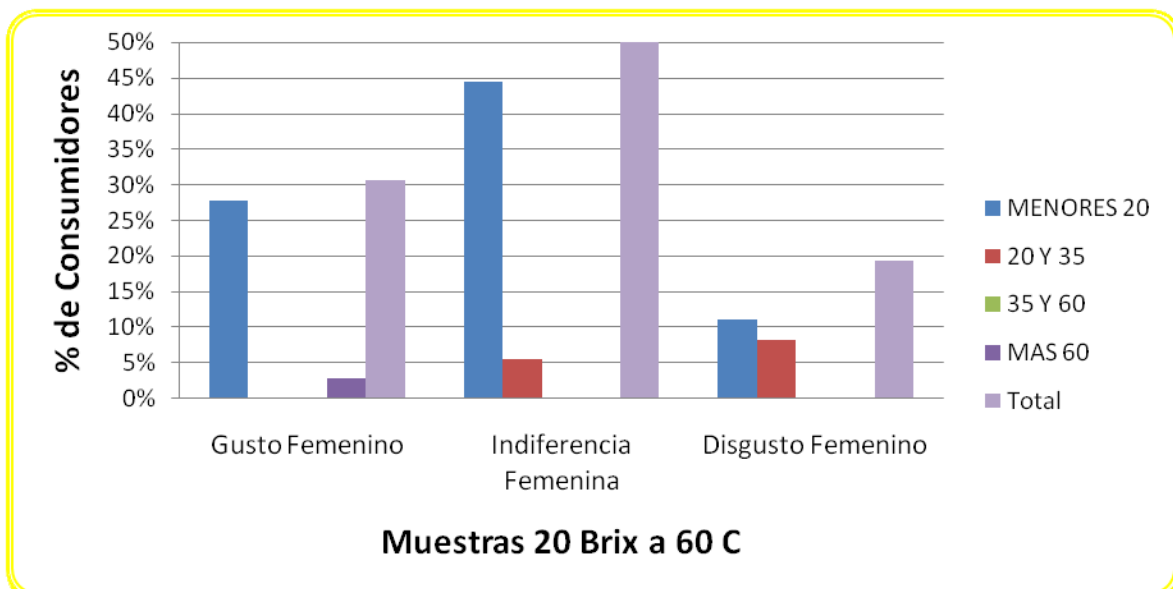


Figura 23: Resultados de la evaluación sensorial a consumidores femeninos no entrenados (n=63) realizado a láminas de 20 °Brix secadas a 60 °C. Escala hedónica tres (3) puntos donde 1= me gusta, 2= me es indiferente y 3= me disgusta.



Igualmente, En ambas figuras se observa que para ambos sexos la aceptación del producto fue muy similar en cuanto a los parámetros evaluados, destacándose igualmente que la mayor aprobación fue en consumidores con edades menores de 20 años. Sin embargo, los consumidores de género tanto femenino como masculino tuvieron mayor escogencia en el parámetro de “indiferente”, seguido por el de “gusto” y por ultimo el “disgusto”.

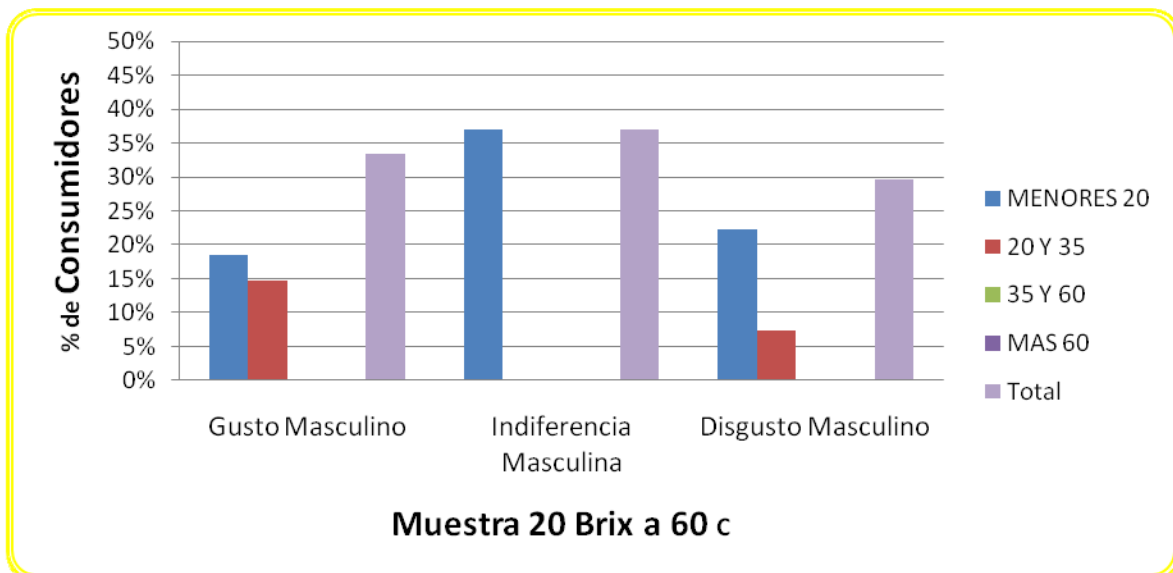


Figura 24: Resultados de la evaluación sensorial a consumidores masculinos no entrenados (n=63) realizado a láminas de 20 °Brix secadas a 60 °C. Escala hedónica tres (3) puntos donde 1= me gusta, 2= me es indiferente y 3= me disgusta.

En La **Figura 25** se puede observar el comportamiento del total de consumidores encuestados. Igualmente se puede apreciar lo anteriormente dicho en donde la mayor escogencia por parte de los consumidores fue en el parametro de “indiferencia” con un (90%), seguida por “gusto” (61,11%) y por ultimo “disgusto” (49,07%). Se debe considerar que, los consumidores mas evaluados fueron aquellos menores de 20 años, seguidos por los de edad comprendida entre 20 y 35 años.

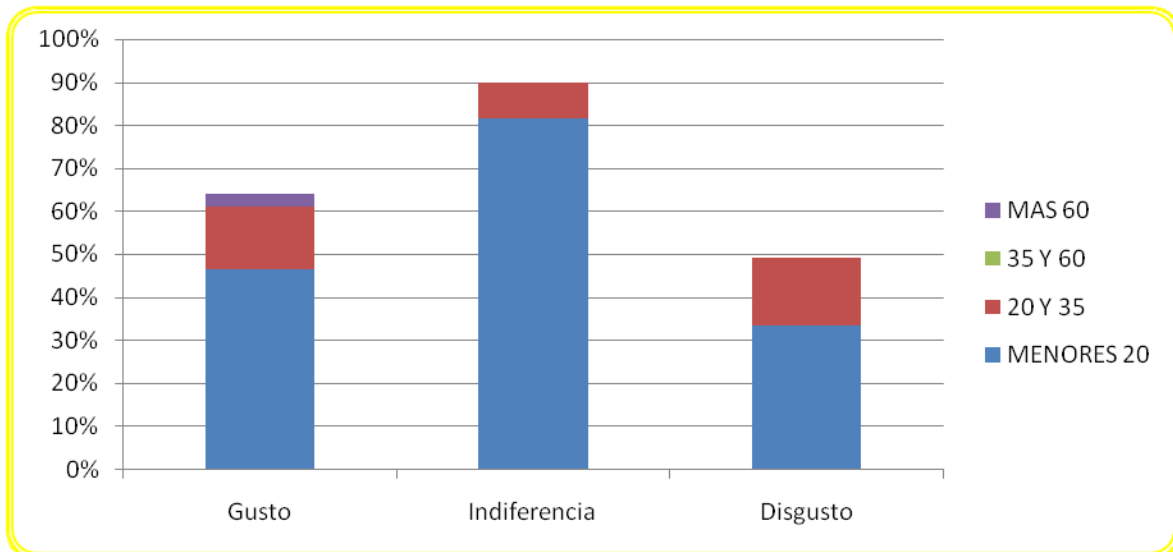


Figura 25: Resultados de la evaluación sensorial a consumidores no entrenados (n=63) realizado a láminas de 20^oBrix secadas a 60^oC.

Escala hedónica tres (3) puntos donde 1= me gusta, 2= me es indiferente y 3= me disgusta.

Por último, en las **Figuras 26** y **27** se puede observar la aceptación por parte de consumidores de diferentes edades y sexo de las láminas de 40^oBrix secadas a 60^oC. Del total de consumidores, 53 personas (31 femenino y 23 masculino) concuerdan en que el producto les gustó, seguidamente 7 personas (3 femenino y 4 masculino) coincidieron en que les era indiferente el producto, mientras que 3 encuestados (1 femenino y de 2 masculino) opinaron que el producto les degustó

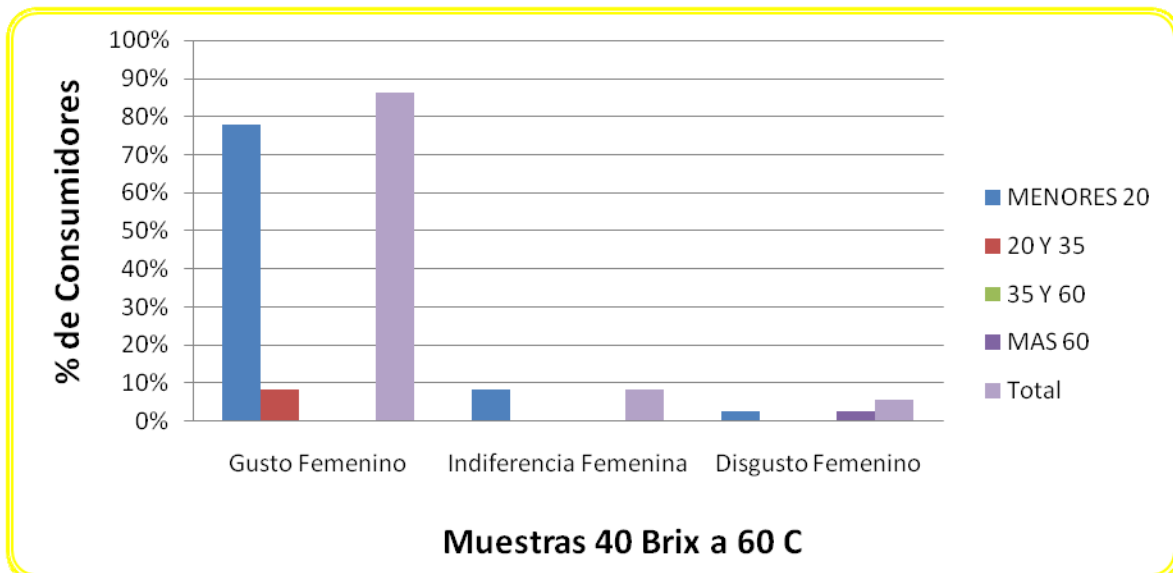


Figura 26: Resultados de la evaluación sensorial a consumidores femeninos no entrenados (n=63) realizado a láminas de 40^oBrix secadas a 60^oC. Escala hedónica tres (3) puntos donde 1= me gusta, 2= me es indiferente y 3= me disgusta.

Por otro lado, se puede observar en ambas figuras que la mayor escogencia por los consumidores fue de gusto, es decir, a los consumidores les agradó el producto.

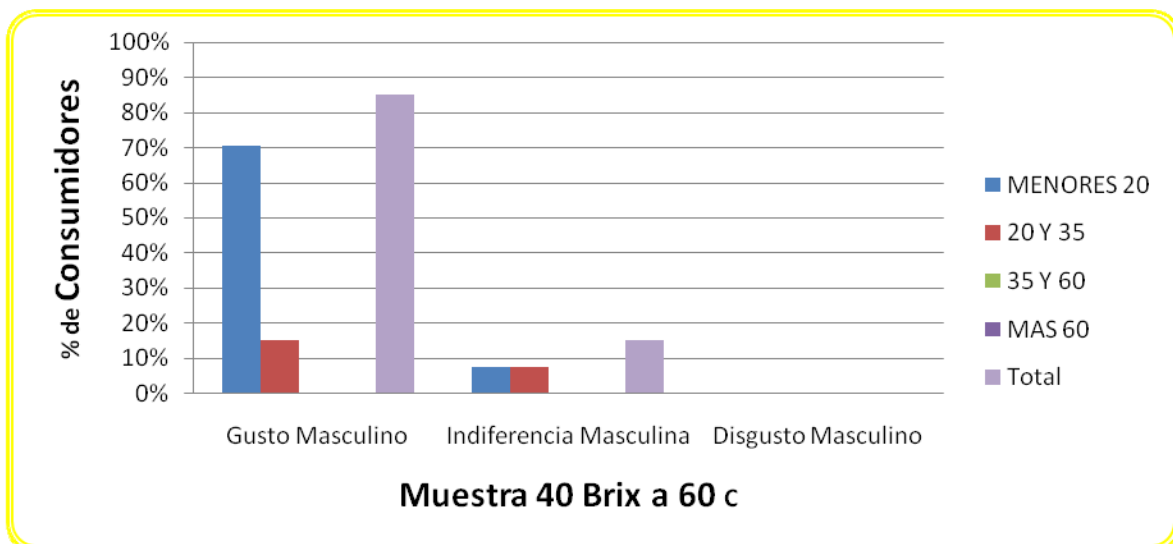


Figura 27: Resultados de la evaluación sensorial a consumidores masculinos no entrenados (n=63) realizado a láminas de 40^oBrix secadas a 60^oC. Escala hedónica tres (3) puntos donde 1= me gusta, 2= me es indiferente y 3= me disgusta.



En la **Figura 28** se observa que el producto fue de mayor agrado comparado con el parámetro de indiferencia y disgusto.

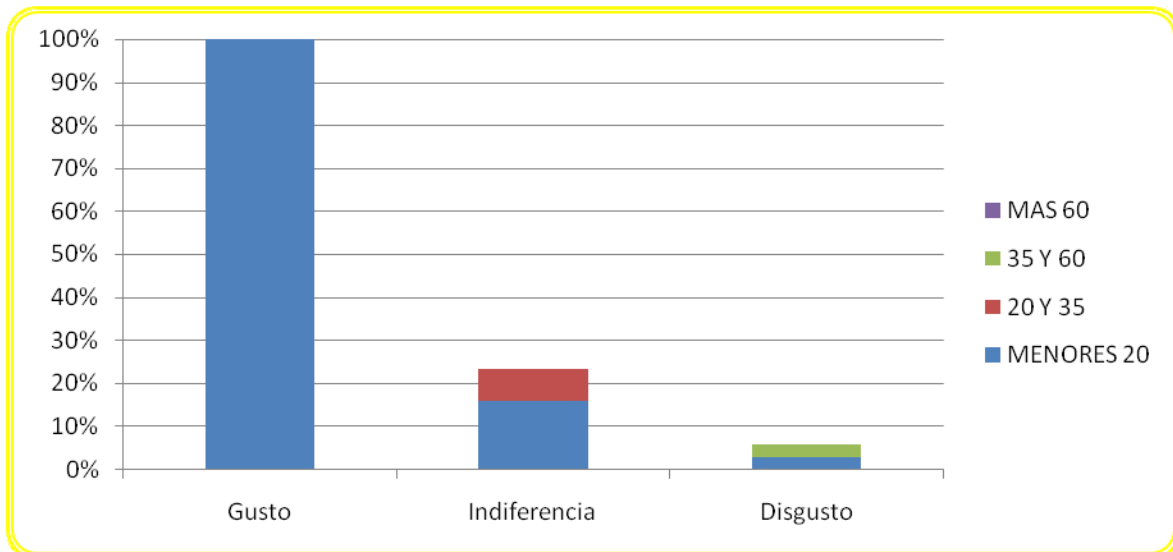


Figura 28: Resultados de la evaluación sensorial a consumidores no entrenados (n=63) realizado a láminas de 40^oBrix secadas a 60^oC. Escala hedónica tres (3) puntos donde 1= me gusta, 2= me es indiferente y 3= me disgusta.

Para este tratamiento de temperatura (60^oC) hay que señalar que el producto con mayor aceptación fue la lámina de 40^oBrix, resultado similar al obtenido por las láminas a 45^oC.

Al igual, ambos productos tuvieron mayor aceptación en personas menores de 20 años, y el 100% de los consumidores señalaron que estarían dispuestos a comprar el producto.



VI. CONCLUSIONES.

1. La parchita resultó ser una buena materia prima para la elaboración de láminas flexibles, alcanzando un rendimiento de 84,91% cuando se usan en conjunto el jugo y el mesocarpio.
2. Las láminas elaboradas sólo con sacarosa como edulcorante presentaron cristalización del azúcar, presentando una apariencia poco adecuada. Por su parte, las formulaciones que combinadas con sacarosa y fructosa, mejoraron su apariencia a medida que se aumentó la sustitución de sacarosa por fructosa.
3. En las formulaciones de 20 y 40 °Brix, en las cuales se sustituyó la sacarosa por 15, 20 y 25% de fructosa, los resultados de la evaluación sensorial no presentaron diferencias significativas en los parámetros evaluados (color, olor, sabor y aceptación global); no obstante, las formulaciones dónde la sacarosa fue sustituida en un 25 % presentaron menos cristalización.
4. Fue posible incorporar calcio en las láminas de parchita con resultados aceptables, por lo que el enriquecimiento con calcio resulta una alternativa viable en este tipo de producto.
5. Para la elaboración de las láminas, tanto a 45 como 60 °C, la pulpa que inicialmente contenía mayor cantidad de sólidos solubles, requirió de más tiempo para alcanzar el contenido de humedad final próximo al 11%. Así, la de 20 °Brix a 45 °C requirió 8



horas y 4 horas a 60 °C, en tanto que la de 40 °Brix requirió 12 horas a 45 °C y 11 horas a 60 °C.

6. A pesar que en todas las láminas los contenidos de sólidos totales fueron similares, en las dos láminas elaboradas a partir de pulpa acondicionada a 40 °Brix, los contenidos de sólidos solubles fueron significativamente mayores que las que partieron de 20 °Brix. Lo anterior se vio igualmente reflejado en los contenidos de azúcares no reductores, ya que estos fueron mayores en las elaboradas a partir de pulpa de 40 °Brix.
7. Es factible obtener láminas tipo golosina a base de parchita, nutritivas y de excelente calidad microbiológica, con agradables características sensoriales, destacándose el aporte del calcio como ingrediente funcional.
8. En las pruebas con consumidores las láminas tuvieron mayor aceptación en personas menores de 20 años. Por otra parte, el 100% de los consumidores señalaron que estarían dispuestos a comprar el producto, si éste se presentaba en el mercado como un paquete con aproximadamente 10 unidades listas para comer.



VII. RECOMENDACIONES.

1. Proseguir con los estudios de caracterización de frutas de parchita *Passiflora edulis* variedad *flavicarpa* Degener, tanto en lo físico como en lo químico, evaluando sus posibles usos en la industria de alimentos y seguir desarrollando nuevos productos funcionales a base de frutas de parchita, enriquecidas con minerales.
2. Realizar más estudios sobre la elaboración de láminas de frutas, lo que podría contribuir a su fabricación a nivel industrial, como una opción para el consumo de frutas tropicales.
3. Efectuar las pruebas de consumidores en lugares donde exista una gran diversidad de consumidores, como por ejemplo: parques, colegios y supermercados.
4. Continuar los estudios sobre el efecto de la cristalización de la sacarosa en el desarrollo de productos de frutas deshidratadas, evaluando la combinación de diferentes tipos de azúcares en la elaboración de láminas frutas y su efecto en la calidad de las láminas.
5. Evaluar los costos de producción de láminas de frutas para su incorporación en el mercado de consumidores.



6. Realizar la aplicación práctica de las curvas de secado en el presente producto para establecer el tiempo exacto para el secado de las láminas.
7. El almacenamiento de las láminas de parchita podría hacerse en plásticos flexibles, impermeables a la humedad y a la luz, manteniéndolas a temperatura ambiente y en lugares secos.



VIII. BIBLIOGRAFIA.

Abdul-Karim, M., Che Man, Y. y Taufik, B. (1990). Development of ciku leather - a new snack food. *Food Science & Biotechnology*. 4, (1): 1, 7

Abreu, E., Múrua, M., Bellorín, M., Martínez, Z., Henríquez, L., Caraballo, L., Melo, A., Gutiérrez, A. y Ablan, E. (1995). Disponibilidades de alimentos y nutrientes en Venezuela 1989-1994 Ajustes y estimaciones. Fundación Polar. Cap I, pp 13-14.

Addosio, R., Páez, G., Marín, M., Mármol, Z. y Ferrer, J. (2005) Obtención y caracterización de pectina a partir de la cascara de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener). Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

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.

Ashaye, O., Babalola, S., Babalola, A., Aina, J. y Fasoyiro, S. (2005). Chemical and organoleptic characterization of pawpaw and guava leathers. *World Journal of Agricultural Sciences*. 1 (1), pp. 50-51.

Association of Official Analytical Chemist (AOAC). (1990). Official Methods of Analysis, 13th ed., Arlington Virginia, Vol II, pp. 914-916.



Association of Official Analytical Chemist (AOAC). (1980). *Official Methods of Analysis*, 13th ed., Washington DC, pp. 363.

Astiasarán I. y Martínez, A. (1999). *Alimentos, Composición y Propiedades*. Mc.Graw-Hill. Interamericana España, 1ª edición, pp.415

Aular, J., Bautista, D. y Maciel, N. (1994). Característica de la fruta de parchita en tres localidades de Sur del Lago de Maracaibo. *Agronomía Tropical*. 46 (2), pp.119-127.

Aular, J. y Rodríguez, Y. (2003). Algunas características físicas y químicas del fruto de cuatro especies de *Passiflora*. *Bioagro*. 15 (1), pp. 41-46.

Aular, J., Rodríguez, Y., Roa, S. (2004). Características del fruto de cuatro pasifloras de la zona andina venezolana. *Bioagro*, 16 (2), pp.137-142.

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 of Biotechnology*. 1 (2), pp. 61-63

Bains, M., Ramaswamy, H. y LO, K. (1989). Tray drying of Apple puree. *Journal of Food Engineering*. 9, pp. 195-201.

Baker, R., Wong Hahn, P., Robbins, K. (1988). *Fundamentals of New Food Product Development*. En: *Development in Food Science*. Volumen 16. Elsevier. New York. Cap. 1, pp. 1.



Álvarez, J. V. Desarrollo de Láminas Flexibles de Parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) Enriquecidas con Calcio

Barbosa-Cánovas, G., Vega-Mercado, H. (1996). Dehydratacion of Foods. Editorial Board. Chapman&Hill. New York. Cap. 1, pp. 4-7; Cap 3, pp.29, 32, 70-78.

Bartrina, J. (1999). Evolución del consumo alimentario en España y en Europa. En: *Tratado de nutrición*, editado por Hernández Rodríguez M., y Sastre Gallego, A. Ediciones Díaz de Santos, España. Cap. 85, pp. 1341

Barros, C. y Segura, I. (1991). Revista Internacional de Derecho Alimentario Alimentalex N^o 3. Editorial Visión Libros, pp. 91

Bauernfeind, J. y Pinkert, D. (1970). Ascorbic Acid for the Prevention of Fruit and Vegetable Browning. Editorial F. Hoffmann - La Roche&Co. Pp. 4.

Becerra, D. (2003). Efecto del origen material vegetal y la edad sobre la capacidad morfogenética de dos especies de *Passiflora* (*Passiflora mollisima* H.B.K. Bailey y *Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) cultivadas in vitro. Tesis de Licenciatura. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Bedolla, Salvador. (2004). Introducción a la Tecnología de Alimentos. Editorial Limusa, 2 edición, pp. 148

Bello, J. (2005). Calidad de vida, alimentos y salud humana: Fundamentos Científicos. Ediciones Días de Santos. Cap. 7, pp. 357.

Bender, A. (1973). Elementos minerales. En: *Nutrición y alimentos dietéticos*. Editorial Acribia. Cap. 15, pp. 237-242



- Boris, C. (1990). Elaboración de productos de humedad intermedia de lechosa (*Carica papaya* L.) variedad "criolla" bajo tratamiento previo de: II. Escaldado a vapor, osmosis en jarabe de sacarosa acidificado con cítrico y ascórbico, adición de sorbato. Tesis de Licenciatura. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Bressani, R. y Elías, L. (1976). Development of new highly nutritious food products. En: Man, food and nutrition. Editado por Rechcigl, M. CRC Press. 2 edición, pp. 251-274.
- Cardelicchio, G. (1995). Estabilización de la pulpa de parchita (*Passiflora edulis* S.) por métodos combinados. Tesis de Licenciatura. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Castellanos, Y. (1986). Caracterización de la microflora presente en el melón (*Cucumis melo* L.) en tres grados diferentes de madurez, en la corteza, pulpa externa y pulpa interna. Tesis de Licenciatura. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Chan, H y Cavaletto, C. (1978). Dehydration and storage stability of papaya leather. *Journal of Food Science* 43, pp. 1723-1725.
- 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 physico-chemical



characteristics of Durian leather. *Journal of Food Processing and Preservation*. 21, pp. 425-441.

Che Man, Y. y Sin, K. (1997). Processing and Consumer Acceptance of Fruit Leather from the Unfertilised Floral Parts of Jackfruit. *Journal Science Food Agric*. 75, pp. 102-108.

Collins, J. Washam-Hutsell, L. (1987). Physical, chemical, sensory and microbiological attributes of sweet potato leather. *Journal of Science*. 52 (3), pp. 646-648.

Consejo Internacional de Información sobre Alimentos *International Food Information Council-IFIC* (2006).

Contreras, J. (2006). Frutas, verduras y hortalizas en la alimentación: una visión antropológica. En: Aranceta, J. y Pérez, C. *Frutas, Verduras y Salud*. España. Capítulo 11. Pp. 187.

Córdoba, J. (1987). Manual Práctico de Frutales. TOA. Numero 91-92, 7⁰ Edición. Bogotá, Colombia.

COVENIN. (1978). Comisión Venezolana de Normas Industrial. Norma Venezolana 902. Alimentos. Métodos para recuento de microorganismos aerobios en placas de Petri. (1^a revisión). Ministerio del Poder Popular para la Industria Ligera y Comercio. Caracas- Venezuela. Pp. 1-6.

COVENIN. (1990). Comisión Venezolana de Normas Industrial. Norma Venezolana 1337. Alimentos. Métodos para recuento de hongos y levaduras en placas de



Petri. (1ª revisión). Ministerio del Poder Popular para la Industria Ligera y Comercio. Caracas- Venezuela. Pp. 1-6.

DeMan, J. (1999). Principles of Food Chemistry. Editorial Springer, 3 edición. Cap. 6, pág. 229-262.

Departamento de Asuntos Científicos. Organización de los Estados Americanos (1968). Ciencia Interamericana. Artículo 24-27. USA.

Díaz, E. (2007). Aprovechamiento integral del aguacate (*Persea americana* Mill.) I. Utilización de la pulpa para la obtención de aceite. Tesis de Licenciatura. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.

Duckworth, R. y Ducar, P. (1968). Frutas y Verduras. Editorial Acribia, Zaragoza (España). Pp. 304.

Frazier, W. (1981). Microbiología de los alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza (España). 2 edición, cap.1 pp 35.

García-Casal, M. (2007). Anales Venezolanos de Nutrición. La alimentación del futuro: Nuevas tecnologías y su importancia en la nutrición de la población. vol. 20, N^o 2, pp. 108.

Glinsmann, W. (1996). Functional foods in North America. *Nutr. Rev.* 54:11, Nov., (II).

Grech, N., Rijkenberg, F. (1991). Laboratory and field evaluation of the performance of *Passiflora caerulea* as a rootstock tolerant to certain fungal root pathogens. *Journal Hort. Science.*, 66: 725-729.



- Hasler, C. (2003). Alimentos funcionales. En: *Conocimientos actuales sobre Nutrición*, editado por Bárbara Ann. 8 edición. Pan American Health Or. Cap 64, pp. 805
- Henriette, M., Brito, E., Germano, E., Farias, V. 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.
- Hernandez, M. y Sastre, A. (1999). Tratado de nutrición. Ediciones Días de Santos. Pp. 1476.
- Hoja de Balance de Alimentos. (2006). Instituto Nacional de Nutrición. Caracas, Venezuela.
- Hoyos, J. (1994). Frutales en Venezuela. Sociedad de Ciencia Naturales La Salle. 2^o Edición. Caracas, Venezuela. Pp. 177.
- Huang, X. y Hsieh, F. (2005). Physical Properties, Sensory Attributes, and Consumer Preference of Pear Fruit Leather. *Journal of Food Science*, 70, pp. 177-186.
- Ibarz, A. y G. Barbosa-Cánovas. (2005). Operaciones unitarios de la ingeniería de alimentos. Editorial Mundi-Prensa Libros. Pp. 865
- Irwandi, J., Che Man, Y. (1996). Durian leather: Development, properties and storage stability. *Journal of Food Quality*. 19 (6), pp. 479-489.
- Irwandi, J., Che Man, Y., Yusof, S., Jinap, S. y Sugisawa, H. (1998). Effect of type of packaging material son physicochemical, microbiological, and sensory



- characteristics of Durian fruit leather during storage. *Journal of Science. Food Agricultural*. 76 (3), pp. 427-434.
- Jain, P. y Nema, P. (2007). Processing of Pulp of Various Cultivars of Guava (*Psidium guajava* L.) for Leather Production. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Manuscript FP 07 001. Volumen IX.
- Karel, M. (1975). Water activity and food preservation. En *Principle of Food Science. Parte II: Physical Principles of Food Preservation*, editado por M. Karel, O.R. Fennema, y D.B. Lund. Marcel Dekker, New York. Cap , pp.
- Krokida M., Karathanos V., Maroulis Z. y Marinos-Kouris D. (2003). Drying kinetics of some vegetables. *Journal of Food Engineering*. 59, pp. 391-403.
- Labuza, T., McNally, L., Gallagher, D. Hawkes, J. y Hurtado, F. (1972). Stability of Intermediate Moisture Foods. *Journal of Food Science*. 37, pp 154-159.
- Lodge, N. (1981). Kiwi Fruit: two novel processed products. *Food Technology in New Zealand*. 6 cap 7, pp. 35-43.
- Manimegalai, G., Krishnaveni, A. y Saravana Kumar, R. (2001). Processing and Preservation of Jack Fruit. *Jornal Food Science Technology*. 38 (5), pp. 529-531.
- Maskan, A., Kaya, S. y Maskan M. (2001). Hot air and sun drying of grape leather (pestil). *Journal of Food Engineering*. 54, pp. 81-88.



- Maskan, A., Kaya, S. y Maskan M. (2002). Effect of concentration and drying processes on color change of grape juice leather (pestil). *Journal of Food Engineering*. 54, pp. 75-80.
- Mata, L. (1992). El cólera: historia, prevención y control. Editorial EUNED. Pp. 366.
- Matsuura, F. C; Folegatti, M. I; Cardoso, R. L. & Costa Ferreira, E. (2004) Sensory acceptance of mixed nectar of papaya, passion fruit and acerola. *Sci. Agric*, 61 (6): 604-608.
- 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.
- Millán, J. (1992). Evaluación de los cambios físicos-químicos, organolépticos y microbiológicos de un vino de parchita (*Passiflora edulis*) durante su maduración. *Tesis de Licenciatura*. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Morton, J. (1987). Passionfruit. In: *Fruits of warm climates*, Julia F. Morton, USA. Pp 320-328.
- Mossel, D. y B. García. (1975). *Microbiología de los Alimentos. Fundamentos ecológicos para garantizar y comprobar la inocuidad y la calidad de los alimentos*. Editorial Acribia S.A. (España). Primera edición. Pp.375.
- Mouquet, C., Aymard, C., Guilbert, S., Cuvelier, G. y Launay, B. (1997). Influence of Initial pH on Gelation kinetics of Texturized Passion Fruit Pulp. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*. 30, pp. 129-134.



- Moyls, A. (1980). Drying of Apple Purees. *Journal of Food Science*. 46 (3) pp. 939-942.
- Murcia, M, Jiménez, A., Parras P. y Martínez, M. (2006). Frutas, verduras y hortalizas, fuentes antioxidantes para la prevención de enfermedades. En: Frutas, verduras y salud. Editorial Elsevier, España. Cap. 7, pp. 99.
- Namutebi A. (1998). Effects of preservation method and storage conditions on the flavour and colour of passion fruit juice. *African Crop Science Journal*, 6.(4):397-405
- Nickerson, J. y Sinskey, A. (1978). Microbiología de los Alimentos y sus procesos de Elaboración. Editorial Acribia. Zaragoza (España). pp. 278
- Nussinovitch, A., Kopelman, I. y Mizrahi, S. (1991). Mechanical properties of composite fruit products based on hydrocolloid gel, fruit pulp and sugar. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 24, pp. 214-217.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Oficina Regional de la FAO para América Latina (1998). [consulta 30 enero 2009]. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/es/bases/alimento/default.htm>
- 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.
- Oliveira, J., Ferreira, F., Ruggiero C. y Nakamura, K. (1988). Caracterização e avaliação do germoplasma de *Passiflora edulis*. Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura 9: 59 1-596.



Ortuño, A. (1998). Introducción a la Química Industrial. Ediciones Reverte S.A. Cap. 1, pp. 636

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

Palencia, Y. (2002). Qué son los alimentos funcionales. Guía Funcional Panamericana. [Consulta agosto 2008].

Disponible en: www.unizar.es/med_naturista/Alimentos%20funcionales.pdf

Pinto, S. (2006). Aprovechamiento integral del Copoasú (*Theobroma grandiflorum*) I. Desarrollo a partir de la pulpa de copoasú un alimento de tipo néctar estabilizado por ultrasonido. Tesis de Licenciatura. Universidad Central de Venezuela. Escuela de Biología.

Piza Jr., C. (1966). Cultura do maracujá. Sbc. Agr. do Estado de Sao Paulo. Departamento Producao Vegetal. Ser. Bol. Tec. 5. Campinas, pp. 102

Potter, N. y Hotchkiss, J. (1999). Ciencia de los Alimentos. Editorial Acribia, S.A.5 edición, pp. 667.

Ranganna, S. (1977). Manual of Analysis of Fruits and Vegetable Products. McGraw-Hill. Pp. 5

Rao, V. y Roy, S. (1980). Studies on dehydration of mango pulp I. Standardisation for making mango sheet/leather. *Indian Food Packer*. 3, pp. 64-71.

Rao, V. y Roy, S. (1980). Studies on dehydration of mango pulp. II. Storage studies of



the mango sheet/leather. *Indian Food Packer*. 34, (3): 72-79.

Sánchez, O. (1994). Cultivo del Maracuyá. En: Atlas Agropecuario de Costa Rica.

Gonzalo, E. Editorial EUNED. Pp. 513.

Sandhu, K., Chander, S., Bajwa, R. y Mahajan, U. (2008). 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.

Sandhu, K., Singh, M. y Ahluwalia, P. (2001). Studies on processing of guava into pulp and guava leather. *Journal of Food Science & Technology*. 38, (6): 622-624.

Silla, M. (2004). Dieta Mediterránea y Alimentos Funcionales: Seguridad Alimentaria. Ediciones Universidad Politécnica Valencia. Cap. 4, pp. 69.

Simate, I. y Ahrne, L. (2006). Dehydration of Tropical Fruits. En: Yiu H., Hui. *Handbook of Food Science, Technology and Engineering*. Volumen 3, cap. 104, pp. 104-4.

Singh G., Singh, B., Sodhi, N., Singh, N., Singh, M. y Singh, D. (2004). Effects of ⁰Brix, sodium alginate and drying temperature on colour, texture and sensory properties of 'Dushehari' mango leather. *Journal of Food Science & Technology*. 41, (4): 373-378.

Skoog, D., West, D., Holler, F, y Crouch, S. (2000). Química analítica. 7⁰ Edición. McGraw-Hill, México. Cap. 35, pp. 1053

Soto, J. (1995). Estabilización de pulpa de parchita (*Passiflora edulis* S.) por tecnología de métodos combinados, con uso de inhibidores del oscurecimiento. Tesis de Licenciatura. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.



Torija, M., Cámara, M. (1999). Hortalizas, verduras y frutas. En: *Tratado de nutrición*, editado por Hernández Rodríguez M., y Sastre Gallego, A. Ediciones Díaz de Santos, España. Cap. 27, pp. 413

Thomson, C; A., Bloch; y C., Hasler, (1999) Position of The American Dietetic Association: Functional foods. *J. Amer. Diet.Assoc.* 99(10):1278-1285.

Valls, J., Bota, E., Bota P., E., De Castro,J., Castro, J., Sancho, J. y Puig E. (2001). Introducción al análisis sensorial de los alimentos. Ediciones Universitat Barcelona. Cap. 1, pp. 336.

Vijayanand, P., Yadav, A., Balasubramanyam, N. y Narasimham, P. (2000). Storage Stability of Guava Fruit Bar Prepared Using a New Process. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 33, pp. 132-137.

Weaver, C y Heany R. (2002). Calcio. En: *Nutrición en salud y enfermedad*. Editado por Shils, M., Olson J., Shike, M., y Ross, C. McGraw Hill. 9 edición Volumen I.. Cap. 7, pp. 165- 182.

Ziegler, E. y Filer, L. (1997). Conocimientos actuales sobre nutrición. Organización Panamericana de la Salud, Washington, D. C. 7⁰ edición. Cap. 1, pp.731.



IX. ANEXOS.

Apéndice 1:

- Variación de humedad en las muestras de 20^oBrix a 45^oC:

Muestra	Tiempo (h)	Variación en el contenido de humedad (g/100g)
20 ^o Brix	1	97,46 ± 0,02
	2	94,52 ± 0,73
	3	88,89 ± 0,92
	4	85,61 ± 1,23
	5	81,27 ± 1,65
	6	72,61 ± 0,24
	7	67,43 ± 0,96
	8	63,36 ± 1,42
	9	61,77 ± 3,05
	10	51,94 ± 1,40
	11	49,32 ± 0,08
	12	43,03 ± 3,00

Valores expresados como media ± desviación estándar



- Variación de humedad en las muestras de 40 °Brix a 45 °C:

Muestra	Tiempo (h)	Variación en el contenido de humedad (g/100g)
40 °Brix	1	96,20 ± 0,32
	2	95,00 ± 1,20
	3	88,44 ± 2,92
	4	82,37 ± 2,28
	5	76,07 ± 3,02
	6	74,38 ± 1,67
	7	70,60 ± 1,81
	8	62,54 ± 3,47
	9	62,14 ± 6,05
	10	60,57 ± 0,69
	11	59,86 ± 0,71
	12	54,88 ± 1,05

Valores expresados como media ± desviación estándar



Apéndice 2:

- Variación de humedad en las muestras de 20 °Brix a 60 °C:

Muestra	Tiempo (h)	Variación en el contenido de humedad (g/100g)
20 °Brix	1	94,2722 ± 0,12
	2	88,1817 ± 1,44
	3	86,7393 ± 1,14
	4	77,5455 ± 2,88
	5	74,6605 ± 4,92
	6	71,3319 ± 2,02
	7	61,8340 ± 3,25
	8	60,9168 ± 2,86

Valores expresados como media ± desviación estándar

- Variación de humedad en las muestras de 40 °Brix a 60 °C:

Muestra	Tiempo (h)	Variación en el contenido de humedad (g/100g)
40 °Brix	1	94,2868 ± 0,05
	2	91,0000 ± 0,71
	3	88,3099 ± 1,35
	4	85,5033 ± 1,57
	5	80,9904 ± 2,24
	6	76,4890 ± 0,64
	7	70,0243 ± 4,13
	8	69,5054 ± 2,44
	9	67,0931 ± 1,87
	10	62,4683 ± 3,27
	11	62,7185 ± 3,82
	12	61,6002 ± 0,59

Valores expresados como media ± desviación estándar

